Sommaire des annexes

A. Etude Auddicee – p. 1-89
B. Etude BIOTOPE – p. 90-271
C. Etude accoustique – p. 272-312
D. Etude Air et Santé – p. 313- 490
E. Rapport sol G2AVP – p. 491-765
F. Rapport de sol suite – p. 766- 820
G. Etude ENR – p. 821-858
H. Etude de circulation – p. 859- 966
I. Plan de nivellement – p. 967-968
J. Règlement écrit de la ZA – p. 969-995
K. Charte environnementale Faubourg Promotion – p. 996-1005
L. Etude entrée de ville – p. 1006-1033
M. Etude trafic – p.1034-1037
N. Règlement assainissement du grand Reims – p.1039-1051
O. Plan de gestion des eaux pluviales – p.1052 - 1204
P. Plan masse – p. 1205-1214
Q. Composition paysagère – p.1215- 1238

PROJET D'AMENAGEMENT DE LA ZONE D'ACTIVITE

Commune de Champigny (51)

Impacts et Mesures



Site d'étude (Source : Biotope, 2018)

Rapport final

Dossier 23044015-V1
29/07/2024

réalisé par

Auddicé Biodiversité
ZAC du Chevalement
5 rue des Molettes
59286 Roost-Warendin
03 27 97 36 39

Projet d'aménagement de la zone d'activité

Commune de Champigny (51)

Impacts et Mesures

Rapport final

SAS Champigny les Sables CO Nord Est Aménagement Promotion

Version	Date	Description
Rapport final	29/07/2024	Impacts et mesures sur la base du diagnostic écologique réalisé par Biotope

	Nom - Fonction	Date	Signature
Rédaction	Elsa FURLAN – Cheffe de projets – Faune	19/10/2023	

auddicé
www.auddice.com

Agence Hauts-de-France
(Siège social)
ZAC du Chevalement
5 rue des Molettes
59286 Roost-Warendin
03 27 97 36 39

Agence Grand-Est
Espace Sainte-Croix
6 place Sainte-Croix
51000 Châlons-en-Champagne
03 26 64 05 01

Agence Val-de-Loire
Rue des Petites Granges
49400 Saumur
02 41 51 98 39

Agence Seine-Normandie
PA Le Long Buisson
380 rue Clément Ader
27930 Le Vieil-Évreux
02 32 32 53 28

Agence Sud
Rue des Cartouses
84390 Sault
04 90 64 04 65

TABLE DES MATIERES

CHAPITRE 1. RESUME DE L'ÉTAT INITIAL DE BIOTOPE 7
1.1 Contexte écologique global 8
1.1.1 Environnement général 8
1.1.2 Zones naturelles d'intérêt reconnu et zones naturelles réglementées 8
1.2 Habitats naturels et flore 14
1.3 Faune 14
1.4 Fonctionnalités écologiques 14
1.5 Synthèse générale des enjeux écologiques 15

CHAPITRE 2. ANALYSE DES IMPACTS DU PROJET ET DEFINITION DES MESURES D'EVITEMENT ET DE REDUCTION 18
2.1 Méthodologie d'analyse des impacts et de proposition de mesures 19
2.1.1 Cadrage général 19
2.1.2 Définition des effets et impacts 19
2.1.3 Définition des mesures 21
2.2 Présentation du projet 23
2.3 Phase chantier : évaluation des impacts bruts et définition des mesures d'évitement et de réduction d'impact 24
2.3.1 Évaluation des impacts bruts de la phase chantier 24
2.3.2 Mesures proposées pour éviter et réduire les impacts bruts de la phase chantier 32
2.3.3 Évaluation des impacts résiduels de la phase chantier après mesures d'évitement et de réduction 44
2.4 Phase d'exploitation : évaluation des impacts bruts et définition des mesures d'évitement et de réduction d'impact 51
2.4.1 Évaluation des impacts bruts de la phase d'exploitation 51
2.4.2 Mesures proposées pour éviter et réduire les impacts bruts de la phase d'exploitation 54
2.4.3 Évaluation des impacts résiduels de la phase d'exploitation après mesures d'évitement et de réduction 63

CHAPITRE 3. ANALYSE DES IMPACTS DU PROJET SUR LE RESEAU NATURA 2000 ET SUR LES AUTRES ZONES NATURELLES D'INTERET RECONNU 66
3.1 Réseau Natura 2000 67
3.1.1 Analyse des incidences potentielles sur la ZSC, d'après l'état initial de Biotope, 2022 67
3.1.2 Analyse des incidences potentielles sur la ZPS 68
3.2 Autres zones naturelles d'intérêt reconnu 69

CHAPITRE 4. DEFINITIONS DES MESURES D'ACCOMPAGNEMENT ET DES MODALITES DE SUIVI 71
4.1 Mesures d'accompagnement spécifiques à la phase chantier 72
4.2 Mesures d'accompagnement et de suivi spécifique à la phase d'exploitation 84

BIBLIOGRAPHIE86

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Synthèse des enjeux écologiques à l'échelle de la zone d'étude du projet (source : Biotope, 2022) 15
Tableau 2. Niveaux d'impacts appliqués 20
Tableau 3. Synthèse des impacts bruts de la phase chantier sur les habitats, la flore et la faune 30
Tableau 4. Évaluation des impacts résiduels de la phase chantier sur les habitats, la flore et la faune après mesures d'évitement et de réduction d'impact 45
Tableau 5. Synthèse des impacts bruts de la phase d'exploitation sur les habitats, la flore et la faune 53
Tableau 6. Essences à utiliser pour les plantations de végétations ligneuses 59
Tableau 7. Évaluation des impacts résiduels de la phase d'exploitation sur les habitats, la flore et la faune après mesures d'évitement et de réduction d'impact 64
Tableau 8. Autres zonages du patrimoine naturel situés dans l'zone d'étude élargie (Biotope, 2022) 69

LISTE DES CARTES

Carte 1. Localisation de la zone d'étude (source : Biotope, 2022) 6
Carte 2. Zonage réglementaire du patrimoine naturel (source : Biotope, 2022) 10
Carte 3. Zones d'inventaires et autres zonages du patrimoine naturel (source : Biotope, 2022) 11
Carte 4. Zones humides et à dominante humide (source : Biotope, 2022) 12
Carte 5. Synthèse des enjeux écologiques 17
Carte 6. Présentation du projet 23

PREAMBULE

La présente étude s'inscrit dans le cadre du projet d'aménagement de la zone d'activité des Sables sur la commune de Champigny, dans le département de la Marne (51).

Un premier diagnostic écologique a été réalisé en 2018 par le bureau d'études Biotope, mis à jour par un nouveau diagnostic (intégrant notamment des inventaires spécifiques pour les chiroptères) en 2022.

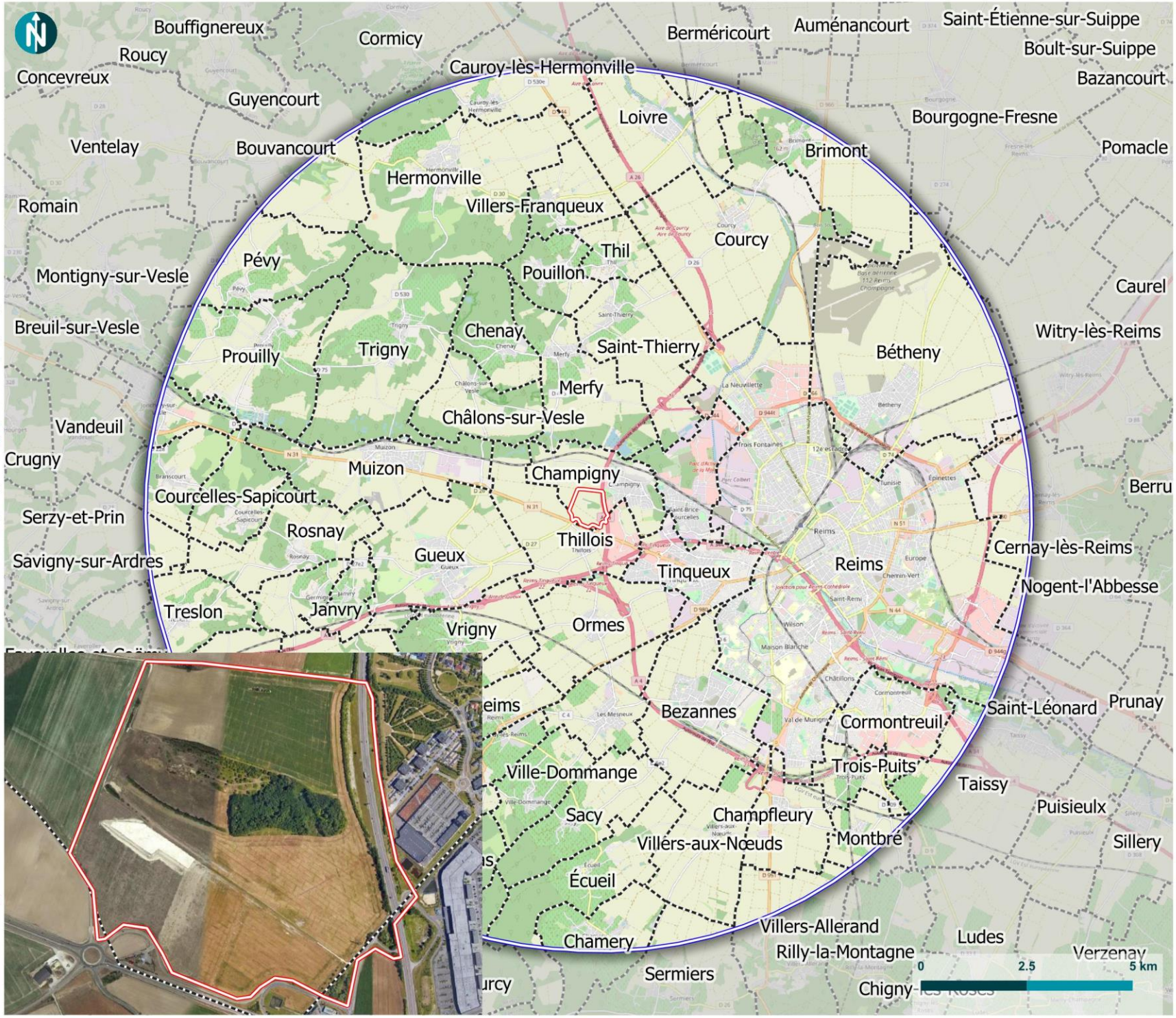
La société SAS Champigny les Sables, en tant qu'aménageur de la zone, a confié à Auddicé Biodiversité la rédaction des impacts et des mesures, sur la base du diagnostic écologique réalisé par Biotope.

Carte 1 - Localisation de la zone d'étude (source : Biotope, 2022)– p.6

Ce rapport comprend donc :

- Un résumé de l'état initial et notamment des enjeux mis en évidence lors du diagnostic écologique de Biotope ;
- L'analyse des impacts du projet sur le patrimoine naturel et la définition des mesures d'évitement, réduction et si besoin compensation appropriées.

N.B : Concernant le diagnostic écologique, aucune modification de fond n'a été apportée. Les éléments présentés ci-après proviennent entièrement du rapport d'état initial réalisé par Biotope. Il en est de même pour les cartes de présentation et du contexte écologique du site.



© Nord Est Aménagement - Tous droits réservés - Sources : © IGN BDORTHO 20 cm (2021) - Cartographie : Biotope (2022)

NORD EST

P/O LA SAS CHAMPIGNY LES SABLES

Aires d'étude

Projet d'aménagement de la Zone Logistique et d'Activité de Champigny
- Volet faune-flore de l'étude d'impact -

Légende

Périmètres

- Aire d'étude rapprochée
- Aire d'étude éloignée (10km)
- Emprises communales

biotope

CHAPITRE 1. RESUME DE L'ÉTAT INITIAL DE BIOTOPE

1.1 Contexte écologique global

N.B : L'ensemble des éléments de ce chapitre est tiré du rapport du diagnostic écologique réalisé par Biotope en 2018 et en 2022. Aucune modification de fond n'a été apportée.

1.1.1 Environnement général

Le site d'étude se situe sur la commune de Champigny dans la Marne (51370). Le projet concerné est un projet d'aménagement d'une zone d'activités économiques sur environ 40 ha. Il est envisagé dans le cadre de ce projet de déclasser en partie l'EBC.

L'étude d'impact a été initialement réalisée en prenant en compte une ancienne zone agricole dans la partie nord du périmètre. Cette zone a finalement été retirée du périmètre d'étude, après la réalisation de l'état initial, en raison de son caractère non constructible.

En revanche deux petites zones au sud, en continuité du périmètre, ont été ajoutées afin d'être cohérent avec le plan cadastrale et le Plan Local d'Urbanisme (voir Présentation du projet Carte 6). Les habitats en place au sein de ces deux zones sont sensiblement les mêmes que ceux observés dans le périmètre initial (ancienne terre agricole et friches nitrophiles). Un bassin au sud est présent, il s'agit d'un ouvrage technique du Département qui ne sera donc jamais touché dans le cadre du présent projet.

1.1.2 Zones naturelles d'intérêt reconnu et zones naturelles réglementées

La zone d'étude se situe en contexte très anthropisé, entourée de milieux agricoles et à proximité de la zone urbanisée de la commune de Champigny à l'Est. Au centre de la zone d'étude, se trouve un boisement classé en EBC et une plantation de Robinier. Le reste de la zone d'étude est constitué de milieux agricoles ponctués de haies et d'alignements d'arbre.

D'autre part, 9 zonages réglementaires sont situés dans la zone d'étude éloignée : 3 Zones Spéciales de Conservation (ZSC), 1 Arrêté Préfectoral de Protection de Biotope (APPB) et 5 Sites classés. 18 zonages d'inventaire du patrimoine naturel sont également concernés par la zone d'étude éloignée : 15 Zones Naturelles d'Intérêt Écologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF) de type I et 3 de type II.

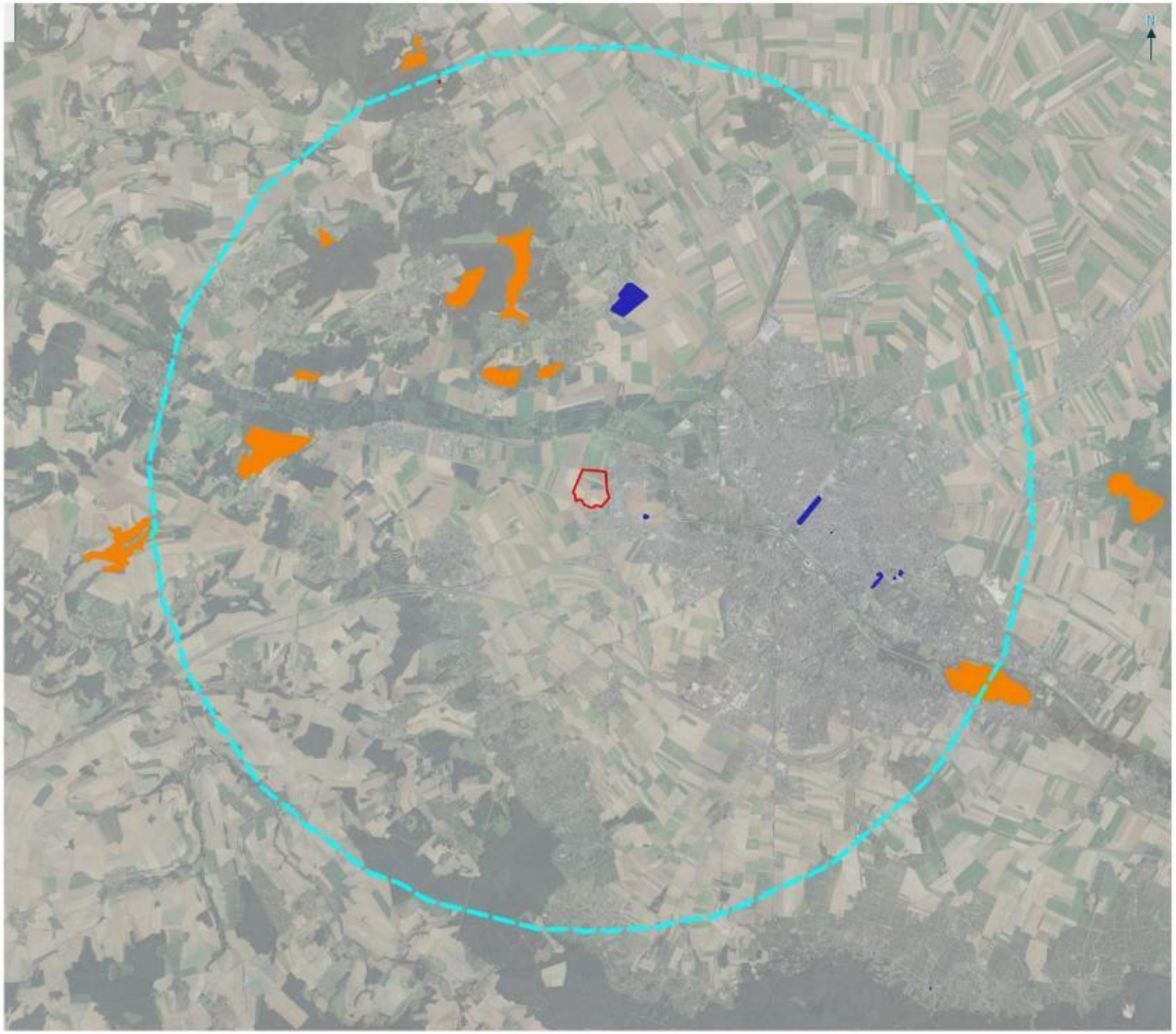
Après analyse des formulaires ZNIEFF, quelques espèces déterminantes des sites les plus proches ont été observées lors des passages sur le terrain notamment l'Oreillard roux. Le Baguenaudier, déterminant de la ZNIEFF 210009861 a été observé sur site. Toutefois, sur le site, il est présent dans un habitat qui n'est pas le sien, et ne constitue dans ce cas aucun enjeu sur la zone du projet (c'est un plant échappé des jardins).

Concernant le site Natura 2000 FR2100274 « **Marais et pelouses du tertiaire au nord de Reims** », au regard :

- De la connaissance actuelle de la zone d'étude du projet ;
- De l'existence de liens fonctionnels discontinus et dégradés (haies, boisements favorables aux chiroptères) entre la zone d'étude du projet et le site Natura 2000 ;
- Des faibles interactions notamment du fait de la distance de l'aire d'étude et de l'écologie des espèces présentes au sein de l'aire d'étude et des espèces ayant permis la désignation du site Natura 2000.

L'analyse des incidences du projet sur la conservation des espèces listées au Formulaire Standard des Données du site Natura 2000, conclut à une incidence négligeable.

Carte 2 - Zonage réglementaire du patrimoine naturel (source : Biotope, 2022) – p.10
Carte 3 - Zones d'inventaires et autres zonages du patrimoine naturel (source : Biotope, 2022) - p.11
Carte 4-Zones humides et à dominante humide (source : Biotope, 2022)– p.12



P/O LA SAS CHAMPIGNY LES SABLES

Zonages règlementaires du patrimoine naturel

Projet d'aménagement d'une zone logistique et d'activité sur la commune de Champigny (51)

Légende

- zone d'étude du projet
- zone d'étude éloignée de 10 km

Zonages Natura 2000

- ZSC

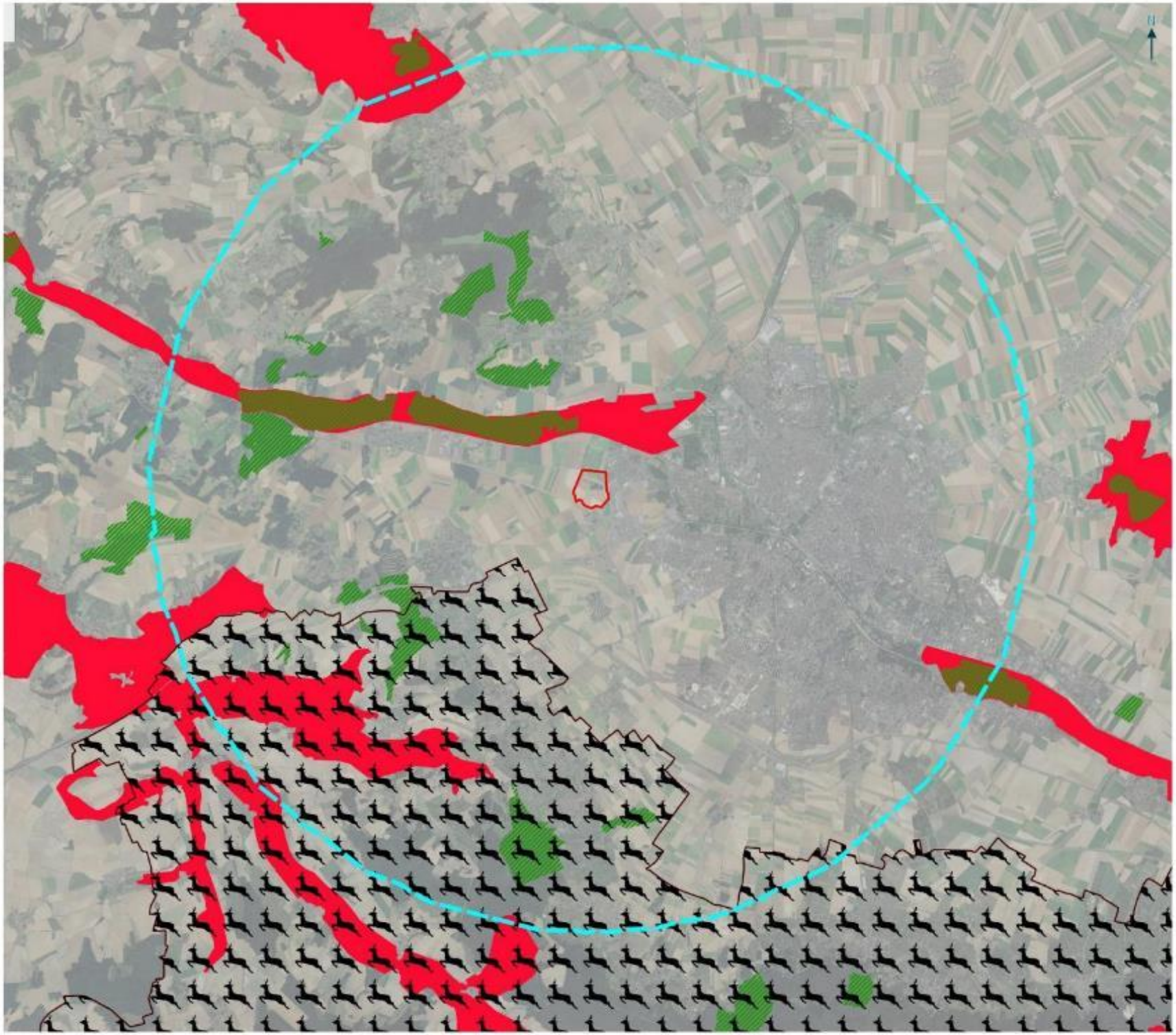
Autres zonages réglementaires

- APPB
- Sites classés

0 1,5 3 km

biotope

© SAS Champigny Les Sables - Tous droits réservés - Sources : ©Biotope (2018) - Fonds : Orthe RGB Maxar 2018 Région IGE - Cartographie : Biotope, 2018



P/O LA SAS CHAMPIGNY LES SABLES

Zonages d'inventaires et autres zonages du patrimoine naturel

Projet d'aménagement d'une zone logistique et d'activité sur la commune de Champigny (51)

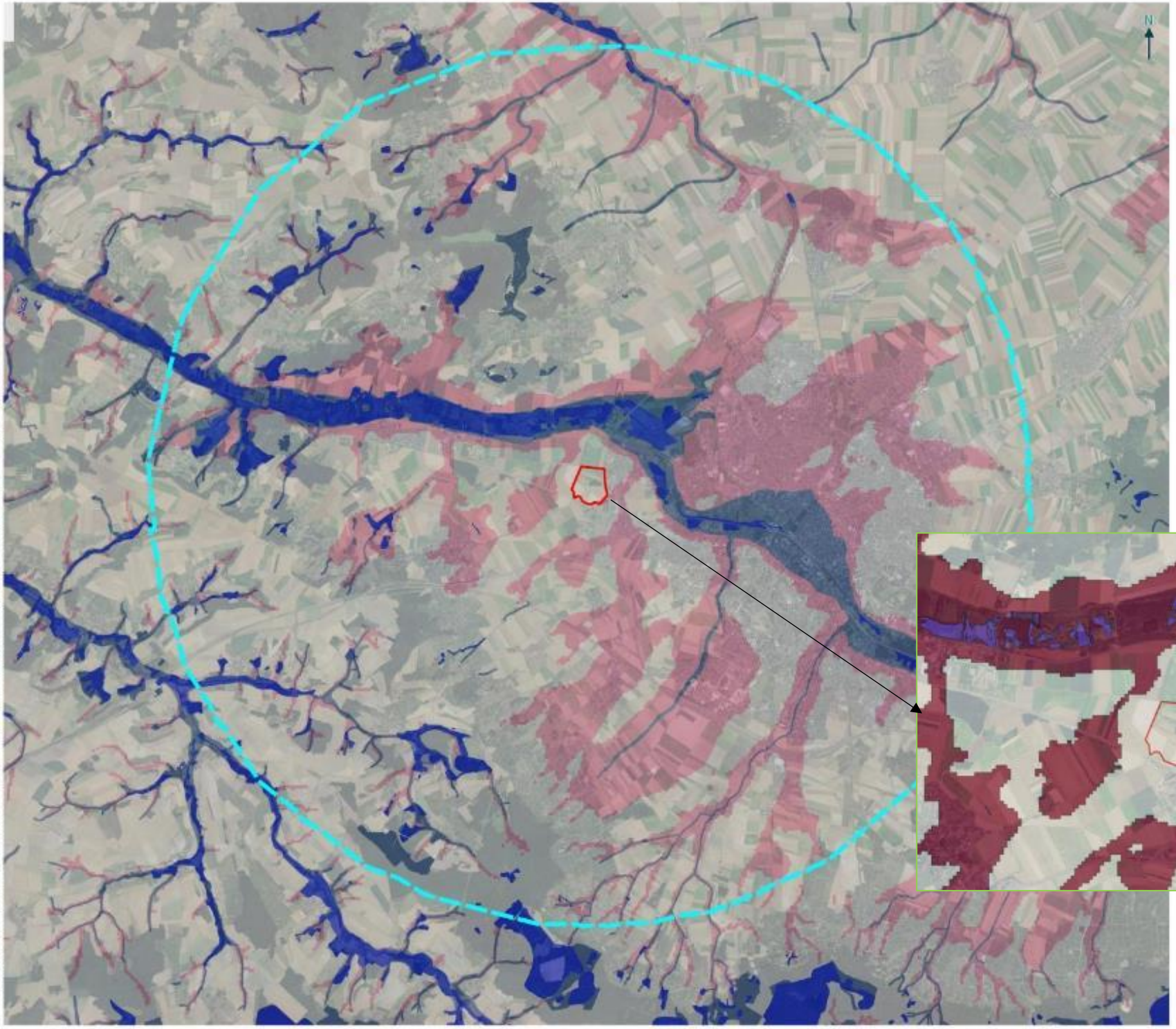
Légende

- zone d'étude du projet
- zone d'étude éloignée de 10 km
- ZNIEFF1
- ZNIEFF2
- PNR

0 1,5 3 km

biotope

© SAS Champigny Les Sables - Tous droits réservés - Sources : ©BRGM (2015) - IGN - Orthe R+B Mars 2016 Réalisé SIE - Cartographie - Biotope 2016



P/O LA SAS CHAMPIGNY LES SABLES

Zones humides et à dominante humide

Projet d'aménagement d'une zone logistique et d'activité sur la commune de Champigny (51)

Légende

- zone d'étude du projet
- zone d'étude éloignée de 10 km
- Zones humides Loi sur l'eau 2008
- Zones à dominante humide diagnostiquées
- Zones à dominante humide modélisées

0 1,5 3 km

biotope

© SAS Champigny Les Sables - Tous droits réservés - Sources : ©Biotope (2018) - Données DREAL Champagne-Ardenne, Kéolis - Orthe IGN Marne 2013 Region(SE) - Cartographie : Biotope 2018

Synthèse du contexte écologique

Au regard :

- De la connaissance actuelle de la zone d'étude du projet,
- De l'existence possible de liens fonctionnels (haies, boisements favorables aux chiroptères) entre la zone d'étude du projet et le site Natura 2000 FR2100274 **« Marais et pelouses du tertiaire au nord de Reims ».**

Aucune interaction fonctionnelle régulière ne peut être envisagée entre le patrimoine d'intérêt communautaire à l'origine de la désignation du site Natura 2000 et celui présent sur la zone d'étude du projet. En conséquence, aucune évaluation des incidences au titre de Natura 2000 n'est requise pour ce projet concernant les sites Natura 2000.

De plus, aucune incidence du projet sur le patrimoine naturel ainsi désigné n'est à attendre.

1.2 Habitats naturels et flore

Le site du projet est majoritairement en culture. Le boisement présent en centre (dont une grande partie est classée en espace boisé classé au PLU de Champigny) est constitué d'une plantation de Robiniers et d'une zone de friche boisée semi-ouverte. L'ensemble des habitats présentent des enjeux faibles.

La richesse floristique de la zone d'étude du projet est moyenne compte tenu du contexte très anthropique du secteur : 3 espèces patrimoniales (mais non protégées) principalement au niveau de la friche arbustive, et 3 espèces exotiques classées envahissantes ont été identifiées.

1.3 Faune

Les habitats rencontrés sur la zone d'étude ne sont pas favorables à la présence d'insectes et d'amphibiens. Aucune observation d'espèce protégée pour ces groupes n'a été faite.

Pour les reptiles, les zones thermophiles (zones herbeuse rase ensoleillées) sont attractives pour le Lézard des souches, Lézard des murailles et l'Orvet fragile, mais elles restent des espèces communes (même si protégées au niveau national).

Le Hérisson d'Europe ainsi que l'Écureuil roux deux espèces identifiées dans la bibliographie possèdent des habitats favorables sur la zone du projet, principalement au niveau du boisement, de ses lisières et de la friche semi-ouverte.

Pour les oiseaux, le bosquet, les reliquats de haies ainsi que la friche semi-ouverte présents au centre-ouest du site constituent des habitats attractifs pour les passereaux. 24 espèces protégées nicheuses y ont été observées. Les cultures peuvent accueillir la reproduction de quelques espèces d'oiseaux notamment l'Œdicnème criard, toutefois cette espèce ne niche pas au sein même de l'aire d'étude rapprochée.

Quelques possibilités de gîtes favorables (fissures, écorces décollées) ont été identifiés à la marge dans le boisement. Les chiroptères (6 espèces contactées) utilisent le site comme zone de transit et territoire d'alimentation.

1.4 Fonctionnalités écologiques

La zone d'étude est à 80% constituée d'anciennes cultures (arrêt des activités agricoles en 2019). Les habitats propices à la biodiversité sont restreints et dégradés mais ils participent à la fonctionnalité écologique locale en tant que microréservoirs puisqu'ils constituent les seules reliques de haies et de boisements en milieu de culture en frange d'un milieu urbain. Ils peuvent également constituer des petits corridors au sein du contexte très anthropique du site.

Les habitats naturels de la zone d'étude peuvent donc constituer un support de continuités écologiques de la trame verte et bleue à l'échelle locale en permettant le transit et le repos de certaines espèces (oiseaux, insectes, chiroptères entre autres).

1.5 Synthèse générale des enjeux écologiques

Le tableau ci-dessous précis, pour chaque groupe le niveau d'enjeu écologique, estimé sur la base de la richesse spécifique (par rapport à la potentialité du site), la patrimonialité des espèces (statuts de rareté / menace) et de l'utilisation de la zone d'étude par les espèces.

Il est important de préciser que cette évaluation est relative à la zone d'étude du projet et non à l'emprise du projet.

Les différentes données collectées dans le cadre de cette étude ont permis d'appréhender l'intérêt des milieux de la zone d'étude du projet.

Une hiérarchisation en cinq niveaux d'enjeu écologique a été établie : enjeu nul à très fort.

Une carte de localisation et de synthèse des enjeux écologiques à l'échelle de la zone d'étude du projet est présentée ci-après.

Tableau 1. Synthèse des enjeux écologiques à l'échelle de la zone d'étude du projet (source : Biotope, 2022)

Groupe biologique étudié	Enjeux écologiques sur la zone d'étude du projet	
	Description	Évaluation du niveau d'enjeu écologique
Habitats naturels	Une majorité de milieux ouverts en cultures avec un boisement de Robinier à faibles enjeux pour la biodiversité – une zone de friche semi-ouverte présentant un intérêt pour la flore patrimoniale et pour la faune, mais très localisée.	Faible
Flore	Diversité moyenne : 188 espèces végétales recensées. 3 espèces végétales patrimoniales (dont 1 espèce non-observée mais considérée comme présente) mais aucune protégée.	Moyen
Insectes	Odonates : Richesse faible : 1 espèce très commune recensée sur la zone d'étude.	Faible
	Lépidoptères : Richesse plutôt faible, seulement 19 espèces de papillons de jour (rhopalocères) très communs en France comme en Champagne-Ardenne ont été observées au sein de la zone d'étude.	Faible
	Orthoptères : 11 espèces d'orthoptères (criquets, sauterelles, grillons) très communs en France comme en Champagne-Ardenne ont été observées au sein de la zone d'étude.	Faible
	Coléoptères : 2 espèces de coléoptère très commune dans la région comme en France a été observée : la Lepture tachetée (*Rutpela maculata*)	Faible

Amphibiens	Aucune espèce d'amphibien n'est présente dans la zone d'étude du projet, ni aucun habitat de reproduction susceptible de leur être favorable	Nul
Reptiles	La richesse herpétologique est faible (27% des espèces naturellement présentes dans la région). 3 espèces protégées et patrimoniales sont présentes sur la zone d'étude dont une quasi-menacée (Lézard des souches).	Faible à moyen localement
Oiseaux	<u>En période de reproduction :</u> Diversité moyenne : 24 espèces nicheuses au sein de la zone d'étude. Les principaux enjeux se concentrent au niveau de la friche et des quelques éléments arbustifs et boisés au centre de l'aire d'étude (Linotte mélodieuse, Bruant jaune, Fauvette des jardins, etc.). Les milieux ouverts, dominés par les cultures sont peu favorables à l'avifaune à l'exception de quelques espèces s'y alimentant ou pouvant y nicher (Alouette des champs, Perdrix grise, etc.). L'Œdicnème criard niche à proximité mais pas au sein même de l'aire d'étude rapprochée. <u>En période internuptiale :</u> 23 espèces ont été recensées sur l'aire d'étude rapprochée dont 12 protégées toutefois aucune n'est patrimoniale. L'aire d'étude présente peu d'enjeu pour l'avifaune en période internuptiale	Moyen à fort localement au niveau des lisières, haies et boisement au centre
Mammifères terrestres (hors chiroptères)	Diversité faible : 6 espèces chassables ont été observées sur la zone d'étude du projet. 2 espèces réglementées sont potentiellement présentes : Hérisson d'Europe et Écureuil roux	Faible
Chiroptères	Diversité moyenne : 6 espèces recensées sur la zone d'étude du projet Utilisation des boisements et des haies comme corridor pour accéder aux zones de chasse par plusieurs espèces de chauves-souris montrant un statut de conservation national et/ou régional défavorable 3 espèces présentent des enjeux fort sur la zone d'étude : le Grand Rhinolophe, la Noctule commune et la Pipistrelle de Nathusius.	Moyen pouvant être forts localement notamment sur les éléments structurants le paysage local

Carte 5 - Synthèse des enjeux écologiques – p.17



© SAS Champigny-lès-Sables - Tous droits réservés - Sources : © IGN BD ORTHO 20 cm (2022) - Cartographie : Biotope (2022)

NORD EST

P/O LA SAS CHAMPIGNY LES SABLES

Synthèse des enjeux écologiques

Projet d'aménagement de la Zone Logistique et d'Activité de Champigny
- Volet faune-flore de l'étude d'impact -

Périmètres

Aire d'étude rapprochée

Niveaux d'enjeu

Fort

Moyen

Faible

biotope

CHAPITRE 2. ANALYSE DES IMPACTS DU PROJET ET DEFINITION DES MESURES D'EVITEMENT ET DE REDUCTION

2.1 Méthodologie d'analyse des impacts et de proposition de mesures

2.1.1 Cadrage général

Conformément à l'article R.122-3 du Code de l'environnement, il convient de mener « *une analyse des effets négatifs et positifs, directs et indirects, temporaires (y compris pendant la phase des travaux) et permanents, à court, moyen et long terme, du projet sur l'environnement, en particulier sur les éléments de l'étude d'impact à savoir l'état initial écologique et sur la consommation énergétique, commodité du voisinage (bruits, vibrations, odeurs, émissions lumineuses), l'hygiène, la santé, la sécurité, la salubrité publique, ainsi que l'addition et l'interaction de ces effets entre eux* ».

De même qu'il convient d'exposer « *les mesures prévues par le pétitionnaire pour :*

- ***Éviter** les effets négatifs notables du projet sur l'environnement ou la santé humaine,*
- ***Réduire** les effets n'ayant pu être évités,*
- ***Compenser**, lorsque cela est possible, les effets négatifs notables du projet sur l'environnement ou la santé humaine qui n'ont pu être ni évités ni suffisamment réduits. S'il n'est pas possible de compenser ces effets, le pétitionnaire ou le maître d'ouvrage justifie cette impossibilité* ».

La description de ces mesures doit être accompagnée de l'estimation des dépenses correspondantes, de l'exposé des effets attendus de ces mesures à l'égard des impacts du projet ainsi que d'une présentation des principales modalités de suivi de ces mesures et du suivi de leurs effets.

L'analyse présentée dans cette étude portera sur la définition des impacts du projet sur la faune, la flore et les habitats.

2.1.2 Définition des effets et impacts

L'analyse des impacts potentiels d'un projet nécessite une étude des effets prévisibles relatifs à chaque impact potentiel dans la mesure où l'impact correspond au croisement de l'effet du projet avec l'enjeu défini à l'état initial, en d'autres termes : Enjeu x Effet = Impact.

L'effet est la conséquence objective du projet sur l'environnement indépendamment du territoire qui sera affecté tandis que l'impact correspond à la transposition de cet effet sur une échelle de valeur (enjeu). Par exemple, pour un effet égal qui correspond à la destruction de 1 hectare de forêt par exemple, l'impact d'un défrichement sera plus important si l'hectare de forêt en question comporte des espèces protégées et/ou menacées. Les effets (et les impacts associés, s'ils existent) doivent être qualifiés par typologie, dans le temps et l'espace.

Seront ainsi distingués les effets :

- En phase travaux : lors des opérations d'abattage d'arbres, de défrichement puis lors des opérations de terrassement, de création de voiries et/ou de renforcement de chemins, *etc.*,

- En phase exploitation : à travers l'utilisation des aménagements, des voieries, la présence physique d'usagers, de bâtiments et de véhicules, l'entretien d'espaces verts colonisés ou recolonisés par les espèces,
- Cumulés : par la combinaison des effets générés par l'interaction de plusieurs projets et d'autres infrastructures d'envergure (routes, *etc.*),
- Permanents : un effet permanent est un effet durable, survenant en phase travaux ou en phase exploitation qui perdure après la mise en service, et que le projet doit s'efforcer d'éliminer, de réduire ou, à défaut, de compenser,
- Temporaires : un effet temporaire peut être transitoire, momentané ou épisodique. Il peut intervenir en phase travaux (les bases de travaux) mais également en phase d'exploitation. Ces effets s'atténuent progressivement dans le temps jusqu'à disparaître,
- Directs : un effet direct est un effet directement attribuable au projet (travaux ou exploitation) et aux aménagements projetés sur une des composantes de l'environnement,
- Indirects : un effet indirect résulte d'une relation de cause à effet ayant à l'origine un effet direct. Ils peuvent concerner des territoires plus ou moins éloignés du projet et apparaître dans un délai plus ou moins long.

Quant aux impacts qui découlent d'un croisement entre effets et enjeux, ils sont qualifiés avant et après application des mesures d'évitement et de réduction. On parlera alors de :

- Impact brut : un impact brut est un impact qualifié en l'absence de mesures d'évitement et de réduction,
- Impact résiduel : un impact résiduel est un impact subsistant après l'application des mesures d'évitement et de réduction mises en place.

Les impacts bruts et résiduels sont hiérarchisés à partir des niveaux ci-dessous :

Tableau 2. Niveaux d'impacts appliqués

Niveau d'impact	Commentaire
Positif	Impact renforçant ou confortant les habitats naturels, les populations animales ou végétales localement.
Nul / Négligeable	Aucun impact notable prévisible sur un élément remarquable.
Faible	Impact relativement peu conséquent ; ne remettant nullement en cause l'intégrité de la population locale ; et pas susceptible d'apporter atteinte à un élément marquant.
Modéré	Impact conséquent ne remettant pas en cause l'intégrité de la population locale mais portant atteinte à un élément marquant à préserver.
Fort	Impact important susceptible de remettre en cause l'intégrité de la population locale et de porter un préjudice important à un élément marquant à préserver.
Très fort	Impact remettant en cause la conservation des habitats naturels, des populations animales ou végétales localement et éventuellement à plus large échelle.

2.1.3 Définition des mesures

Selon le ***Guide d'aide à la définition des mesures ERC*** **du CEREMA (2018)**, la séquence « éviter, réduire, compenser » (ERC) est inscrite dans le corpus législatif et réglementaire depuis la loi du 10 juillet 1976 sur la protection de la nature et plus particulièrement dans son article 2.

Concernant les milieux naturels, elle a été confortée par la Loi pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages du 08 août 2016. Cette loi complète l'article L.110-1 du Code de l'environnement fixant les principes généraux sur le sujet du principe d'action préventive et de correction, par priorité à la source, des atteintes à l'environnement : « *Ce principe implique d'éviter les atteintes à la biodiversité et aux services qu'elle fournit ; à défaut, d'en réduire la portée ; enfin, en dernier lieu, de compenser les atteintes qui n'ont pu être évitées ni réduites, en tenant compte des espèces, des habitats naturels et des fonctions écologiques affectées. Ce principe doit viser un objectif d'absence de perte nette de biodiversité, voire tendre vers un gain de biodiversité* ».

La séquence « éviter, réduire, compenser » a pour objectif d'établir des mesures visant à éviter les atteintes à l'environnement, à réduire celles qui n'ont pu être suffisamment évitées et, si possible, à compenser les effets notables qui n'ont pu être ni évités, ni suffisamment réduits. Le respect de l'ordre de cette séquence constitue une condition indispensable et nécessaire pour en permettre l'effectivité et ainsi favoriser l'intégration de l'environnement dans le projet.

L'ordre de la séquence traduit aussi une hiérarchie : l'évitement étant la seule phase qui garantisse la non-atteinte à l'environnement considéré, et doit être favorisé. La compensation ne doit intervenir qu'en dernier recours, quand tous les impacts qui n'ont pu être évités, n'ont pas pu être réduits suffisamment.

La bonne mise en œuvre de la séquence ERC dès la phase de conception d'un projet peut renforcer par ailleurs son acceptabilité sociale en témoignant de la démarche itérative d'intégration de l'environnement dans la conception du projet de moindre impact.

Ainsi, plusieurs types de mesures peuvent être proposées (figure en page suivante) :

- Évitement : l'évitement consiste à contourner la contrainte environnementale, en modifiant le tracé d'un accès par exemple. Il consiste également à éviter des conséquences sur l'environnement, à ce titre les mesures de prévention sont considérées comme des mesures d'évitement,
- Réduction : dans le cas où le projet ne peut contourner la contrainte environnementale, des mesures doivent être prises afin de réduire au maximum l'impact du projet sur l'environnement. La réduction de l'éclairage public ou l'aménagement d'écoducs en sont des exemples,
- Compensation : la compensation fait suite à un impact résiduel négatif. Cette mesure doit être mise en œuvre dans les cas où l'ensemble des mesures d'évitement et de réduction ont été étudiées et n'ont pas suffi. Par exemple, la restauration ou la renaturation d'un habitats naturels suite à la destruction d'un habitat de même type ou ayant des fonctions écologiques similaires,
- Accompagnement : l'accompagnement regroupe les mesures complémentaires mises en œuvre par le pétitionnaire à son initiative et traduisant sa bonne volonté en la matière. Ces dernières peuvent consister par exemple à installer des panneaux de sensibilisation à l'écologie. Elles concernent des

actions très différentes allant des aides financières aux opérations expérimentales de génie écologique.

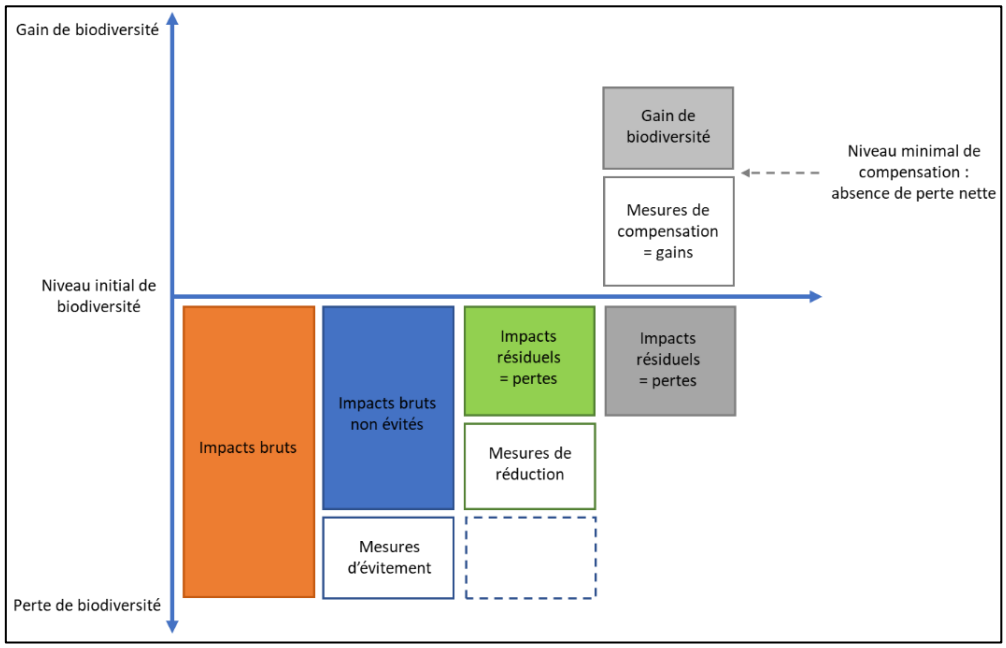
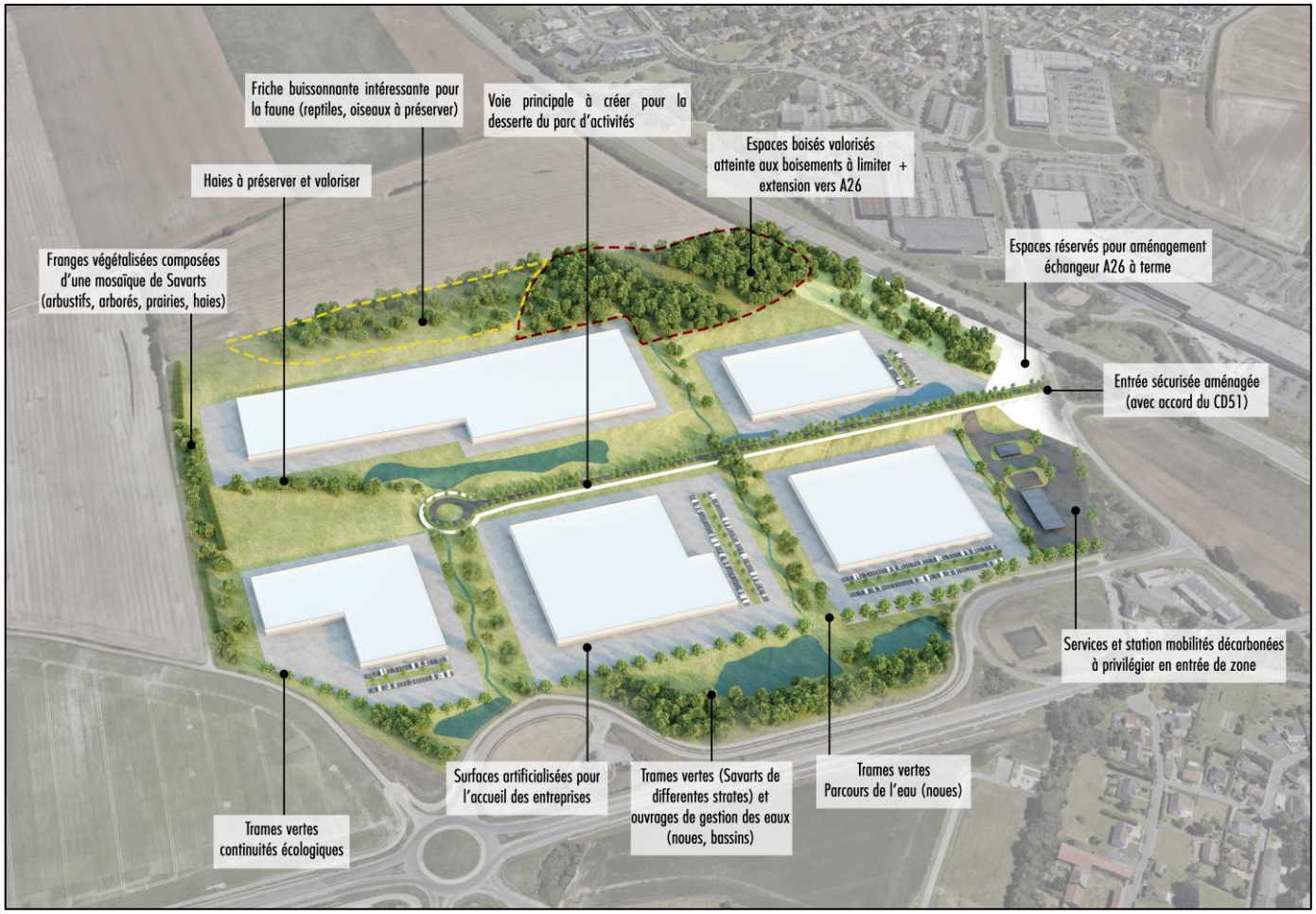


Figure 1. Représentation schématique du bilan écologique de la séquence ERC des atteintes à la biodiversité (Source : CEREMA, 2018)

2.2 Présentation du projet

Le projet comprend 5 zones de bâtiments avec les aménagements associés (parking, voierie etc). On retrouve également une route centrale avec un rond-point amenant aux différents bâtiments.



Carte 6. Présentation du projet

2.3 Phase chantier : évaluation des impacts bruts et définition des mesures d'évitement et de réduction d'impact

2.3.1 Évaluation des impacts bruts de la phase chantier

2.3.1.1 Flore et habitats naturels

Les enjeux relatifs à la flore et aux habitats ont été définis comme :

- **Faibles pour les habitats naturels** (majorité de milieux ouverts en cultures avec un boisement de Robinier à faibles enjeux), avec toutefois une zone de friche semi-ouverte présentant un intérêt pour la flore patrimoniale, mais très localisée au nord de la zone projet,
- **Moyens pour la flore**, avec une diversité moyenne (188 espèces végétales recensées) et 3 espèces végétales patrimoniales mais aucune espèce protégée. Les 3 espèces patrimoniales sont le Bugle de Genève (*Ajuga genevensis*), le Réséda raiponce (*Reseda phyteuma*) et une espèce non observée mais considérée comme potentiellement présente compte-tenu des données bibliographiques, la Petite Spéculaire (*Legousia hybrida*).

La zone d'étude comporte également plusieurs stations d'espèces exotiques envahissantes : Vigne-vierge (*Parthenocissus inserta*), Solidage glabre (*Solidago gigantea*) et Robinier faux-acacia (*Robinia pseudoacacia*).

Compte-tenu de ces résultats, 3 principaux impacts de la phase chantier sur les habitats et la flore sont à considérer :

■ Suppression des végétations présentes dans l'emprise des travaux (impact direct)

La réalisation des travaux, en particulier les terrassements, vont entraîner **la suppression des végétations présentes dans les emprises concernées (impact direct permanent).**

Cet impact est **faible pour l'ensemble des habitats concernés** (hors stations d'espèces patrimoniales, voir ci-dessous), de par leur intérêt floristique globalement faible.

■ Destruction de stations d'espèces végétales patrimoniales non protégées dans l'emprise des travaux (impact direct)

Quatre stations de Réséda raiponce (*Reseda phyteuma*) sont concernées par l'emprise des travaux ou situées à proximité immédiate de celle-ci (notamment entre la voirie centrale et un bâtiment).

Un impact par destruction de ces stations est à considérer. Il est qualifié de modéré. Il s'agit d'un impact permanent.

Par ailleurs, une recherche d'éventuelles stations de Petite Spéculaire (*Legousia hybrida*) devra être organisée en période favorable à la détection de cette espèce (mai / juin), sur l'ensemble de la zone d'emprise du projet (dont les futurs espaces verts.)

En fonction des résultats de cette recherche, et de l'emplacement des stations éventuellement découvertes, l'espèce pourra être concernée par le même impact que le Réséda raiponce (destruction directe : stations

localisées dans l'emprise des travaux), ou par un risque de détérioration (stations hors emprises mais localisées par exemple dans de futurs espaces verts, voir ci-dessous).

■ Détérioration de stations d'espèces végétales patrimoniales non protégées à proximité des travaux (impact direct)

Une station de Bugle de Genève (*Ajuga genevensis*) est située dans la partie Ouest de la zone d'étude, dans un secteur où des espaces végétalisés sont prévus. Elle ne semble pas concernée directement par les travaux.

Toutefois, de par la proximité avec ceux-ci, un risque de **détérioration**, voire de **destruction**, de cette station, est à considérer. **Cet impact est qualifié de faible. Il s'agit d'un impact permanent.**

■ Dissémination d'espèces exotiques envahissantes (impact direct)

Trois espèces exotiques envahissantes sont présentes sur le site. L'une d'entre-elles est particulièrement concernée par l'emprise des travaux : le Robinier faux-acacia (*Robinia pseudoacacia*), présent sous la forme d'un bosquet de surface significative au centre de la zone d'étude.

Une autre station de Robinier, ponctuelle, est présente dans une zone destinée à accueillir des espaces végétalisés, en limite Sud-Est de la zone d'étude, où elle est accompagnée par le Solidage glabre (*Solidago gigantea*), également exotique envahissant.

Si les emprises des travaux impactent les stations de ces espèces, un **risque de dissémination** de celles-ci est à considérer. Il s'agit d'un **impact direct temporaire**. Il est **fort pour le Robinier au niveau du boisement** de par la forte représentation de l'espèce, et de **modéré pour l'autre station de Robinier et pour la station de Solidage glabre.**

Il est à noter que la dernière espèce exotique envahissante identifiée, la Vigne-Vierge (*Parthenocissus inserta*), n'est pas concernée par le projet.

2.3.1.2 Faune

■ Insectes

Compte-tenu des résultats des inventaires de terrain et de la nature des habitats en place sur le secteur d'étude, les enjeux entomologiques sont qualifiés de faibles sur l'ensemble de la zone d'étude.

La majorité des espèces observées sont communes à très communes et non menacées.

Les impacts bruts prévisibles de la phase chantier sur les insectes sont les suivants :

- **Destruction d'habitats d'insectes (impact direct)**

La réalisation des travaux va entraîner la suppression d'habitats utilisés par l'entomofaune (lépidoptères rhopalocères, orthoptères et odonates) : friches nitrophiles.

Cet habitat est bien représenté sur la zone d'étude, et une grande partie restera en place après les travaux, les individus auront donc des zones de substitution où se déplacer, **l'impact est donc qualifié de faible. Il s'agit d'un impact permanent.**

- **Destruction d'individus par les travaux (impact direct)**

Les travaux entraîneront un impact direct sur les individus par destruction d'œufs, de larves, voire d'imagos (adultes) au niveau des friches nitrophiles concernées par l'emprise du projet.

À noter que la destruction d'œufs et de larves concerne uniquement les orthoptères et les rhopalocères puisqu'aucune zone en eau favorable à la reproduction des odonates n'est présente au sein du site d'étude. Ainsi, aucun œuf ou larve d'odonate ne sera impacté.

Toutefois, les imagos d'odonates (une seule espèce observée sur le site) venant d'émerger pourront être impactés puisque les friches nitrophiles représentent des zones de maturation pour ce groupe. **L'impact est qualifié de faible. Il s'agit d'un impact permanent.**

- **Perturbation d'individus par l'éclairage du chantier (impact indirect)**

Lors de la phase de chantier, de multiples sources de perturbations sont émises et sont perçues par les insectes, en particulier l'éclairage du chantier si un tel dispositif est prévu la nuit. Cet éclairage peut affecter le cycle biologique des espèces.

Le projet s'inscrit dans un contexte agricole et urbanisé, en continuité d'une zone d'activité déjà existante. **L'impact de perturbation d'espèces d'insectes par l'éclairage lors de la phase de travaux est donc jugé faible. Il s'agit d'un impact temporaire.**

Amphibiens

Aucun amphibien n'a été observé sur la zone d'étude et les enjeux pour ce groupe ont été qualifiés de négligeables. **Aucun impact de la phase chantier sur les amphibiens n'est donc à considérer**.

Reptiles

Plusieurs individus de **Lézard des murailles** (*Podarcis muralis*), **Lézard des souches** (*Lacerta agilis*) et **Orvet fragile** (*Anguis fragilis*) ont été observés sur la zone d'étude : principalement au centre au niveau du roncier, en bordure du boisement, ainsi qu'au niveau des ourlets xéroclines au nord-est

Les deux espèces de Lézards sont concernées par l'article 2 de l'arrêté du 19 novembre 2007 fixant la liste des amphibiens et des reptiles représentés sur le territoire métropolitain protégés sur l'ensemble du territoire national et les modalités de leur protection. De ce fait, la destruction des individus et de leur habitat est interdite. L'Orvet fragile est quant à lui concerné par l'article 3 de ce même arrêté. La destruction des individus est également interdite.

- **Destruction des habitats d'espèces (impact direct)**

Dans le cadre du projet, la construction de bâtiments d'entreprise au nord de la zone risque d'entrainer une destruction d'habitats de reptiles.

De ce fait, **un risque de destruction des habitats du Lézard des murailles, Lézard des souches et Orvet fragile en phase chantier est à considérer.**

De par le statut de protection de ces espèces et de leurs habitats mais au vu de la faible surface impactée, **cet impact est qualifié de modéré. Il s'agit d'un impact permanent.**

- **Destruction directe d'individus, de pontes ou juvéniles (impact direct)**

De même, les travaux pourraient également entraîner une **destruction directe d'individus, pontes ou juvéniles** de Lézard des murailles, Lézard des souches ou Orvet fragile. **Il s'agit d'un impact direct permanent.** Une partie des habitats détruits n'ont pas fait l'objet d'observation d'individus de ces espèces, de ce fait **l'impact est qualifié de modéré.**

- **Perturbation d'individus pendant les travaux (impact indirect)**

Lors de la phase de chantier, de multiples sources de perturbation sont émises pouvant entrainer des nuisances affectant le comportement des individus (fuite notamment).

Les reptiles étant toutefois des animaux très mobiles, qui peuvent facilement s'éloigner des travaux, l'**impact de perturbation d'individus en phase chantier est jugé faible. Il s'agit d'un impact temporaire.**

■ Oiseaux

Les enjeux avifaunistiques ont été jugés modérés à forts localement au niveau des friches au centre, des lisières, haies et boisement. Les zones de cultures ont également un enjeu modéré suite à la nidification probable d'Œdicnème criard.

En période de nidification, 42 espèces ont été observées dont 33 sont nicheuses possibles, probables ou certaines.

En période internuptiale, 19 espèces ont été inventoriées.

Sur l'ensemble de l'étude, un total de 20 espèces patrimoniales a été inventorié.

Les espèces patrimoniales sont nicheuses principalement au niveau des différentes friches au centre (Linotte mélodieuse, Bruant jaune, Chardonneret élégant, Pouillot fitis par exemple), des cultures (Œdicnème criard) et au niveau des lisières du boisement (Fauvette des jardins).

Compte-tenu de la nature du projet, trois principaux impacts de la phase chantier sur l'avifaune sont à considérer :

- **Destruction des habitats d'espèces (impact direct)**

L'emprise des travaux à réaliser va concerner des habitats fréquentés par l'avifaune liée aux milieux semi-ouverts (dont plusieurs espèces patrimoniales : le Bruant jaune, le Chardonneret élégant, la Linotte mélodieuse,) mais également aux cultures (l'Alouette des champs, l'Œdicnème criard).

Un impact direct par destruction d'habitats de l'avifaune par les travaux est donc à considérer. Il est accentué en période de nidification. **Son intensité est jugée modérée pour l'ensemble des végétations de friches et les végétations ligneuses (boisement, haie).**

- **Destruction directe d'individus, œufs ou nichées par les travaux (impact direct)**

Les travaux de suppression de la végétation et de terrassement, s'ils sont réalisés en période de nidification, risquent d'engendrer la destruction de nids, œufs et juvéniles d'oiseaux (dont plusieurs espèces patrimoniales et d'autres espèces communes mais néanmoins protégées).

L'impact direct par destruction d'individus, d'œufs ou de nichées par les travaux du chantier est jugé modéré pour l'ensemble des végétations de friches et les végétations ligneuses (boisement, haie), concentrant l'abondance d'espèces patrimoniales la plus importante. Il est **faible** sur le reste de la zone. **Il s'agit d'un impact permanent.**

- **Perturbation d'individus à proximité du chantier (impact indirect)**

Les emprises des travaux sont proches d'habitats potentiels de nidification de l'avifaune et **un risque de dérangement** (d'espèces protégées et/ou patrimoniales notamment) **en période de nidification** du fait du bruit, de la circulation d'engins et de personnes **est également à prendre en compte.**

L'intensité de cet impact est jugée modérée. Il s'agit d'un impact temporaire.

■ Mammifères terrestres

Compte-tenu des résultats des inventaires et des habitats en place sur la zone d'étude, les enjeux pour les mammifères terrestres ont été qualifiés de globalement faibles. L'ensemble des espèces observée sur le site sont chassables.

- **Destruction des habitats de mammifères par les travaux (impact direct)**

La réalisation des travaux va entraîner la suppression d'habitats utilisés par la mammalofaune, en particulier des friches et le boisement.

L'impact du projet en phase travaux en termes de suppression des habitats des mammifères est qualifié faible. Il s'agit d'un impact permanent.

- **Destruction directe d'individus (impact direct)**

Au vu des espèces observées sur le site **l'impact du projet en phase travaux en termes de destruction directe d'individus peut être qualifié de faible** car celles-ci sont particulièrement mobiles et pourront se déplacer facilement hors de l'emprise des travaux**. Il s'agit d'un impact permanent.**

- **Perturbation d'individus à proximité du chantier (impact indirect)**

Lors de la phase de chantier, de multiples sources de perturbation sont émises et sont perçues par les mammifères (bruit, vibrations, etc.). Ces nuisances peuvent affecter le comportement des individus (fuite notamment).

Pour les raisons mentionnées ci-dessus, **l'impact de perturbation d'espèces lors de la phase de travaux est jugé faible. Il s'agit d'un impact temporaire.**

Chiroptères

Les enjeux chiroptérologiques ont été jugés modérés et localement fort au niveau des éléments structurants le paysage local (haies, boisements) ainsi qu'au niveau des différents arbres à cavités potentielles.

Compte-tenu de la nature du projet, trois principaux impacts sur les chiroptères sont à considérer :

- **Destruction d'habitats de chasse et de transit par les travaux (impact direct)**

Les travaux d'aménagement du site, notamment au nord avec la construction de bâtiments, en particulier les terrassements, vont entraîner la suppression des habitats en place dans l'emprise du projet.

Un risque de destruction d'habitats utilisés par les chiroptères est donc à considérer, notamment pour le boisement permettant l'alimentation et le déplacement des chauves-souris.

Au vu de la surface détruite (environ 100 mètres de lisière de boisement), cet impact est qualifié de modéré. Il s'agit d'un impact permanent.

- **Destruction directe en cas de suppression de gîtes (impact direct)**

Au total, 6 arbres à cavités potentielles pouvant être utilisés comme gîtes pour les chiroptères ont été inventoriés au sein du boisement. La construction de bâtiment niveau de celui-ci, entrainera la suppression de deux des arbres sur les six identifiés.

De ce fait, **un impact de destruction directe de chiroptères est à considérer. Il est modéré. Il s'agit d'un impact permanent.**

- **Perturbation de chiroptères par l'éclairage du chantier (impact direct)**

L'installation d'un éclairage nocturne du chantier, bien que localisé, pourrait engendrer une modification du comportement des chiroptères présents à proximité en créant, pour les espèces les plus sensibles une barrière lumineuse les déroutant de leur milieu de déplacement.

Le projet s'inscrit dans un contexte agricole et en partie urbanisé. Par conséquent, **l'impact de perturbation des chiroptères par l'éclaire du chantier est qualifié de modéré. Il s'agit d'un impact temporaire.**

2.3.1.3 Synthèse des impacts bruts de la phase chantier sur les habitats, la flore et la faune

Les impacts bruts de la phase chantier sont synthétisés dans le tableau suivant :

Tableau 3. Synthèse des impacts bruts de la phase chantier sur les habitats, la flore et la faune

Groupe	Nature de l'impact	Direct-Indirect	Intensité et durée de l'impact brut
Flore et Habitats	Suppression des végétations présente dans l'emprise des travaux	Direct	**Faible - permanent**
	Destruction de stations d'espèces végétales patrimoniales non protégées dans l'emprise des travaux	Direct	**Modéré - permanent**
	Détérioration de stations d'espèces végétales patrimoniales non protégées à proximité des travaux	Direct	**Faible - permanent**
	Dissémination d'espèces végétales exotiques envahissantes	Direct	Robinier faux-acacia au niveau du boisement : **Fort - temporaire** Stations ponctuelles de Robinier et de Solidage : **Modéré - temporaire**
Insectes	Destruction d'habitats d'insectes dans l'emprise des travaux	Direct	**Faible - permanent**
	Destruction d'individus par les travaux	Direct	**Faible - permanent**
	Perturbation d'individus par l'éclairage du chantier	Indirect	**Faible - temporaire**
Amphibiens	*Aucun impact significatif à considérer*		
Reptiles	Destruction d'habitats de reptiles dans l'emprise des travaux	Direct	**Modéré - permanent**
	Destruction d'individus, pontes et juvéniles par les travaux	Direct	**Modéré - permanent**
	Perturbation d'individus pendant les travaux	Indirect	**Faible - temporaire**
Oiseaux	Destruction d'habitats d'oiseaux par les travaux	Direct	Végétation de friche et ligneuse : **Modéré – permanent** Autre zone **: Faible - permanent**
	Destruction d'individus, œufs ou nichées par les travaux	Direct	Végétation de friche et ligneuse : **Modéré – permanent** Autre zone **: Faible - permanent**
	Perturbation d'individus à proximité du chantier	Indirect	**Modéré - temporaire**
Mam. terrestres	Destruction des habitats de mammifères	Direct	**Faible - permanent**
	Destruction directe d'individus	Direct	**Faible - permanent**
	Perturbation d'individus à proximité du chantier	Indirect	**Faible - temporaire**

Groupe	Nature de l'impact	Direct-Indirect	Intensité et durée de l'impact brut
Chiroptères	Destruction d'habitats de chasse et de transit par les travaux	Direct	**Modéré - permanent**
	Destruction directe en cas de suppression de gîtes	Direct	**Modéré - permanent**
	Perturbation de chiroptères par l'éclairage de chantier	Indirect	**Modéré - temporaire**

2.3.2 Mesures proposées pour éviter et réduire les impacts bruts de la phase chantier

2.3.2.1 Mesures d'évitement relatives à la phase chantier

■ E1.1a : Évitement des populations connues d'espèces protégées et/ou de leurs habitats

Impacts concernés :
- *Destruction d'habitats de reptiles (Lézard des souches, Lézard des murailles, Orvet fragile)*
- *Destruction d'individus de reptiles (Lézard des souches, Lézard des murailles, Orvet fragile)*
- *Destruction d'habitats d'oiseaux*
- *Destruction d'individus, œufs ou nichées par les travaux*
- *Perturbation d'individus d'oiseaux en période de nidification*

La zone d'ourlets xéroclines au nord-est, ainsi que la zone de roncier dans la partie nord, habitats principaux du Lézard des souches, du Lézards des murailles et de l'Orvet fragile, et où des individus de ces espèces ont été observés lors des inventaires, seront entièrement évitées pour le projet.

Concernant les oiseaux, la haie présente au centre-ouest du site sera également préservée.

■ E2.1a : Mise en place d'un balisage préventif des habitats et des espèces à enjeux

Impacts concernés :
- *Détérioration de stations d'espèces végétales patrimoniales (Bugle de Genève, Petite Spéculaire)*
- *Perturbation d'individus d'oiseaux à proximité du chantier*
- *Destruction d'habitats de reptiles (Lézard des souches, Lézard des murailles, Orvet fragile)*

En ce qui concerne la faune, la zone d'ourlet xéroclines au nord-est, ainsi que l'importante zone de ronciers, habitat des reptiles, évitées lors de la phase travaux, seront délimitées afin d'éviter tout risque de destruction d'individus.

Il en est de même pour la haie au centre-ouest.

En ce qui concerne la flore, la station de Bugle de Genève, localisée (selon les éléments de projet disponibles à la date de rédaction du présent document) dans un secteur concerné par de futurs espaces végétalisés, **devra faire l'objet d'un balisage visible et durable.**

Par ailleurs, si des stations de Petite Spéculaire sont retrouvées dans une situation similaire (secteur concerné par de futurs espaces végétalisés), ces stations feront également l'objet d'un balisage.

Ce balisage sera réalisé à l'aide de grillage de chantier en plastique coloré (orange), fixé par des piquets métalliques, et accompagné d'un panneau expliquant l'objectif du balisage.





Photo 1. Exemple de balisage d'habitat sensible

Il sera maintenu pendant toute la durée des travaux et régulièrement vérifié. Le personnel de chantier devra être informé de la nécessité de le respecter.

■ E2.1b : Adaptation du positionnement des zones de stockage / base-vie

Impacts concernés :

- *Suppression des végétations dans l'emprise des travaux*
- *Destruction de stations d'espèces végétales patrimoniales non protégées dans l'emprise des travaux*
- *Détérioration de stations d'espèces végétales patrimoniales non protégées à proximité des travaux*
- *Dissémination d'espèces végétales exotiques envahissantes*
- *Destruction d'habitats d'insectes*
- *Destruction d'habitats d'oiseaux*
- *Destruction d'individus, œufs ou nichées par les travaux*
- *Perturbation d'individus d'oiseaux en période de nidification*
- *Destruction d'habitat de reptiles*
- *Destruction d'individus de reptiles*
- *Destruction d'habitats de mammifères terrestres*
- *Destruction d'habitats de chasse et de déplacement de chiroptères*

Afin d'éviter un impact supplémentaire sur la faune (notamment l'avifaune) en phase chantier, les zones de stockage, les bases-vies, les aires de stationnement des engins, ou tout autre activité inhérente au chantier, seront positionnées sur des **habitats sans enjeux pour la flore et les habitats, et sans enjeux pour les différents groupes faunistiques, à savoir des zones déjà fortement anthropisées.**

Ces précautions permettront également de réduire l'impact sur les végétations en place, ainsi que sur les espèces patrimoniales non protégées situées dans l'emprise des travaux (ou à proximité), et sur le risque de dissémination du Robinier faux-acacia.

Les installations de chantier relatives à l'entretien des engins et la distribution de carburants, seront protégées contre tout risque d'infiltration et de pollution par des dispositifs qui seront définis par des services compétents tel qu'un écran étanche évitant toute infiltration.

De plus, il sera important de veiller à ce qu'aucun véhicule ne circule sur les milieux semi-naturels non détruits par le projet et qu'aucun stockage de matériel ou matériaux ne soit effectué sur les milieux naturels ou semi-naturels.

2.3.2.2 Mesures de réduction relatives à la phase chantier

■ R1.1a : Limitation/Adaptation des emprises des travaux et/ou des zones d'accès et/ou des zones de circulation des engins de chantier

■ R1.1b : Limitation des installations de chantier

Impacts concernés :

- *Suppression des végétations dans l'emprise des travaux*
- *Destruction de stations d'espèces végétales patrimoniales non protégées dans l'emprise des travaux*
- *Détérioration de stations d'espèces végétales patrimoniales non protégées à proximité des travaux*
- *Dissémination d'espèces végétales exotiques envahissantes*
- *Destruction d'habitats des insectes*
- *Destruction d'habitats d'oiseaux*
- *Perturbation d'individus d'oiseaux en période de nidification*
- *Destruction d'habitats des mammifères terrestres*
- *Destruction d'habitats de chasse et de déplacement de chiroptères*
- *Destruction d'habitats de reptiles*

Ces mesures ont pour objectifs de limiter au maximum l'impact des travaux, des zones d'accès et de circulation sur l'environnement en termes de destruction des végétations en place, de destruction / détérioration d'espèces végétales patrimoniales non protégées, de dissémination d'espèces exotiques envahissantes, de destruction/dérangement d'individus, altération d'habitats de l'avifaune, de l'entomofaune, de repiles, de la mammalofaune terrestre et des chiroptères.

Il est préférable d'utiliser le plus possible les voies et chemins déjà existants pour l'accès au chantier, même si cela implique détours ou contraintes. Il est également possible de construire une piste provisoire.

Les emprises des zones annexes devront elles aussi être dimensionnées aux stricts besoins du chantier et clairement délimitées sur place (y compris les chemins d'accès et zones de stockage).

Une délimitation précise et physique des zones de stockage de matériaux et des zones de passage des engins ou des hommes devra être mise en place afin de pas amplifier les impacts prévisibles. En outre, ces zones et passages devront être définis en amont de la phase chantier et des délimitations visibles seront installées. Une information auprès du personnel de chantier pourra aussi être réalisée afin de sensibiliser l'ensemble des intervenants.

Toutes les précautions d'usage relatives à la bonne tenue du chantier devront être prises durant les travaux (maintenance et entretien des engins, stockage des matériaux, délimitation du chantier, *etc.*).

■ R1.1c : Balisage préventif divers ou mise en défens (pour partie) d'un habitat d'une espèce patrimoniale, d'habitats d'espèces

Impacts concernés :

- *Dissémination d'espèces végétales exotiques envahissantes*
- *Destruction d'habitats d'oiseaux*
- *Destruction d'habitats d'insectes*
- *Destruction d'individus, œufs ou nichées par les travaux*
- *Perturbation d'individus d'oiseaux en période de nidification*
- *Destruction d'habitats de reptiles (Lézard des murailles)*
- *Destruction d'habitats de chasse et de déplacement de chiroptères*
- *Destruction d'habitats de mammifères terrestres*

Balisage des lisières du boisement, des friches et des haies non touchées par les travaux.

Ce balisage sera réalisé à l'aide de grillage de chantier en plastique coloré (orange), fixé par des piquets métalliques, et accompagné d'un panneau expliquant l'objectif du balisage.





Photo 2. Exemple de balisage d'habitat sensible

Il sera maintenu pendant toute la durée des travaux et régulièrement vérifié. Le personnel de chantier devra être informé de la nécessité de le respecter.

■ R2.1c : Optimiser la gestion des matériaux (déblais et remblais) en phase travaux

Impacts concernés :

- *Destruction d'habitats des insectes*
- *Destruction d'habitats d'oiseaux*
- *Perturbation d'individus d'oiseaux en période de nidification*
- *Destruction d'habitats de mammifères terrestres*
- *Destruction d'habitats de chasse et de déplacement de chiroptères*
- *Destruction d'habitats de reptiles*
- *Dissémination d'espèces végétales exotiques envahissantes*

L'objectif est de gérer le plus durablement possible les matériaux du chantier, limiter l'importation et l'exportation.

Plusieurs actions sont possibles, entre autres :

- Limitation / adaptation des besoins en matériaux,
- Réutilisation in situ, valorisation des matériaux (zones de dépôts pour les matériaux impropres, création de merlons pour consommer les matériaux, limitation des distances de transport, etc.),
- Limitation des excédents, des dépôts de matériaux (temporaires ou définitifs),
- Exportation des matériaux de déblais ex situ,
- Décapage sélectif des horizons du sol,
- Stockage différencié des terres décaissées (par horizons de sol) pour une réutilisation adaptée, in-situ ou ex-situ,

- Définition de modalités de stockages particulières (ex : hauteur, durée, etc.),
- En cas de stockage provisoire de dépôts, positionnement des stocks à proximité de la zone de déblais, éventuellement en plusieurs « tas »,
- En cas de stockage provisoire de dépôts, pose d'une bâche de protection sous/sur les dépôts et restauration si besoin,
- Identification des possibilités de valorisation des matériaux excédentaires sur d'autres projets connexes (besoins de remblais, réaménagement d'espaces dégradés, etc.),
- Dans le cas de dépôts définitifs, anticipation de la réhabilitation de la zone considérée et de sa réutilisation par des travaux adaptés.

La mise en œuvre de cette mesure pourra être complétée par le déploiement d'un plan d'élimination des déchets du chantier.

■ R.2.1f : Dispositif de lutte contre les espèces exotiques envahissantes (actions préventives)

Impacts concernés :
- *Dissémination d'espèces végétales exotiques envahissantes*

L'objectif de cette mesure est **de limiter la dissémination des espèces végétales exotiques envahissantes.** La problématique est d'autant plus présente lors des chantiers où le sol va être mis à nu. Il est alors indispensable de prendre des dispositions de prévention, éradication et confinement pour éviter la dissémination de ces espèces végétales invasives dans la zone de chantier et en périphérie.

En premier lieu, les travaux devront éviter autant que possible d'impacter les stations de ces espèces, en particulier le Robinier faux-acacia (*Robinia pseudoacacia*), qui constitue la majorité du boisement présent dans la zone d'étude.

Au sein de cette zone, les travaux devront être limités au strict indispensable. L'emprise devra être identifiée par un balisage visible avant le démarrage des travaux et le personnel de chantier devra être informé de la nécessité de respecter ce balisage.

Par ailleurs, les précautions particulières suivantes devront être prises :

- Réalisation des coupes et débroussaillages en dehors de la période de production des graines soit une réalisation en février / mars, en éliminant tous les résidus,
- Dessouchage et arrachage des racines pour éviter la repousse,
- Rebouchage des trous par le même type de matériau qu'aux environs,
- Évacuation sécurisée de tous les résidus vers un centre agréé (broyage préalable possible), avec bâchage des remorques et bennes de transport lors de l'acheminement vers le centre de traitement.
- Nettoyage de l'intégralité du matériel nécessaire à l'extraction des espèces exotiques envahissantes (outils, bennes, bâches et roues des véhicules, bottes et gants des intervenants, *etc.*).

Un broyage sur place avant évacuation est possible, sous réserve de prendre toutes les précautions nécessaires pour éviter la dissémination de fragments. D'autre part, si un stockage est nécessaire avant le traitement, les tas de déchets de coupe devront être bâchés.

Tout apports de matériaux (sable, terre végétale, paillage) utilisés dans les nouveaux aménagements devront être certifiés exempt de graines, tiges, fragments d'EEE par un laboratoire spécialisé.

Dans le cas du Solidage glabre, les mêmes précautions devront être prises.

Le respect de ces recommandations permettra réduire significativement les risques de dissémination ou d'implantation des espèces exotiques envahissantes en phase chantier.

Une autre possibilité, afin de tenter d'éradiquer le Robinier, serait de défricher la totalité du boisement où celui-ci est présent, et pas seulement l'emprise concernée par le projet.

La zone laissée libre serait alors à planter avec une densité importante, en utilisant des essences concurrentes se développant rapidement : Érable sycomore (*Acer pseudoplatanus*), Bouleau verruqueux (*Betula pendula*), Charme (*Carpinus betulus*), Noisetier (*Corylus avellana*), Saule marsault (*Salix caprea*) …

Attention : si les travaux de débroussaillage ne peuvent pas être réalisés à cette période (février/mars) suite à la nécessité de respecter un calendrier de travaux permettant de réduire les impacts sur d'autres espèces, notamment de faune, protégée et/ou menacée (voir mesure R.3.1a), des précautions supplémentaires devront être mises en œuvre pour éviter la dissémination des graines. La réalisation des débroussaillages devra alors être réalisée au moyen d'outils permettant de limiter la fragmentation des rémanents, et ramassage soigneux de l'ensemble des produits de coupe avec une attention particulière pour le ramassage des gousses de Robinier devront alors être effectués.

■ R2.1.k : Mise en place de dispositifs de limitation des nuisances envers la faune en phase travaux

Impacts concernés :

- *Destruction d'individus, œufs ou nichées d'oiseaux par les travaux*
- *Destruction d'individus de mammifères terrestres*
- *Destruction d'individus, de pontes et de juvéniles de reptiles*
- *Perturbation d'individus d'oiseaux en période de nidification (éclairage)*
- *Perturbation d'individus d'insectes à proximité du chantier (éclairage)*
- *Perturbation d'individus de mammifères terrestres à proximité du chantier (éclairage)*
- *Perturbation de chiroptères à proximité du chantier (éclairage)*

Le maître d'ouvrage et le maître d'œuvre veilleront lors de la phase chantier, à ce **qu'aucun aménagement même temporaire ne constitue de piège à grande échelle pour l'avifaune et les mammifères terrestres.** Ainsi, une attention particulière sera portée à fermer les poteaux creux, couvrir les trous divers pour éviter toute installation des espèces cavernicoles. Cela se traduit également par une sensibilisation des entreprises et un suivi de chantier rigoureux par des écologues.

Par ailleurs, dans le cas où le chantier est uniquement réalisé de jour, un éclairage est parfois déployé sur les aires de dépôt du matériel et la base vie la nuit pour des raisons de sécurité. Afin de ne pas nuire à la faune nocturne (oiseaux, insectes, mammifères dont chiroptères), notamment présente à l'Ouest du site d'étude, il sera nécessaire de n'appliquer **aucun éclairage nocturne continu sur l'ensemble de ces zones**.

Un **éclairage ponctuel** pourra être installé localement sur les zones sensibles en termes de **sécurité**. Les systèmes **d'éclairage par détection de présence** seront alors à privilégier.

■ R.2.1n Flore : Récupération et transfert d'une partie du milieu naturel (déplacement d'espèces végétales patrimoniales)

Impacts concernés :
- *Destruction de stations d'espèces végétales patrimoniales non protégées dans l'emprise des travaux (Réséda raiponce, Petite Spéculaire)*

L'emprise du projet concerne des stations de Réséda raiponce (*Reseda phyteuma*), espèce végétale patrimoniale non protégée. Des stations de Petite Spéculaire (*Legousia hybrida*) pourraient également être concernées, si l'espèce est retrouvée lors de la recherche spécifique menée avant le début des travaux. Les travaux vont engendrer la destruction de ces stations.

Afin de réduire cet impact, les stations concernées devront être déplacée dans un milieu favorable à proximité (par exemple au niveau des espaces végétalisés).

Le déplacement sera réalisé par prélèvement du substrat contenant les pieds et la majeure partie du système racinaire. Ce déplacement pourra être complété par une récolte de graines en période de fructification (juin à septembre globalement), suivie d'un semi en octobre suivant cette récolte.

■ R.2.1o : Prélèvement ou sauvetage de spécimens de reptiles

Impacts concernés :
- *Destruction d'individus de reptiles (Lézard des souches, Lézard des murailles et Orvet fragile)*

L'objectif principal est d'éviter la destruction d'individus de Lézard des murailles, de Lézard des souches et d'Orvet fragile.

Pour réduire au maximum l'impact en phase chantier sur ces espèces, avant le terrassement, une vérification de la présence de reptiles sera réalisée.

Selon les modalités de limitation et d'adaptation des emprises des travaux et/ou des zones d'accès et/ou des zones de circulation des engins de chantier, une barrière anti-retour pourra être mise en place autour des zones favorables à ces trois espèces de reptiles. Cette barrière sera installée en amont du début des travaux. Elle permettra d'éviter tout retour d'individu sortant de la zone d'étude dans le but de limiter au maximum le nombre d'individus sur la zone.

Dans le cas où des individus seraient encore présents dans la zone de travaux, une capture et un transfert des spécimens seront effectués vers des habitats correspondant à leurs exigences écologiques. Ces captures/relâchés pourront se réaliser régulièrement pendant la durée des travaux.

Selon le planning des travaux, la capture des reptiles aura lieu aux périodes favorables, notamment en période estivale. Pour réaliser cette capture, plusieurs méthodes pourront être réalisées.

Dans le cadre de certaines études menées par le CNRS pour le projet ECTOPYR ou pour le plan national d'actions en faveur du Lézard des Pyrénées (*Iberolacerta bonnali*), des captures manuelles ont été réalisées au moyen d'une baguette terminée par une nœud coulant. Dans le cadre de la réalisation d'une campagne de sauvegarde du Lézard ocellé (*Timon lepidus*), la capture s'est faite par la mise en place de tubes sur le site.

De plus, des plaques à reptiles devront également être mises en place sur la zone d'étude. En effet, cette méthode concernera les Orvets mais également les Lézards. La capture des individus sous les plaques pourra se faire au matin lorsque les individus sont le plus susceptibles d'être sous les plaques à reptiles utilisées pour leur thermorégulation.



Photo 3. Mesure compensatoire pour le lézard ocellé - Piège à tube (La Compagnie des Forestiers)



Photo 4. Capture d'un lézard des murailles dans le cadre du projet ECTOPYR (CNRS images)



Photo 5. Capture d'un lézard des murailles dans le cadre d'ECTOPYR (CNRS images)

Le Lézard des murailles, le Lézard des souches et l'Orvet fragile étant des espèces protégées (au titre de l'article 2 ou de l'article 3 de l'arrêté du 8 janvier 2021 fixant la liste des amphibiens et des reptiles représentés sur le territoire métropolitain protégés sur l'ensemble du territoire national et les modalités de leur protection), **leur capture et leur déplacement sont interdits.**

De ce fait, une demande de dérogation à l'interdiction de capture et au déplacement de ces espèces devra être faite.

■ R2.1o : Prélèvement ou sauvetage avant destruction de spécimens de chiroptères

Impacts concernés :
- *Destruction d'individus de chiroptères en cas de suppression de gîte*

Afin de réduire le risque de destruction de chiroptères dans leur gîte arboricole lors des opérations de défrichement et d'abattage d'arbres, un contrôle par un écologue en amont de ces opérations sera réalisé.

Ce contrôle consistera dans un premier temps à identifier et marquer les arbres à cavités favorables aux chiroptères. Il sera opéré de préférence lorsque les arbres sont dépourvus de feuilles pour une meilleure visibilité. Le marquage se fera à la bombe de chantier et suivra le marquage conventionnel à savoir un triangle inversé chamois. Les arbres non marqués pourront être abattus. Les arbres à cavités déjà identifiés pendant l'étude feront partis des arbres marqués.

Dans un second temps, lors des opérations d'abattage, un contrôle le plus exhaustif possible des cavités des arbres marqués sera opéré afin de détecter la présence/absence de chiroptères à l'aide notamment d'un endoscope. Tout autre moyen utile sera employé.

- Dans le cas où aucun individu n'est détecté, le principe de précaution sera appliqué puisque certaines chauves-souris se gîtent très profondément dans les cavités. Ainsi, les périodes de reproduction et d'hibernation seront évitées de fait : du 1er mai au 15 août pour la période de parturition et d'élevage des jeunes et du 15 novembre au 15 mars pour la période d'hibernation.
- De plus, l'arbre sera tronçonné au pied et maintenu durant l'abattage par un engin. L'arbre coupé sera ensuite déposé au sol et ne sera débité qu'à partir du lendemain, le temps que les éventuels chiroptères présents s'en échappent.

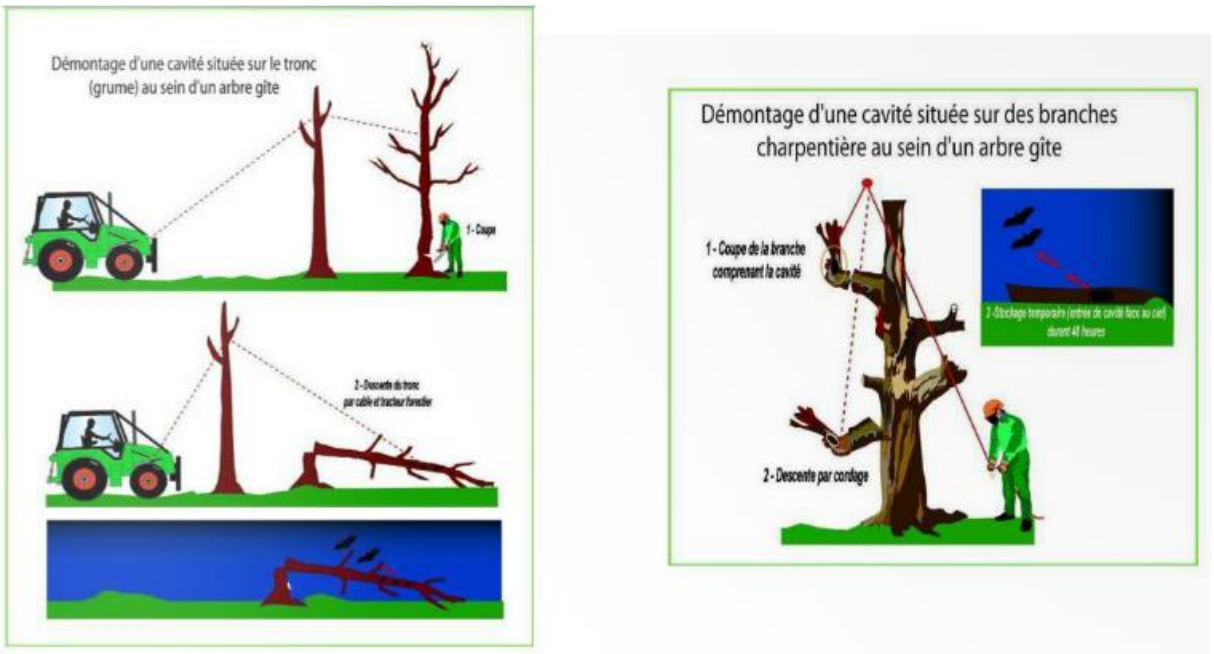


Figure 2. Précautions lors de l'abattage d'arbres potentiellement favorables aux chiroptères (source : *SFEPM*)

- Dans le cas où des individus sont détectés, deux cas de figure se présentent :
  - **En période sensible** (du 1er mai au 15 août et du 15 novembre au 31 mars), les arbres visés par les opérations devront être temporairement épargnés tout au long de la période en question. L'abattage pourra ainsi être réalisé en septembre / octobre.
  - **En dehors des périodes sensibles**, un dispositif anti-retour sera installé à l'entrée des cavités concernées. Cela permettra aux individus de quitter leur gîte sans pouvoir y revenir. Installé plusieurs jours, ce dispositif permettra de vider les cavités de la totalité des occupants.

L'ensemble des espèces de chiroptères sont des espèces protégées (au titre de l'article 2 de l'arrêté du 23 avril 2007 fixant la liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection **leur capture et leur déplacement sont interdits.**

De ce fait, une demande de dérogation à l'interdiction de capture et au déplacement de ces espèces devra être faite.

■ R2.1p : Gestion écologique temporaire des habitats dans la zone d'emprise des travaux – « Débroussaillage doux »

Impacts concernés :
- *Destruction d'habitats des insectes*
- *Destruction d'habitats de reptiles*
- *Destruction d'habitats d'oiseaux*
- *Destruction d'habitats des mammifères terrestres*
- *Destruction d'habitats de chasse, de transit et de gîte de chiroptères*
- *Destruction d'individus, œufs ou nichées d'oiseaux par les travaux*
- *Destruction d'individus d'insectes*
- *Destruction d'individus de reptiles*
- *Destruction d'individus de mammifères terrestres*
- *Perturbation d'individus d'oiseaux en période de nidification*

Absence totale d'utilisation de produits phytosanitaires, et utilisation de débroussailleuse thermique et de tronçonneuse pour les travaux de suppression des végétations ligneuses.

■ R.3.1a : Adaptation de la période des travaux sur l'année – Réduction temporelle en phase travaux / R.2.1i : Dispositif permettant d'éloigner les espèces à enjeux et/ou limitant leur installation

Impacts concernés :
- *Destruction d'individus d'insectes*
- *Destruction d'individus, œufs ou nichées d'oiseaux par les travaux*
- *Destruction d'individus, de pontes et de juvéniles de reptiles*
- *Destruction d'individus de mammifères terrestres*
- *Destruction directe d'individus par suppression de gîtes*
- *Perturbation d'individus d'oiseaux en période de nidification*
- *Perturbation d'individus de mammifères terrestres*

1) L'objectif principal est d'éviter la destruction d'individus et le dérangement des espèces en décalant certaines étapes les plus impactantes en dehors des périodes pendant lesquelles les espèces faunistiques sont les plus vulnérables.

Pour réduire au maximum l'impact en phase chantier sur l'avifaune nicheuse, les travaux de **suppression des végétations ligneuses** ainsi que les **travaux lourds générateurs de bruit** ne devront **pas commencer entre début mars et mi-août**.

Pour réduire au maximum l'impact en phase chantier sur les chiroptères, ces mêmes travaux ne devront **pas commencer entre mi-mai et mi-août (afin d'éviter la période de parturition et de mise bas des chauves-souris) et également entre début novembre et fin février (afin d'éviter la période d'hibernation de ces espèces).**

Enfin, **pour réduire au maximum l'impact en phase chantier sur les reptiles,** ces mêmes travaux ne devront **pas commencer entre début novembre et fin mars (afin d'éviter la période d'hibernation des reptiles), et de début avril à fin août (afin d'éviter la période de reproduction, d'incubation des œufs et d'émancipation des jeunes).**

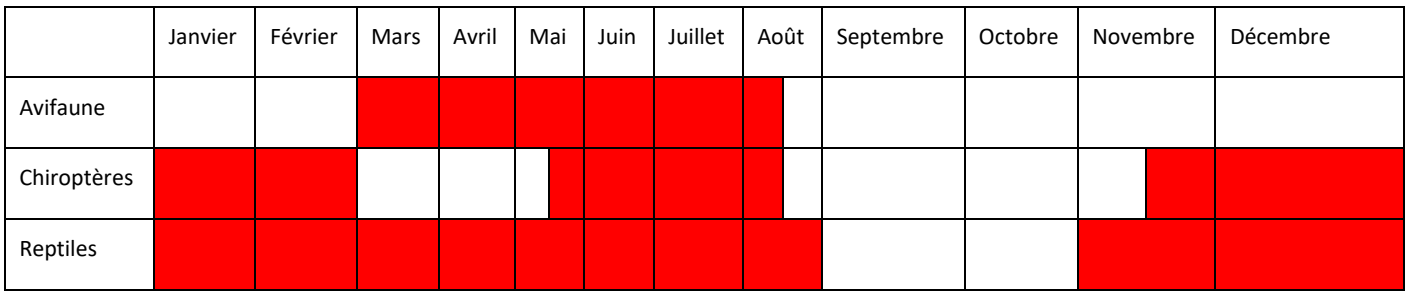


Figure 3. Calendrier des périodes de sensibilité des espèces à enjeux

Légende : rouge = période de sensibilité absolue, impliquant une période à proscrire pour les travaux de défrichement ; blanc : période propice aux travaux sous conditions.

Par la suite, les travaux de terrassement une fois le défrichement/déboisement réalisé, devront être effectués selon le calendrier ci-dessous :



Figure 4. Calendrier des périodes de démarrage des travaux

Légende : rouge = période à proscrire pour les travaux ; vert : période favorable aux travaux.

2) De plus, si les terrassements n'ont pas lieu dans la continuité des déboisements et débroussaillages, les terrains seront maintenus en l'état afin d'être inhospitaliers pour la faune (maintien d'une végétation basse). Dans le cas où les travaux ne sont pas prévus dans l'année suivant le défrichement, la réalisation d'un entretien une fois par an entre septembre et octobre sera réalisé jusqu'à l'année de prévision des travaux. Dans le cas où les opérations de génie civil sont prévues dans l'année suivant l'hiver durant lequel le défrichement a été réalisé, un débroussaillage accompagné d'un travail du sol en surface sera réalisé dès que la végétation dépasse 20 cm afin de maintenir le secteur défavorable à la faune en prévision des travaux. Cet entretien sera réalisé de manière centrifuge afin de permettre à la faune de fuir le cas échéant.

■ R3.1b : Adaptation des horaires des travaux sur l'année – Réduction temporelle en phase travaux

Impacts concernés :

- *Destruction d'individus, œufs ou nichées d'oiseaux par les travaux*
- *Destruction d'individus, de pontes et de juvéniles de reptiles*
- *Destruction d'individus de mammifères terrestres*
- *Perturbation d'individus de chiroptères*
- *Perturbation d'individus d'oiseaux en période de nidification*
- *Perturbation d'individus de mammifères terrestres*
- *Perturbation d'individus de reptiles*

Ces adaptations des horaires de travaux visent à éviter les moments (les heures) pendant lesquelles les espèces sont les plus actives.

Par exemple, concernant les chiroptères, un travail de nuit doit être évité à proximité des lisières, des boisements, des haies et des gîtes.

2.3.3 Évaluation des impacts résiduels de la phase chantier après mesures d'évitement et de réduction

Les impacts résiduels de la phase chantier après mesures d'évitement et de réduction sont synthétisés dans le tableau suivant.

Il apparaît que les mesures d'évitement et de réduction d'impact, si elles sont correctement mises en œuvre, permettront de **réduire les impacts résiduels de la phase chantier à un niveau très faible**, y compris pour les groupes comportant des espèces protégées (reptiles, oiseaux, chiroptères).

Par conséquent, la mise en œuvre de mesures compensatoires n'apparaît pas nécessaire.

Tableau 4. Évaluation des impacts résiduels de la phase chantier sur les habitats, la flore et la faune après mesures d'évitement et de réduction d'impact

Groupe	Nature de l'impact	Direct - indirect	Intensité et durée de l'impact brut	Mesures E et R	Intensité de l'impact résiduel
Flore/Habitats	Suppression des végétations présente dans l'emprise des travaux	Direct	Faible - permanent	E2.1b : Adaptation du positionnement des zones de stockage / base-vie R1.1a : Limitation/Adaptation des emprises des travaux et/ou des zones d'accès et/ou des zones de circulation des engins de chantier R1.1b : Limitation des installations de chantier	**Très faible et non significatif**
	Destruction de stations d'espèces végétales patrimoniales non protégées dans l'emprise des travaux	Direct	Modéré - permanent	E2.1b : Adaptation du positionnement des zones de stockage / base-vie R1.1a : Limitation/Adaptation des emprises des travaux et/ou des zones d'accès et/ou des zones de circulation des engins de chantier R1.1b : Limitation des installations de chantier R.2.1n Flore : Récupération et transfert d'une partie du milieu naturel (déplacement d'espèces végétales patrimoniales)	**Très faible et non significatif**
	Détérioration de stations d'espèces végétales patrimoniales non protégées à proximité des travaux	Direct	Faible - permanent	E2.1a : Mise en place d'un balisage préventif des habitats et des espèces à enjeux E2.1b : Adaptation du positionnement des zones de stockage / base-vie R1.1a : Limitation/Adaptation des emprises des travaux et/ou des zones d'accès et/ou des zones de circulation des engins de chantier R1.1b : Limitation des installations de chantier	**Très faible et non significatif**
	Dissémination d'espèces végétales exotiques envahissantes	Direct	Robinier faux-acacia au niveau du boisement : Fort - temporaire Stations ponctuelles de Robinier et de Solidage : Modéré - temporaire	E2.1b : Adaptation du positionnement des zones de stockage / base-vie R1.1a : Limitation/Adaptation des emprises des travaux et/ou des zones d'accès et/ou des zones de circulation des engins de chantier R1.1b : Limitation des installations de chantier R2.1c : Optimiser la gestion des matériaux (déblais et remblais) en phase travaux R.2.1f : Dispositif de lutte contre les espèces exotiques envahissantes (actions préventives)	**Très faible et non significatif**
Insectes	Destruction d'habitats d'insectes dans l'emprise des travaux	Direct	Faible - permanent	E2.1b : Adaptation du positionnement des zones de stockage / base-vie R1.1a : Limitation/Adaptation des emprises des travaux et/ou des zones d'accès et/ou des zones de circulation des engins de chantier R1.1b : Limitation des installations de chantier	**Très faible et non significatif**

Groupe	Nature de l'impact	Direct - indirect	Intensité et durée de l'impact brut	Mesures E et R	Intensité de l'impact résiduel
				R1.1c : Balisage préventif divers ou mise en défens d'un habitat d'une espèce patrimoniale, d'habitats d'espèces R2.1c : Optimiser la gestion des matériaux (déblais et remblais) en phase travaux R2.1p : Gestion écologique temporaire des habitats dans la zone d'emprise des travaux	
	Destruction d'individus par les travaux	Direct	Faible - permanent	R2.1p : Gestion écologique temporaire des habitats dans la zone d'emprise des travaux R3.1a : Adaptation des horaires des travaux sur l'année R2.1i : Dispositif permettant d'éloigner les espèces à enjeux et/ou limitant leur installation	**Très faible et non significatif**
	Perturbation d'individus par l'éclairage du chantier	Indirect	Faible - temporaire	R2.1k : Mise en place de dispositifs de limitation des nuisances envers la faune en phase travaux	**Très faible et non significatif**
Reptiles	Destruction d'habitats de reptiles dans l'emprise des travaux	Direct	Modéré - permanent	E1.1a : Évitement des populations connues d'espèces protégées et/ou de leurs habitats E2.1a : Mise en place d'un balisage préventif des habitats et des espèces à enjeux E2.1b : Adaptation du positionnement des zones de stockage / base-vie R1.1a : Limitation/Adaptation des emprises des travaux et/ou des zones d'accès et/ou des zones de circulation des engins de chantier R1.1b : Limitation des installations de chantier R1.1c : Balisage préventif divers ou mise en défens d'un habitat d'une espèce patrimoniale, d'habitat d'espèces R2.1p : Gestion écologique temporaires des habitats dans la zone d'emprise des travaux	**Très faible et non significatif**

Groupe	Nature de l'impact	Direct - indirect	Intensité et durée de l'impact brut	Mesures E et R	Intensité de l'impact résiduel
	Destruction d'individus, pontes et juvéniles par les travaux	Direct	Modéré - permanent	E1.1a : Évitement des populations connues d'espèces protégées et/ou de leurs habitats E2.1b : Adaptation du positionnement des zones de stockage / base-vie R1.1c : Balisage préventif divers ou mise en défens d'un habitat d'une espèce patrimoniale, d'habitat d'espèces R2.1c : Optimiser la gestion des matériaux (déblais et remblais) en phase travaux R2.1k : Mise en place de dispositifs de limitation des nuisances envers la faune en phase travaux R2.1o : Prélèvement ou sauvetage de spécimens de reptiles R2.1p : Gestion écologique temporaires des habitats dans la zone d'emprise des travaux R2.1i : Dispositif permettant d'éloigner les espèces à enjeux et/ou limitant leur installation R3.1a : Adaptation de la période des travaux sur l'année R3.1b : Adaptation des horaires des travaux sur l'année	**Très faible et non significatif**
	Perturbation d'individus pendant les travaux	Indirect	Faible - temporaire	R3.1b : Adaptation des horaires des travaux sur l'année	**Très faible et non significatif**
Amphibiens	*Aucun impact significatif à considérer*				
Oiseaux	Destruction d'habitats d'oiseaux par les travaux	Direct	Végétation de friche et ligneuse : Modéré – permanent Autre zone : Faible - permanent	E1.1a : Évitement des populations connues d'espèces protégées et/ou de leurs habitats E2.1a : Mise en place d'un balisage préventif des habitats et des espèces à enjeux E2.1b : Adaptation du positionnement des zones de stockage / base-vie R1.1a : Limitation/Adaptation des emprises des travaux et/ou des zones d'accès et/ou des zones de circulation des engins de chantier R1.1b : Limitation des installations de chantier R1.1c : Balisage préventif divers ou mise en défens d'un habitat d'une espèce patrimoniale, d'habitat d'espèces	**Très faible et non significatif**

Groupe	Nature de l'impact	Direct - indirect	Intensité et durée de l'impact brut	Mesures E et R	Intensité de l'impact résiduel
				R2.1c : Optimiser la gestion des matériaux (déblais et remblais) en phase travaux R2.1p : Gestion écologique temporaires des habitats dans la zone d'emprise des travaux	
	Destruction d'individus, œufs ou nichées par les travaux	Direct	Végétation de friche et ligneuse : Modéré – permanent Autre zone : Faible - permanent	E2.1a : Mise en place d'un balisage préventif des habitats et des espèces à enjeux E2.1b : Adaptation du positionnement des zones de stockage / base-vie R1.1c : Balisage préventif divers ou mise en défens d'un habitat d'une espèce patrimoniale, d'habitat d'espèces R2.1k : Mise en place de dispositifs de limitation des nuisances envers la faune en phase travaux R2.1p : Gestion écologique temporaires des habitats dans la zone d'emprise des travaux R3.1a : Adaptation de la période des travaux sur l'année R2.1i : Dispositif permettant d'éloigner les espèces à enjeux et/ou limitant leur installation R3.1b : Adaptation des horaires des travaux sur l'année	**Très faible et non significatif**
	Perturbation d'individus à proximité du chantier	Indirect	Modéré - temporaire	E2.1a : Mise en place d'un balisage préventif des habitats et des espèces à enjeux E2.1b : Adaptation du positionnement des zones de stockage / base-vie R1.1a : Limitation/Adaptation des emprises des travaux et/ou des zones d'accès et/ou des zones de circulation des engins de chantier R1.1b : Limitation des installations de chantier R1.1c : Balisage préventif divers ou mise en défens d'un habitat d'une espèce patrimoniale, d'habitat d'espèces R2.1c : Optimiser la gestion des matériaux (déblais et remblais) en phase travaux R2.1k : Mise en place de dispositifs de limitation des nuisances envers la faune en phase travaux R2.1p : Gestion écologique temporaires des habitats dans la zone d'emprise des travaux R3.1a : Adaptation de la période des travaux sur l'année R2.1i : Dispositif permettant d'éloigner les espèces à enjeux et/ou limitant leur installation R3.1b : Adaptation des horaires des travaux sur l'année	**Très faible et non significatif**

Groupe	Nature de l'impact	Direct - indirect	Intensité et durée de l'impact brut	Mesures E et R	Intensité de l'impact résiduel
Mammifères terrestres	Destruction des habitats de mammifères	Direct	Faible - permanent	E2.1b : Adaptation du positionnement des zones de stockage / base-vie R1.1a : Limitation/Adaptation des emprises des travaux et/ou des zones d'accès et/ou des zones de circulation des engins de chantier R1.1b : Limitation des installations de chantier R1.1c : Balisage préventif divers ou mise en défens d'un habitat d'une espèce patrimoniale, d'habitat d'espèces R2.1c : Optimiser la gestion des matériaux (déblais et remblais) en phase travaux R2.1p : Gestion écologique temporaires des habitats dans la zone d'emprise des travaux	**Très faible et non significatif**
	Destruction directe d'individus	Direct	Faible - permanent	R2.1k : Mise en place de dispositifs de limitation des nuisances envers la faune en phase travaux R2.1p : Gestion écologique temporaires des habitats dans la zone d'emprise des travaux R3.1a : Adaptation de la période des travaux sur l'année R2.1i : Dispositif permettant d'éloigner les espèces à enjeux et/ou limitant leur installation R3.1b : Adaptation des horaires des travaux sur l'année	**Très faible et non significatif**
	Perturbation d'individus à proximité du chantier	Indirect	Faible - temporaire	R3.1a : Adaptation de la période des travaux sur l'année R2.1k : Mise en place de dispositifs de limitation des nuisances envers la faune en phase travaux R2.1i : Dispositif permettant d'éloigner les espèces à enjeux et/ou limitant leur installation R3.1b : Adaptation des horaires des travaux sur l'année	**Très faible et non significatif**
Chiroptères	Destruction d'habitats de chasse et de transit par les travaux	Direct	Modéré - permanent	E2.1b : Adaptation du positionnement des zones de stockage / base-vie R1.1a : Limitation/Adaptation des emprises des travaux et/ou des zones d'accès et/ou des zones de circulation des engins de chantier R1.1b : Limitation des installations de chantier R1.1c : Balisage préventif divers ou mise en défens d'un habitat d'une espèce patrimoniale, d'habitat d'espèces R2.1c : Optimiser la gestion des matériaux (déblais et remblais) en phase travaux	**Très faible et non significatif**

Groupe	Nature de l'impact	Direct - indirect	Intensité et durée de l'impact brut	Mesures E et R	Intensité de l'impact résiduel
				R2.1p : Gestion écologique temporaires des habitats dans la zone d'emprise des travaux	
	Destruction directe en cas de suppression de gîtes	Direct	Modéré - permanent	R2.1o : Prélèvement ou sauvetage avant destruction de spécimens de chiroptères R3.1a : Adaptation de la période des travaux sur l'année R2.1i : Dispositif permettant d'éloigner les espèces à enjeux et/ou limitant leur installation	**Très faible et non significatif**
	Perturbation de chiroptères par l'éclairage de chantier	Indirect	Modéré - temporaire	R2.1k : Mise en place de dispositifs de limitation des nuisances envers la faune en phase travaux R3.1b : Adaptation des horaires des travaux sur l'année	**Très faible et non significatif**

2.4 Phase d'exploitation : évaluation des impacts bruts et définition des mesures d'évitement et de réduction d'impact

2.4.1 Évaluation des impacts bruts de la phase d'exploitation

2.4.1.1 Habitats et flore

Les détails de l'aménagement des zones non bâties, notamment des espaces verts, ne sont pas connus à la date de rédaction du présent document. Néanmoins il est probable que divers espaces végétalisés soient installés : zones enherbées, massifs arbustifs, arbres d'alignement, etc.

Un ensemble d'ouvrages destinés à la gestion des eaux pluviales sera également probablement mis en place.

Compte-tenu du contexte global dans lequel s'inscrit le projet, aucun impact négatif significatif en phase d'exploitation sur la flore et les habitats n'est à considérer.

2.4.1.2 Faune

■ Insectes

- **Perturbation et/ou destruction d'individus d'insectes par l'entretien de la végétation (impact direct)**

L'entretien de la végétation liée aux futurs aménagements (espaces verts au sens large) pourrait avoir un impact sur les peuplements entomologiques par destruction d'œufs, de larves ou de spécimens, en fonction des modalités de réalisation.

Compte-tenu du contexte global dans lequel s'inscrit le projet, cet impact est qualifié de modéré.

- **Perturbation des insectes nocturnes par l'éclairage (impact direct)**

En cas de mise en place d'un éclairage des futurs aménagements, celui-ci est susceptible d'avoir un impact significatif sur l'entomofaune nocturne par perturbation.

En effet, ces espèces sont attirées par les rayons ultraviolets émis par les lampes, avec pour conséquence une augmentation de la mortalité suite à l'épuisement occasionné par cette attirance. La chaîne alimentaire basée sur ces insectes s'en trouve alors également touchée (espèces insectivores telles que les oiseaux ou les chauves-souris).

Le projet étant situé dans un secteur en partie rural, malgré son intégration en continuité d'une zone d'activité, l'impact de l'installation de nouvelles sources lumineuses sur l'entomofaune est considéré comme modéré.

■ Amphibiens

Aucun amphibien n'a été observé sur la zone d'étude et les enjeux pour ce groupe ont été qualifiés de négligeables. **Aucun impact de la phase d'exploitation sur les amphibiens n'est donc à considérer.**

Reptiles

- **Perturbation et/ou destruction d'individus de reptiles par l'entretien de la végétation (impact direct)**

L'entretien de la végétation liée aux futurs aménagements (espaces verts au sens large) pourrait avoir un impact sur les reptiles par destruction d'individus en fonction des modalités de réalisation.

Compte-tenu du contexte global dans lequel s'inscrit le projet, et des espèces présentes cet impact est qualifié de modéré.

Oiseaux

- **Perturbation des oiseaux par l'éclairage (impact direct)**

L'augmentation de l'éclairage nocturne dans le cadre de la réalisation du projet pourra avoir une incidence sur l'avifaune migratrice qui est fortement perturbée par les lumières artificielles, celles-ci les déroutant parfois de leur trajet initial. Une fatigue supplémentaire peut donc en résulter pouvant parfois aller jusqu'à la mort par épuisement

Le projet étant situé dans un secteur en partie rural, malgré son intégration en continuité d'une zone d'activité, l'impact de l'installation de nouvelles sources lumineuses sur les oiseaux nocturnes est considéré comme modéré.

Mammifères terrestres

- **Fragmentation des populations de mammifères terrestres (impact indirect)**

La réalisation du projet pourrait engendrer une rupture des continuités écologiques pour les mammifères terrestres. Cette rupture peut entraîner une fragmentation des populations, avec les conséquences associées (réduction des effectifs, augmentation de la vulnérabilité aux risques, appauvrissement génétique, *etc*.).

Compte-tenu des espèces observées l'impact de la fragmentation des populations de mammifères terrestres en phase d'exploitation est donc jugé faible.

- **Perturbation et/ou destruction d'individus de mammifères par l'entretien de la végétation (impact direct)**

L'entretien de la végétation liée aux futurs aménagements (espaces verts au sens large) pourrait avoir un impact sur les mammifères, par destruction d'individus en fonction des modalités de réalisation.

Compte-tenu du contexte global dans lequel s'inscrit le projet cet impact est qualifié de faible.

Chiroptères

- **Perturbation des chiroptères par l'éclairage (impact direct)**

L'installation d'un nouvel éclairage dans le cadre de la réalisation du projet pourrait engendrer une modification du comportement des chiroptères présents à proximité en créant, pour les espèces les plus sensibles, une barrière lumineuse les déroutant de leur milieu de déplacement.

Le projet étant situé dans un secteur encore agricole malgré son intégration en continuité d'une zone d'activité, l'impact de l'installation de nouvelles sources lumineuses sur les chiroptères est considéré comme modéré.

2.4.1.3 Synthèse des impacts bruts de la phase d'exploitation sur les habitats, la flore et la faune

Les impacts bruts de la phase d'exploitation sont synthétisés dans le tableau suivant :

Tableau 5. Synthèse des impacts bruts de la phase d'exploitation sur les habitats, la flore et la faune

Groupe	Nature de l'impact	Direct - indirect	Intensité et durée de l'impact brut
Habitats et flore	*Aucun impact significatif à considérer*		
Insectes	Perturbation et/ou destruction d'individus d'insectes par l'entretien de la végétation	**Direct**	**Modéré / Permanent**
	Perturbation des insectes nocturnes par l'éclairage	**Direct**	**Modéré / Permanent**
Reptiles	Perturbation et/ou destruction d'individus de reptiles par l'entretien de la végétation	**Direct**	**Modéré / Permanent**
Amphibiens	*Aucun impact significatif à considérer*		
Oiseaux	Perturbation des oiseaux par l'éclairage nocturne en phase d'exploitation	**Direct**	**Modéré / Permanent**
Mammifères terrestres	Fragmentation des populations de mammifères terrestres	**Indirect**	**Faible / Permanent**
	Perturbation et/ou destruction d'individus de mammifères par l'entretien de la végétation	**Direct**	**Faible / Permanent**
Chiroptères	Perturbation de chiroptères par l'éclairage	**Direct**	**Modéré / Permanent**

2.4.2 Mesures proposées pour éviter et réduire les impacts bruts de la phase d'exploitation

2.4.2.1 Mesures d'évitement

■ E.3.2a : Absence totale d'utilisation de produits phytosanitaires et de tout produit polluant susceptible d'impacter négativement le milieu

Impacts concernés :

- *Perturbation et/ou destruction d'individus d'insectes par l'entretien des espaces verts*
- *Perturbation et/ou destruction d'individus de reptiles par l'entretien de la végétation**
- *Perturbation et/ou destruction d'individus de mammifères par l'entretien de la végétation*

Aucun produit biocide ne devra être utilisé dans le cadre de l'entretien des espaces verts. L'entretien des végétations qui s'y développeront devra être réalisé avec une vocation écologique (hors des points nécessitant un entretien plus intensif pour des raisons de sécurité).

2.4.2.2 Mesures de réduction

■ R.2.2c Dispositif de limitation des nuisances envers la faune en phase exploitation (adaptation de l'éclairage)

Impacts concernés :

- *Perturbation d'individus d'oiseaux par l'éclairage nocturne en phase d'exploitation*
- *Perturbation des insectes nocturnes par l'éclairage*
- *Perturbation de chiroptères en phase d'exploitation*
- *Perturbation de mammifères terrestres en phase d'exploitation*

Des mesures de réduction devront être prises pour limiter l'effet de l'éclairage sur la faune nocturne : insectes, oiseaux et chiroptères.

Compte-tenu de la présence d'arbres à cavités potentielles pour l'accueil des chauves-souris à proximité immédiate du site (au niveau du cimetière au nord-est), un travail sur l'éclairage du projet en phase d'exploitation est nécessaire.

D'une manière générale, la mise en lumière d'un site initialement non éclairé peut impacter la faune à plusieurs niveaux : perturbation de la migration des oiseaux, de l'activité des chauves-souris, modification des ressources alimentaires – insectes – des oiseaux insectivores (hirondelles notamment) et des chauves-souris.

Dans le cas présent, et compte-tenu du contexte péri-urbain dans lequel s'inscrit le projet, la prise en compte de l'éclairage est primordiale pour permettre le maintien d'un maximum de zones non éclairées.

En premier lieu, la réflexion doit porter, pour chaque secteur sur la nécessité ou non d'éclairer (en fonction des usages, des périodes de fréquentation, des exigences de sécurité).

Ainsi, il n'est pas nécessaire d'installer un éclairage sur les secteurs non destinés à être fréquentés après la tombée de la nuit.

Toutefois, si un éclairage de sécurité est nécessaire, il peut être couplé à un système d'allumage automatique par détecteurs de mouvement. La puissance de l'éclairage doit également être adaptée aux réels besoins et l'intensité peut être réduite à partir d'une certaine heure, particulièrement en période d'activité de l'entomofaune et des chiroptères (été).

Les implantations de sources lumineuses doivent être réduites au strict indispensable. Si la mise en place d'un éclairage pour raisons de sécurité est nécessaire, il est fortement recommandé de n'éclairer que les cheminements, au moyen de systèmes discrets et peu puissants (éclairage type « balisage ») et/ou couplés à des détecteurs de présence.

Cette mesure permettra de préserver des refuges nocturnes et des corridors obscurs favorables au déplacement de la faune nocturne (papillons de nuit, chiroptères et rapaces nocturnes en particulier).

La forme du bafflage doit permettre de diriger et de concentrer le halo de lumière vers le bas. Il est ainsi conseillé de disposer de bafflages plats plutôt que bombés afin que la lumière ne soit pas réfractée en dehors de la zone à éclairer.

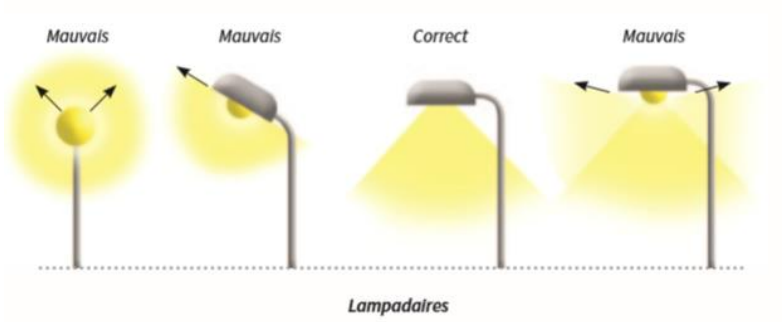


Figure 5. Nature et orientation des lampadaires (source : LPO)

De plus, la disposition d'un focalisateur sur les lampes permet de diriger la lumière vers les trottoirs et les zones que l'on désire éclairer uniquement.



Figure 6. Exemples de systèmes d'éclairage à éviter (source : Ville de Lille)



Figure 7. Exemples de systèmes d'éclairage à privilégier (source : Ville de Lille)

Quel que soit le système utilisé, l'éclairage des parties végétalisées doit être proscrit (pas d'éclairage de « mise en valeur » des arbres ou des aménagements mis en place en faveur de la faune par exemple), de même que l'éclairage indirect et l'éclairage du ciel.

Les ampoules à vapeur de mercure ou à iodures métalliques émettent une lumière blanche, mais engendrent également des émissions de bleus et d'ultraviolets qui attirent et déstabilisent l'entomofaune, cette dernière constituant une ressource alimentaire pour de nombreuses espèces d'oiseaux et pour les chiroptères. L'utilisation d'ampoules dont le spectre n'induit que peu la production d'ultra-violets (sodium basse pression, sodium haute pression ou LEDs ayant une température de couleur « ambre », soit environ 1800K par exemple) est donc à privilégier.

Par ailleurs, l'éclairage pourra être stoppé à partir de 23 heures ou son intensité fortement réduite afin de ne pas induire de perturbations sur la faune. Un profil nocturne pourra être appliqué selon le schéma suivant :

- EP0 à minuit : baisse de l'intensité de 50 %,
- Minuit à 6h00 : baisse de l'intensité de 70 % voire coupure,
- 6h00 à EP0 : intensité à 100 %.

■ R2.2j : Clôture spécifique

Impacts concernés :
- *Fragmentation des populations de mammifères terrestres*

Pour réduire la fragmentation des habitats suite à la réalisation des aménagements, les clôtures mises en place autour des zones aménagées seront adaptées pour être perméables à la petite faune terrestre.

Ces aménagements seront profitables à toute la faune terrestre. Les clôtures et palissades pourront être soit à mailles larges (15cm), soit surélevées (10 à 15cm) ou équipées de passages mixtes ou de « trouées » permettant la libre circulation des animaux. Des bandes enherbées pourront être maintenues le long de ces séparations (la surélévation des clôtures facilitera leur entretien périodique). Les « trouées » pourront être installées tous les 50 mètres de clôture.



Figure 8. Ouverture de passages sur clôtures et murets -à gauche- et types de grillage adaptés à la circulation de la petite et moyenne faune -à droite- (Sources : *urbanisme-bati-biodiversite.fr* et *1001sitesnatureenville.ch*)

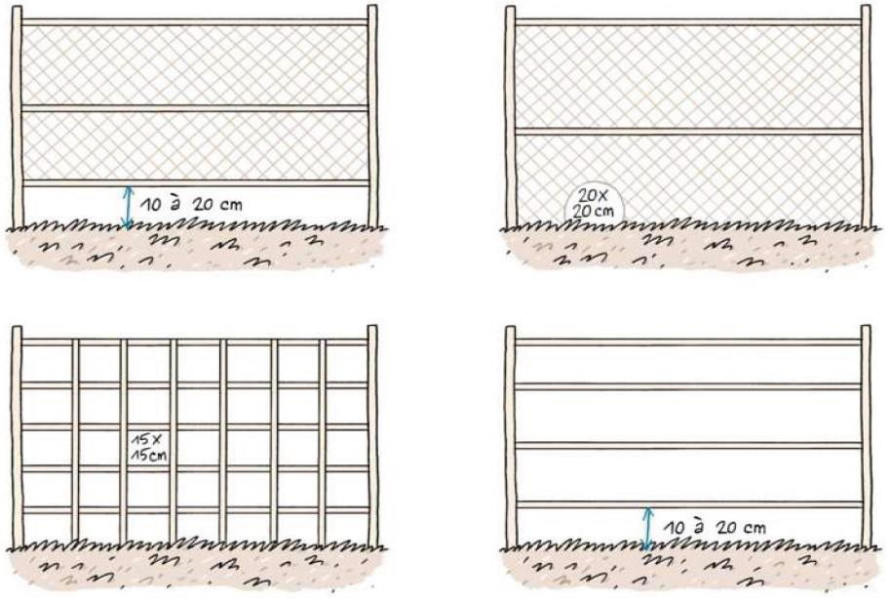


Figure 9. Exemples de clôtures facilitant la circulation de la petite faune (*Source : Bruxelles Environnement*)

■ R2.2k : Plantations diverses et valorisation écologique des espaces verts / R2.2o – Gestion écologique des habitats dans la zone d'emprise du projet

Impacts concernés :

- *Perturbation et/ou destruction d'individus d'insectes par l'entretien de la végétation*
- *Perturbation et/ou destruction d'individus de reptiles par l'entretien de la végétation*
- *Fragmentation des populations de mammifères terrestres*
- *Perturbation et/ou destruction d'individus de mammifères par l'entretien de la végétation*

La réalisation d'une valorisation éco-paysagère judicieuse et la mise en place d'un entretien approprié à vocation écologique permettront le développement d'une certaine diversité floristique au niveau des espaces verts :

- Réalisation d'un aménagement varié en multipliant les habitats utilisables par la faune : végétations herbacées, haies, bosquets, arbres isolés, etc.

- Aménagement de « coins sauvages » tels que des petites zones de prairies fleuries et/ou de prairies de fauche tardive… préférentiellement le long des haies,
- Réalisation de petits aménagements pour la faune (nichoirs, tas de pierres pour les reptiles, tas de bois ou de feuilles pour les petits mammifères tels que le Hérisson et les amphibiens…),
- Limitation de l'usage des engrais, herbicides et pesticides, espacement des tontes, des tailles des haies, etc.,
- Création de 68 000 m^2 de « savarts » au sud du site, couplés à la plantation de haies et fourrés arbustifs calcicoles (*Lonicero xylostei-Prunetum mahaleb*, *Frangulo alni-Prunetum mahaleb*, *Rhamno catharticae-Viburnetum opuli*),
- Création également d de formations arborées à arbustives prévu au nord-est du site, le long de l'autoroute.

Cette valorisation sera également favorable au développement d'une diversité entomologique significative, et réduira la fragmentation des habitats pour la petite faune.

D'une manière générale, la plantation ou le semis d'espèces exotiques envahissantes devront être proscrits. Il en est de même pour les espèces protégées ou patrimoniales. De plus, les espèces utilisées devront majoritairement être indigènes.

Concernant la création de formations arborées à arbustives le long de l'autoroute, il faudra :

- Préparer le sol par un désherbage préalable (déchaumage successif au cours de l'été) et un sous-solage de 40 à 80 cm de profondeur pour décompacter le sol, en fin d'été,
- Utiliser des jeunes plants forestiers (60/90 cm) d'espèces indigènes (voir liste ci-dessous) et de provenance locale,
- Réaliser la plantation entre septembre et fin février,
- Lors de la plantation, tailler des racines et rameaux abîmés ou desséchés (coupes nettes) et praliner les racines pour favoriser la reprise, installer le plant en positionnant le collet en surface du sol et en étalant les racines,
- Reboucher le trou en tassant soigneusement de manière à éviter toute poche d'air, vérifier que le plant peut résister à l'arrachage,
- Tuteurer les plants le nécessitant, en reliant le plant au tuteur par des attaches souples, et protéger les plants contre les lagomorphes et rongeurs par un manchon grillagé ou un drain agricole fendu,
- Mettre en place un paillage organique biodégradable au pied de tout le linéaire planté (paille, déchets de coupes ou de broyage de ligneux).

Les essences à utiliser sont les suivantes :

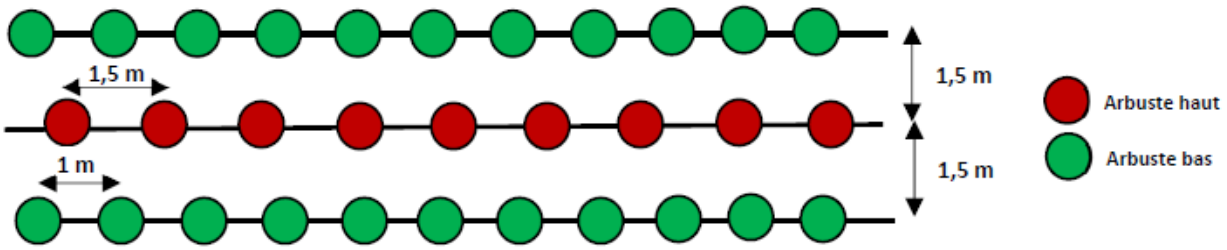
Tableau 6. Essences à utiliser pour les plantations de végétations ligneuses

PETITS ARBRES ET ARBUSTES HAUTS		ARBUSTES BAS	
Érable champêtre	*Acer campestre*	Cornouiller sanguin	*Cornus sanguinea*
Noisetier	*Corylus avellana*	Nerprun purgatif	*Rhamnus cathartica*
Saule marsault	*Salix caprea*	Bourdaine	*Frangula alnus*
Fusain d'Europe	*Euonymus europaeus*	Prunellier	*Prunus spinosa*
Viorne obier	*Viburnum opulus*	Églantier	*Rosa canina*
		Troène	*Ligustrum vulgare*
		Saule cendré	*Salix cinerea*
		Viorne lantane	*Viburnum lantana*

Il conviendra de proscrire la plantation ou le semis d'espèces invasives ou, au contraire, d'espèces protégées ou rares (selon le référentiel du Conservatoire Botanique National de Bailleul pour les Hauts-de-France).

La formation arborée à arbustive sera plantée selon le schéma suivant :

Schéma de plantation :

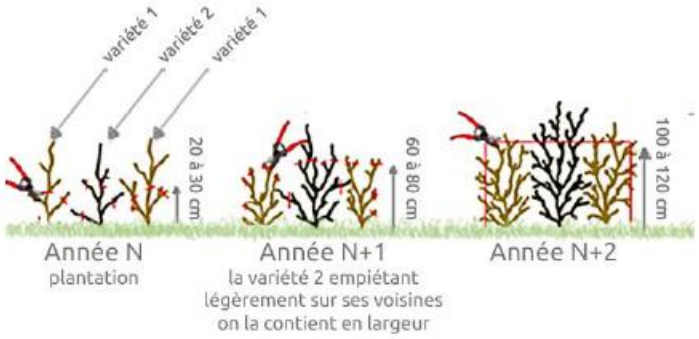


Taille de formation des arbustes

L'année de la plantation (N), les jeunes plants arbustifs sont rabattus à 20 / 30 cm de leur base, afin de forcer la ramification pour que la haie soit la plus fournie possible. La deuxième année (N+1), les arbustes sont taillés 10 à 30 cm au-dessus de la première ramification.

Le cas présent étant celui d'une haie diversifiée, composée d'essences dont la croissance n'est pas identique, il est important de veiller à ce que les plants les moins vigoureux soient préservés de la concurrence par une taille plus importante des plants voisins.

Cette taille est nécessaire jusqu'à ce que la haie ait atteint une taille légèrement inférieure à la taille voulue à terme.



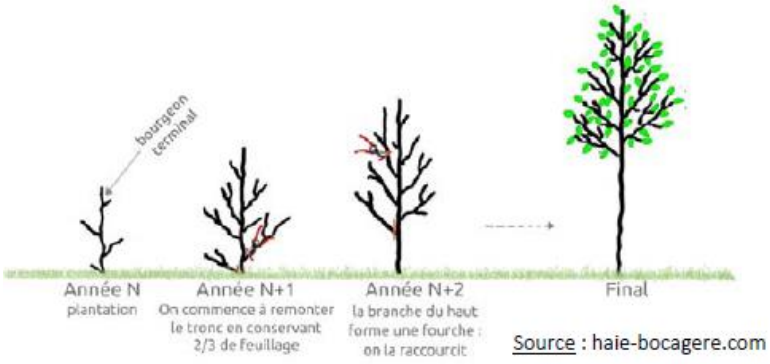
Source : haie-bocagere.com

Taille de formation des arbres de haut jet

Dans le cas des arbres de haut jet, l'objectif de la taille de formation est de permettre la formation d'un tronc unique. Il est donc important de toujours conserver le bourgeon terminal.

Si une fourche est présente lors de la plantation, elle doit être éliminée pour ne conserver qu'un axe principal bien droit.

La première taille a lieu l'hiver suivant la plantation, avec la coupe des branches basses, en conservant 2/3 de feuillage. Ce procédé est à répéter chaque année jusqu'à obtention de la hauteur de tronc voulue.



Source : haie-bocagere.com

La densité de plantation pourra être variable, afin de pouvoir faire varier les types de végétations obtenus à terme et de permettre la création de fourrés plus espacés les uns des autres.

Les plantations seront réalisées en période favorable pour maximiser les chances de reprise des plants, soit en automne et au début du printemps en évitant les périodes de gel.

Enfin, la gestion de ces végétations devra respecter un certain nombre de bonnes pratiques :

- Maintien de zones-refuges fauchées uniquement tous les 2 ou 3 ans, où la végétation pourra se développer librement pour former des friches herbacées ;
- Entretien par fauche annuelle tardive, avec exportation si possible plutôt que par gyrobroyage (qui enrichit progressivement le milieu et favorise le développement d'espèces nitrophiles) ;
- Utilisation d'outil à lames pour l'entretien des végétations ligneuses, plutôt que d'épareuses ou outils à fléaux qui éclatent les branches et laissent d'importantes cicatrices sur le bois (risque accru d'attaque par des parasites).

■ R2.2l : Installation d'abris ou de gîtes artificiels pour la faune au droit du projet – Savarts et hibernaculum

Impacts concernés :
- *Perturbation et/ou destruction d'individus de reptiles par l'entretien de la végétation*
- *Perturbation et/ou destruction d'individus de mammifères par l'entretien de la végétation*

Au sein des espaces boisés et des « savarts », l'installation d'hibernaculum et de tas de bois mort seront prévus.

Les types de gîtes peuvent être les suivants :

- Des abris/gîtes d'aspect ordonné comme des tas de bûches rangées (L4 x l2 x h1,5 m), des murets en pierres empilés (L5 x l0,4 x h0,5 m), constitués de pierres assez grosses et plutôt aplanies avec une bonne exposition au soleil *etc* ;



Figure 10. Muret de pierres sèches favorables aux reptiles (source : Auddicé)

- Des hibernaculums d'aspect naturel, chaotique, comme des tas ou des andains de bois mort (récupéré à l'occasion des travaux de défrichement), de souches, de bloc de pierres partiellement recouvert de terre végétale.



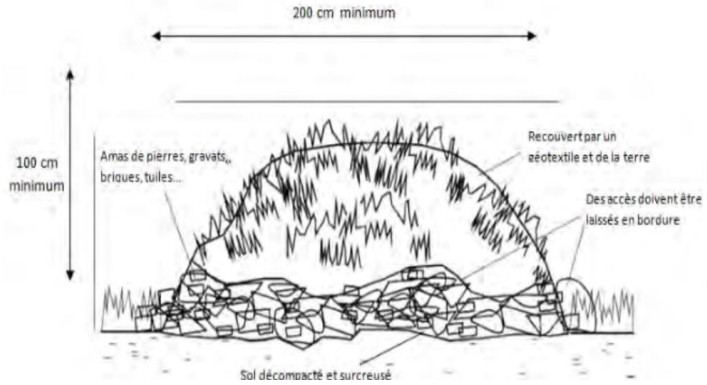
Photographie 2 : andain sur un écopont (A10 - DTer SO)

Figure 11. Andain de bois et de pierres. (Extraits de : Cerema, 2015. *Infrastructures Linéaires de Transport et Reptiles)*



Figure 12. Tas de bois et de souches recouvert de terre végétale. Un géotextile perméable (facultatif) sépare la terre des rondins. (Source : *www.conservationandaccess.co.uk)*

Afin d'éviter l'ennoiement de la structure par l'eau en hiver, il est nécessaire de construire des abris « en butte », au-dessus du niveau du sol ou dans un talus.
Un mélange de troncs d'arbres, grosses pierres, branches, broussailles, planches, feuilles, briques et terre est recouvert d'un mélange de broussailles, terres et feuilles jouant le rôle de tampon thermique et de protection contre les prédateurs. Il est possible d'y intégrer un géotextile.
Disposer des tuiles ou des pierres plates sur la structure permet par ailleurs de fournir aux reptiles des abris d'été. Ceux-ci doivent être exposés au soleil, à l'Est ou au Sud.



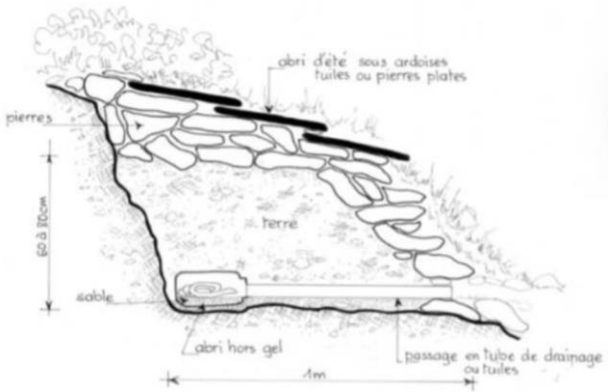


Figure 13. Schémas d'hibernaculum (*LPO Isère et La Maison de Quartier La Bellangerais*)

■ R3.2a Adaptation des périodes d'entretien sur l'année

Impacts concernés :

- *Perturbation et/ou destruction d'individus d'insectes par l'entretien de la végétation*
- *Perturbation et/ou destruction d'individus de reptiles par l'entretien de la végétation*
- *Perturbation et/ou destruction d'individus de mammifères par l'entretien de la végétation*

Cette mesure vise à décaler les travaux d'entretien en dehors des périodes pendant lesquelles les reptiles et mammifères sont les plus vulnérables. Pour les reptiles, éviter en général les périodes d'hibernation et les périodes de ponte et d'éclosion ou de mise-bas. Pour le Hérisson d'Europe, éviter les périodes d'hibernation et d'élevage des jeunes.

2.4.3 Évaluation des impacts résiduels de la phase d'exploitation après mesures d'évitement et de réduction

Les impacts résiduels de la phase chantier après mesures d'évitement et de réduction sont synthétisés dans le tableau suivant.

Il apparaît que les mesures d'évitement et de réduction d'impact, si elles sont correctement mises en œuvre, permettront de **réduire les impacts résiduels de la phase d'exploitation du projet à un niveau très faible**, y compris pour les groupes comportant des espèces protégées (reptiles, oiseaux, chiroptères).

Par conséquent, la mise en œuvre de mesures compensatoires n'apparaît pas nécessaire.

Tableau 7. Évaluation des impacts résiduels de la phase d'exploitation sur les habitats, la flore et la faune après mesures d'évitement et de réduction d'impact

Groupe	Nature de l'impact	Direct - indirect	Intensité et durée de l'impact brut	Mesures E et R	Intensité de l'impact résiduel
Habitats et flore	*Aucun impact significatif à considérer*				
Insectes	Perturbation et/ou destruction d'individus d'insectes par l'entretien de la végétation	Direct	Modéré / Permanent	E.3.2a : Absence totale d'utilisation de produits phytosanitaires et de tout produit polluant susceptible d'impacter négativement le milieu R.2.2k : Plantations diverses et valorisation écologique des espaces verts R2.2l : Installation d'abris ou de gîtes artificiels pour la faune au droit du projet R2.2o : Gestion écologique des habitats dans la zone d'emprise du projet R3.2a : Adaptation des périodes d'entretien sur l'année	**Très faible et non significatif**
	Perturbation des insectes nocturnes par l'éclairage	Direct	Modéré / Permanent	R.2.2c : Dispositif de limitation des nuisances envers la faune en phase exploitation (adaptation de l'éclairage)	**Très faible et non significatif**
Amphibiens	*Aucun impact significatif à considérer*				
Oiseaux	Perturbation des oiseaux par l'éclairage nocturne en phase d'exploitation	Direct	Modéré / Permanent	R.2.2c : Dispositif de limitation des nuisances envers la faune en phase exploitation (adaptation de l'éclairage)	**Très faible et non significatif**
Mammifères terrestres	Fragmentation des populations de mammifères terrestres	Indirect	Faible / Permanent	E.3.2a : Absence totale d'utilisation de produits phytosanitaires et de tout produit polluant susceptible d'impacter négativement le milieu R.2.2k : Plantations diverses et valorisation écologique des espaces verts R2.2l : Installation d'abris ou de gîtes artificiels pour la faune au droit du projet R2.2o : Gestion écologique des habitats dans la zone d'emprise du projet R3.2a : Adaptation des périodes d'entretien sur l'année	**Très faible et non significatif**

Groupe	Nature de l'impact	Direct - indirect	Intensité et durée de l'impact brut	Mesures E et R	Intensité de l'impact résiduel
Chiroptères	Perturbation de chiroptères par l'éclairage	Direct	Faible / Permanent	R.2.2c : Dispositif de limitation des nuisances envers la faune en phase exploitation (adaptation de l'éclairage)	**Très faible et non significatif**

CHAPITRE 3. ANALYSE DES IMPACTS DU PROJET SUR LE RESEAU NATURA 2000 ET SUR LES AUTRES ZONES NATURELLES D'INTERET RECONNU

3.1 Réseau Natura 2000

Le présent paragraphe constitue l'évaluation simplifiée des incidences du projet sur le réseau Natura 2000, en application du décret du 09 avril 2010. Il a été réalisé par Biotope lors de la réalisation de l'état initial en 2022. Seuls les éléments rédigés par Biotope sont repris ici.

Deux sites Natura 2000 sont présents dans un périmètre de 20 km autour du projet : la ZSC FR2100274 « Marais et pelouses du tertiaire au nord de Reims », à 2,36km, et la ZSC FR2100284 « Marais de la Vesle en amont de Reims », à 8,92km ; et la ZSC FR2100262 « Pelouses de la Barbarie à Savigny sur Ardres », à 9,72km.

3.1.1 Analyse des incidences potentielles sur la ZSC, d'après l'état initial de Biotope, 2022

■ Le site Natura 2000 FR2100274 « Marais et pelouses du tertiaire au nord de Reims »

Il est situé à 2,36 km de la zone d'étude du projet. Quelques espèces à l'origine de la désignation de ce site présentent un fort pouvoir de déplacement (Grand Rhinolophe, lépidoptères) et se retrouvent dans les parcelles boisées du site.

Conclusions de Biotope : Aucune interaction fonctionnelle régulière ne peut être envisagée entre le patrimoine d'intérêt communautaire à l'origine de la désignation du site Natura 2000 et celui présent sur la zone d'étude du projet. En conséquence, aucune évaluation des incidences au titre de Natura 2000 n'est requise pour ce projet concernant le site FE2100284 « Marais et pelouses du tertiaire au nord de Reims ».

■ Le site Natura 2000 FR2100284 « Marais de la Vesle en amont de Reims »

Il est situé à 8,9 km de la zone d'étude du projet. Les espèces à l'origine de la désignation de ce site présentent un faible pouvoir de déplacement et aucune connexion ne semble être connue entre le site Natura 2000 et la zone d'étude du projet.

Conclusions de Biotope : Aucune interaction fonctionnelle régulière ne peut être envisagée entre le patrimoine d'intérêt communautaire à l'origine de la désignation du site Natura 2000 et celui présent sur la zone d'étude du projet. En conséquence, aucune évaluation des incidences au titre de Natura 2000 n'est requise pour ce projet concernant le site FR2100284 « Marais de la Vesle en amont de Reims ».

■ Le site Natura 2000 FR2100262 « Pelouses de la Barbarie à Savigny sur Ardres »

Il est situé à 9,7 km de la zone d'étude du projet. Les habitats à l'origine de la désignation de ce site sont absents de la zone d'étude du projet et aucune connexion ne semble être connue entre le site Natura 2000 et la zone d'étude du projet.

Conclusions de Biotope : Aucune interaction fonctionnelle régulière ne peut être envisagée entre le patrimoine d'intérêt communautaire à l'origine de la désignation du site Natura 2000 et celui présent sur la

zone d'étude du projet. En conséquence, aucune évaluation des incidences au titre de Natura 2000 n'est requise pour ce projet concernant le site FR2100262 « Pelouses de la Barbarie à Savigny sur Ardres ».

3.1.2 Analyse des incidences potentielles sur la ZPS

Aucune ZPS n'est présente dans un rayon de 20km autour du projet.

3.2 Autres zones naturelles d'intérêt reconnu

Tableau 8. Autres zonages du patrimoine naturel situés dans l'zone d'étude élargie (Biotope, 2022)

Type de zonage	Code	Intitulé	Distance à la zone d'étude
Zonages réglementaires (Hors Natura 2000)			
APPB	FR3800397	Sablière au lieu-dit Les Bruyères	10 km au N
Site classé	SC073	Mont saint-pierre (observatoire de Napoléon 1er en 1814) à Champigny (51)	985 m au NO
Site classé	SC133	Village de Saint-Thierry (51)	3,77 km au N
Site classé	SC092	Promenades de Reims depuis le monument aux morts jusqu'au cirque à Reims (51)	4,75 km à l'E
Site classé	SC013	Butte saint-nicaise à Reims (51)	6,62 au SE
Site classé	SC043	Crayères annexes aux caves "champagne Ruinart père et fils" à Reims (51)	6,96 au SE
Zonages d'inventaires			
ZNIEFF1	210009835	Marais de la Vesle de Muizon au chemin de Maco	980 m au N
ZNIEFF1	210000660	Pelouses et pinèdes de Châlons-sur-Vesle, de Merfy et de Chenay.	2,30 km au NO
ZNIEFF1	210009861	Pelouses du fort Saint-Thierry, de Chenay et de Merfy	3,5 km au N
ZNIEFF1	210009367	Pinèdes, bois et pelouses au nord de Clairizet, à l'ouest de Vrigny et au sud de Janvry	4,49 au SO
ZNIEFF1	210000729	Les grands marais et les ronds trous a Prouilly et Trigny	4,65 km à l'E
ZNIEFF1	210000659	Marais du vivier a Chenay et Trigny	4,71 km au NO
ZNIEFF1	210009862	Bois des hauts-balais et marais du clos au nord de Courcelles-Sapicourt	6,49 km à l'O
ZNIEFF1	210009865	Pelouse de la Husse a Prouilly	6,79 au NO
ZNIEFF1	210014782	Le bois de la fosse à Sacy	6,96 au S
ZNIEFF1	210000714	Pelouses et bois de la garenne d'Ecueil	7,23 km au S
ZNIEFF1	210000716	Marais de Tranlais a Prouilly	7,47 au NO
ZNIEFF1	210013065	Pelouses des terres blanches à l'est de bouleuse	7,78 au SE
ZNIEFF1	210009868	Marais de Pevy (pres de la ferme Hervelon)	8,21 km au NO
ZNIEFF1	210015514	Tourbière alcaline des trous de leu a l'ouest de Saint-Léonard	8,85 km au SE
ZNIEFF1	210009863	Vallon du fond de la gorge et plateau de la barbarie à Savigny-sur-Ardres	9 km à l'O
ZNIEFF2	210000726	Vallée de la Vesle de Livry-Louvercy a Courlandon	900 m au N
ZNIEFF2	210020218	Vallée de l'ardre et de ses affluents entre saint-Limoges et Fismes	6,12 km au SO

Type de zonage	Code	Intitulé	Distance à la zone d'étude
ZNIEFF2	210000688	Massif forestier de Cormicy	9,18 km au N
Zones humides identifiées à l'échelle départementale et régionale	015	Habitats humides définis dans l'arrêté ministériel du 24 juin 2008	1,5 km au N
Autres zonages			
Parc naturel régional	FR8000024	Montagne de Reims	2km
Zones à dominante humide	005	-	960m au N

Conclusions de Biotope : Après analyse des formulaires ZNIEFF, quelques espèces déterminantes des sites les plus proches ont été observées lors des passages sur le terrain notamment l'Oreillard roux. Le Baguenaudier, déterminant de la ZNIEFF 210009861 a été observé sur site. Toutefois, sur le site, il est présent dans un habitat qui n'est pas le sien, et constitue dans ce cas aucun enjeu sur la zone du projet (c'est un plant échappé des jardins).

Aucune autre espèce déterminante des ZNIEFF les plus proches n'ont été contactée et donc aucune incidence du projet sur le patrimoine naturel ainsi désigné n'est à attendre.

CHAPITRE 4. DEFINITIONS DES MESURES D'ACCOMPAGNEMENT ET DES MODALITES DE SUIVI

4.1 Mesures d'accompagnement spécifiques à la phase chantier

■ A3.a – Installation d'abris ou de gîtes artificiels pour la faune au droit du projet

Les travaux vont entrainer la suppression d'habitats d'espèces (entomofaune, reptiles, petits mammifères terrestres, chiroptères, avifaune) par suppression de végétations herbacées dans l'emprise du projet d'exploitation. Il apparaît nécessaire d'offrir à ces espèces des zones refuges en phase « exploitation » du projet.

Dans cette optique, différents types de gîtes seront installés au sein des espaces végétalisés du site ou directement intégrés aux bâtiments construits.

Au vu des espèces faunistiques présentes, l'aménagement de « coins sauvages » tels que des petites zones de prairies fleuries et/ou de prairies de fauche tardive… préférentiellement le long des haies, ainsi que la réalisation de petits aménagements pour la faune (nichoirs, tas de pierres pour les reptiles, tas de bois ou de feuilles pour les petits mammifères tels que le Hérisson…), apporterait également un gain important de biodiversité. La plantation de haies, arbres et arbustes d'essences locales permettront également d'augmenter et le nombre et la qualité de ces habitats d'espèces, notamment pour la nidification des oiseaux des milieux semi-ouverts.

Des propositions d'aménagements spécifiques favorisant la nidification de l'avifaune au niveau des bâtiments sont également préconisés. Ils sont détaillés ci-dessous :

■ Pour les oiseaux :

<u>Pour l'Hirondelle de fenêtre :</u>

Cette espèce affectionne en effet les nids artificiels, à défaut d'avoir l'ensemble des éléments nécessaires à la construction de leurs propres nids (support, boue…).

Le nid double de façade pour hirondelles de fenêtre, en béton de bois, de la marque Schwegler modèle n°11 (hauteur 17,5 cm, largeur 43 cm, profondeur 17,5 cm), a été conçu et testé avec succès pour accueillir les hirondelles de fenêtre. Il se fixe sous une avancée de toit. Le design permet d'agrémenter les façades de bâtiments en ville.



Figure 14. Nid artificiel pour Hirondelle de fenêtre



Figure 15. Planches antifientes installées sous les nids artificiels

Fabriqué en béton de bois, recouvert d'une peinture claire, ce nid est résistant aux intempéries et de grande durabilité (20 à 25 ans). Les deux nids se démontent facilement du support par dévissage pour le nettoyage.

De plus, pour remédier aux inconvénients dus aux fientes d'hirondelles, une planche peut être fixée sous les nids afin de recueillir les excréments.

Le montage de la planche est facile et rapide avec des vis sous le nid de façade. Construit en béton de bois recouvert d'une peinture clair, son poids est de 2,5 kg (dimensions : L: 42cm, H: 31 cm, P: 24 cm).

Les nids didactiques sont également utilisables (dimensions H 16 cm x L 38 cm x P 11 cm). Ils offrent aux Hirondelles un bon gîte en béton de bois durable et résistant. L'Hirondelle pourra ensuite continuer elle-même la construction de son nid puisqu'une place disponible le permet.



Figure 16. Nid didactique pour Hirondelle de fenêtre

Entretien : Afin de maximiser les chances d'occupation des nichoirs d'une année à l'autre, et si les nichoirs sont facilement accessibles, un entretien de ces derniers peut être réalisé pendant l'hiver. L'entretien consistera à retirer le nid et à nettoyer le fond en grattant légèrement et en le nettoyant à l'eau claire (ne pas utiliser de détergent). Un traitement du nichoir pourra être réalisé avec des produits naturels pour éliminer les éventuels parasites.

Pour le Rougequeue noir :

L'installation de nichoirs pour le Rougequeue noir est également possible (de type Schwegler modèle 1HE en fibrociment).

Ces nichoirs peuvent être soit intégrés dans la construction des bâtiments, ils remplacent alors un élément de construction, soit fixé sur un mur après construction.

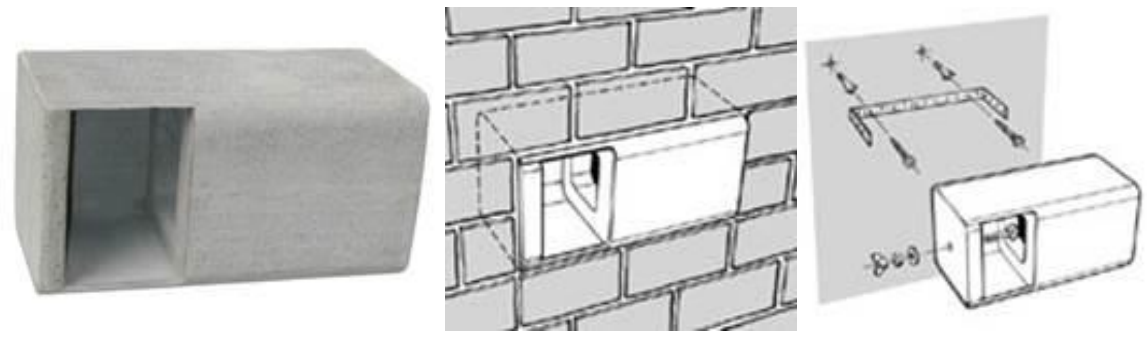


Figure 17. Nichoirs à Rougequeue noir

La première alcôve dégage sur la chambre de nidification, protégeant ainsi les couvées des pies, geais et prédateurs carnassiers. Le nid s'installe à une hauteur minimale de 2 m du sol.

Les dimensions du modèle proposé sont les suivantes : dimensions extérieures largeur 28 cm, profondeur 15 cm, Hauteur 15 cm, poids brut 2.7 kg - Entrée du nichoir : 9 x 13 cm - Chambre de nidification : 14 x 14 X 14 cm - Entrée : 8 x 8 cm.

Concernant les nichoirs à poser, ils peuvent être installés sur un mur ou sur un arbre, dans un endroit calme, au moins à 2,5 / 3,5 m du sol, à un endroit inaccessible aux éventuels prédateurs et petits carnassiers.

Le nichoir ne doit pas être installé en plein soleil, ni complétement à l'ombre. Une exposition est ou sud-est du trou d'envol est conseillée.

L'installation du nichoir peut se faire entre octobre et février, ce qui permet à ces oiseaux de l'utiliser comme gîte durant l'hiver. Au printemps la pose est encore possible mais elle doit être effectuée avant la période de reproduction (d'avril à juillet).



Figure 18. Modèle de nichoir à Rougeqeueue noir (Source : Nat'H, nichoir semi-ouvert en béton de bois)



Figure 19. Nichoir à Rougequeue noir (Source : Schwegler 1N, double trou à l'envol)

Entretien : L'entretien du nichoir à Rougequeue noir peut être fait une fois par an vers septembre-octobre. Il consiste à vider les matériaux qui ont constitué le nid et à nettoyer l'intérieur avec une brosse.

Pour le Grimpereau des jardins :

Le Grimpereau se nourrit essentiellement d'insectes, de larves qu'ils trouvent dans l'écorce des arbres. Il construit en général son nid dans une fente, sous l'écorce, c'est pour cette raison qu'il faut proposer un nichoir qui lui rappelle son habitat naturel.

Le nichoir pourra être installé dans un arbre, à une hauteur de plus de 2,5 m. L'ouverture du nichoir doit être orienté au sud-est, dans un endroit tranquille et quelque peu ombragé. Il sera évité la proximité de branches favorables à l'approche des prédateurs.

La période de pose idéale est l'automne (de septembre à mars). Ce nichoir devra être installé à environ 10 mètres de distance des autres nichoirs.



Figure 20. Modèle de nichoir à Grimpereau des jardins (*Source : Schwegler 2B – 141/2*)



Figure 21. Autre type de nichoir à Grimpereau des jardins (artisanal)

Entretien : Effectuez un nettoyage annuel à l'automne, en retirant les vieux nids. Vérifiez la solidité des fixations que vous changerez tous les 2/3 ans. Éventuellement, vous pouvez peindre ou teinter votre nichoir (évitez les couleurs vives) avec un produit à l'eau ou une peinture à l'eau ou encore avec de l'huile de lin. Il est totalement déconseillé de traiter l'intérieur du nichoir.

Pour le Martinet noir :

Des nichoirs à Martinet noir sont eux aussi intéressants en contexte urbain. Cette espèce niche en milieu naturel sur des parois abruptes (falaises). En milieu urbanisé elle utilise les toitures et fissures des bâtiments, mais les constructions récentes lui offrent généralement peu de possibilités de s'installer.

Un nichoir à Martinet se présente sous la forme d'une boîte rectangulaire, en bois non traité. Il s'installe sur un immeuble, un bâtiment, aussi haut que possible (sous un avant-toit, le rebord d'une fenêtre…).

Il est fortement souhaitable de placer plusieurs nichoirs côte à côte, l'espèce nichant en colonies. Ces nichoirs peuvent également être intégrés dans la maçonnerie.



Figure 22. Nichoirs à Martinets (source : Ville de Lille)

Afin de garantir la bonne installation de ces équipements, un accompagnement par un écologue ou par un organisme spécialisé (Ligue de Protection des Oiseaux, par exemple) est recommandé. L'emplacement des nichoirs devra faire l'objet d'une réflexion spécifique en fonction des caractéristiques des bâtiments prévus, afin de ne pas risquer une mortalité accrue de l'avifaune par collision sur les surfaces vitrées.

Entretien : Les cavités pourront être traitées tous les 3 à 5 ans environ pour supprimer les éventuels parasites (avec des produits naturels) et après la saison de nidification. A la différence du nettoyage d'un nichoir habituel, il faut absolument laisser les nids de martinets à l'intérieur. En effet, sachant que le Martinet noir fait tout en vol, même collecter les matériaux de son nid, il lui faut énormément d'énergie et de temps pour construire un nid, souvent même des années. Ce n'est donc pas l'idéal qu'il doive repartir à zéro chaque année.

Pour le Moineau domestique :

Les nichoirs pourront être installés sous un toit, sur un mur ou sur un arbre, hors de portée des prédateurs, soit de 1,50 m à 3 m du sol.

Les nichoirs ne devront pas être installés en plein soleil ou à l'ombre directe. Le trou d'envol doit être de préférence à l'opposé des vents dominants et les nichoirs légèrement penchés vers l'avant pour protéger les oiseaux des intempéries. Une orientation est ou sud-est du trou est conseillée.

L'automne est la période idéale pour installer les nichoirs, puisque cela permet aux oiseaux de les utiliser comme gîtes durant l'hiver. Cependant, jusque mars-avril il est encore possible d'en mettre en place pour la période de nidification.

Les moineaux domestiques peuvent nicher en colonie. Il n'y a donc pas de distance conseillée entre les nichoirs.



Figure 23. Modèle de nichoir à Moineau domestique (*Source : Schwegler 1SP – 590/8*)



Figure 24. Illustration de l'utilisation d'un nichoir à moineaux



Figure 25. Nichoir à Moineau domestique (*Source : Catalogue Schwegler*)

Entretien : Le Moineau domestique utilise son nid année après année. Il y passe fréquemment la nuit en été ou en hiver. Les nichoirs ne doivent donc pas être nettoyés s'ils sont occupés par l'espèce.

Si les nichoirs sont occupés par des mésanges (bleue ou charbonnière notamment), l'entretien s'effectue alors une fois par an à l'automne, jamais en période de nidification. L'entretien consistera alors à vider les matériaux qui ont constitué le nid et laver le nichoir à l'eau claire (ne pas utiliser de détergent).

OU

Une fois installé, un nichoir en béton de bois peut être laissé en permanence, y compris pendant les saisons froides (automne-hiver). Les oiseaux s'en serviront éventuellement comme abri face au froid ou comme protection des prédateurs. N'oubliez pas cependant de le nettoyer 1 fois par an.

Pour un nichoir en bois, vous pouvez l'enlever ou le laisser, c'est au choix. Si vous le laissez, vérifiez cependant son état, n'hésitez pas, si nécessaire, à changer une planche abîmée (le toit par exemple), à le traiter avec de l'huile de lin pour le protéger et à le vider s'il y a eu un nid.

Pour les Mésanges bleue et charbonnière :

Les nichoirs seront installés sur des arbres, dans un endroit calme, hors de portée des animaux. Idéalement, les suspendre dans les branches des arbres fruitiers. Les nichoirs doivent être installés entre 1,5 et 4 mètres du sol.

Le trou d'envol doit être de préférence à l'opposé des vents dominants et le nichoir légèrement penché vers l'avant pour protéger les oiseaux des intempéries. Une orientation sud-est du trou d'envol est conseillée.

La période idéale pour mettre les nichoirs est l'automnale ou à la fin de l'hiver.

Il existe une forte compétition alimentaire entre les mésanges due à l'occupation de la même niche écologique par plusieurs espèces. C'est pourquoi il recommandé de garder une distance d'au moins 10 mètres entre deux nichoirs.



Figure 26. Modèle de nichoir à mésanges charbonnières, trou 32 mm (*Source : Schwegler 1MR 32 mm*)



Figure 27. Nichoir à mésanges bleues, trou 26 mm (*Source : Schwegler 1B – 105/4*)

Entretien : Les nichoirs spécifiques aux mésanges devront être nettoyés chaque année.

Les nichoirs seront donc décrochés et nettoyés (évacuation de l'ensemble des matériaux au sein du nichoir) après la saison de reproduction. Il est donc préconisé de réaliser cet entretien en octobre ou novembre.

Les recommandations suivantes seront à respecter :

- Utilisation d'un bâton pour remuer les anciens matériaux ;
- Port de gants, y compris pour toucher d'éventuels œufs abandonnés ou stériles ;
- Port d'un masque pour éviter d'inhaler la poussière et les détritus. Un masque facial type FFP2 devra être utilisé pour éviter toute exposition aux éventuelles maladies aviaires.

Les étapes suivantes seront respectées pour l'entretien des nichoirs :

- Descendre le nid de son support (arbre) et ouverture ou démontage du nichoir ;
- Sortir l'ancien nid, les matériaux et autres déchets ;
- Les parois du nichoir seront frottées avec une brosse ;
- Le nichoir sera nettoyé avec de l'eau bouillante et rincé à l'eau claire. Aucun produit détergent ne sera utilisé. Le nichoir sera laissé ouvert pendant une journée pour l'aérer et le sécher ;
- La solidité des fixations sera vérifiée et les fixations réparées si nécessaire ;
- Le nichoir sera reposé sur son support (arbre), aucun matériau végétal ou minéral ne sera ajouté sur le fond.

■ Pour les chauves-souris :

Des aménagements spécifiques destinés à offrir des gîtes pour les chiroptères à intégrer directement aux bâtiments à construire sont également proposés. Ils sont détaillés ci-dessous.

Plusieurs types de gîtes à chiroptères peuvent être intégrés dans les bâtiments :

Des gîtes spécial façades :



Figure 28. Gîte spécial façade (Schwegler modèle 1WQ par exemple)

Ce gîte utilise une technique brevetée de superposition de couches isolantes. Il peut être occupé aussi bien en gîte de vie l'été qu'en gîte d'hibernation l'hiver.

L'intérieur comporte des espaces de rugosité variée et de différentes profondeurs, et permet l'acceptation du gîte par la plupart des espèces vivant dans les bâtiments. Il ne nécessite aucun entretien. Ses dimensions extérieures sont les suivantes : hauteur 58 cm, largeur 38,5 cm, profondeur 12 cm.

Afin de favoriser l'installation de colonies de chauves-souris (transition voire reproduction), il est préconisé l'installation de gîtes en hauteur (3 mètres minimum) sur les façades extérieures des bâtiments. Ceux-ci devront être installés sur des façades orientées Sud.

Les gîtes devront être :

- Hors de portée des prédateurs (ex : chat),
- Dans une zone à faible dérangement,
- À l'abri des vents dominants,
- Jamais en plein soleil ou à l'ombre complète.

Entretien : Aucun entretien spécifique n'est nécessaire pour les gîtes à chauves-souris.

Des gîtes de reproduction et d'hibernation à encastrer :

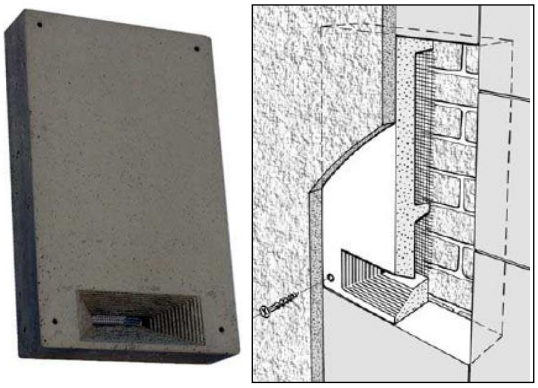


Figure 29. Gîte d'hibernation à encastrer (Schwegler modèle 1WI par exemple)

Ce gîte possède les mêmes propriétés que le précédent modèle, mais son architecture permet de l'intégrer dans la maçonnerie ou dans l'isolation extérieure des murs, dans les constructions neuves ou en cas de restauration.

Ses dimensions extérieures sont les suivantes : hauteur 54,5 cm, largeur 34,5 cm, profondeur 9,5 cm.

Des gîte-cheminée à encastrer :

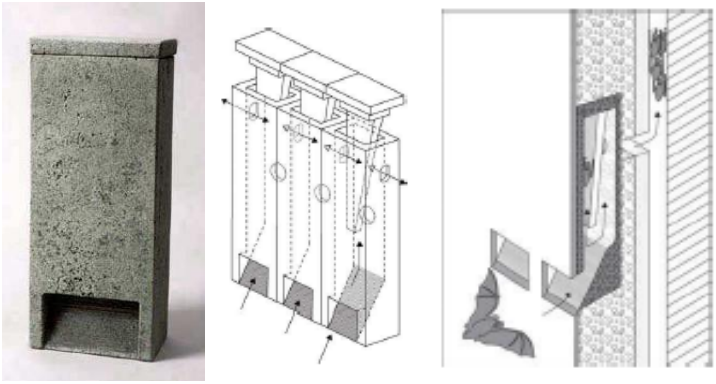


Figure 30. Gîte-cheminée à encastrer (Schwegler modèle 1FR par exemple)

Ce type de gîte remplace un parpaing dans la construction ou la rénovation d'un mur. Il peut être entièrement intégré à la façade d'un bâtiment, et seul l'orifice d'envol reste alors visible. Il ne nécessite aucun entretien.

Un panneau de bois rugueux double une paroi du gîte, et permet aux chauves-souris de se poser soit sur la paroi fraîche en béton, soit sur la paroi chaude du bois, selon les conditions climatiques extérieures. Ce gîte peut être installé isolément, ou par groupes de 3 gîtes communicants.

Ses dimensions extérieures sont les suivantes : hauteur 47,5 cm, largeur 20 cm, profondeur 12,5 cm.



Figure 31. Exemple d'intégration de gîte à chauves-souris dans le bâti existant (source : Ville de Lille)

Des gîtes arboricoles :

L'aménagement de l'espace écologique boisé est prévu au nord-est du site le long de l'autoroute. Au sein de cet espace, des gîtes à chauves-souris au niveau des arbres de haut jet au niveau de la zone boisée devront également être mis en place avec plusieurs types de gîtes (disponibles sur le site de la Ligue de Protection des Oiseaux (LPO) par exemple).



Figure 32. Gîte à chauve-souris Schwegler 1FS



Figure 33. Gîte à chauve-souris Schwegler 1FF

Le gîte à chauve-souris Schwegler 1FS permet d'accueillir de grandes colonies composées de Noctules communes, de Pipistrelles de Nathusius. Habituellement, une centaine de jeunes (entre autres les Noctules) sont élevés dans ces gîtes. Grâce à sa grande chambre intérieure et ses possibilités de suspension intégrées, ce modèle de gîte abrite un grand nombre de chauves-souris et convient parfaitement pour l'élevage des jeunes. Il est conseillé d'ôter régulièrement les excréments lorsque le gîte est occupé par de nombreuses chauves-souris (LPO).

Le gîte à chauve-souris Schwegler 1FF est un abri idéal pour toutes les espèces de chauves-souris qui logent dans des fissures. Il leur permet d'avoir un écart optimal quelle que soit leur position, c'est-à-dire un contact avec le bois ou avec le béton de bois. Le gîte se fixe sur un arbre ou sur des façades et ne nécessite aucun entretien : ouvert à la base avec un trou d'accès de 12mm x 24mm, il permet l'évacuation des excréments. Ce gîte permet en outre de compenser les variations de température qui règnent au printemps et en automne grâce à son panneau arrière rugueux en bois très résistant. Les chauves-souris ont ainsi la possibilité de se suspendre à la paroi frontale en béton de bois lorsqu'il fait chaud, ou au panneau rugueux quand la température est plus fraîche. Il peut être occupé par les chiroptères durant les périodes d'hibernation et de reproduction. Sa capacité d'accueil est de 30 individus au maximum (LPO).



Figure 34. Gîte à chauve-souris Schwegler 2FN

Le gîte à chauve-souris Schwegler 2FN en béton de bois est spécialement adapté aux chauves-souris. Il possède 2 entrées : l'une en dessous, et l'autre directement par la paroi frontale dotée d'une large ouverture. Une fois à l'intérieur, les chauves-souris sont à l'abri des courants d'air, de la luminosité, et sont protégées des petits carnassiers. Il peut être occupé par les chiroptères durant les périodes d'hibernation et de reproduction. Ce nichoir ne nécessite pas de nettoyage car son ouverture à la base permet l'évacuation des excréments. Il est cependant conseillé de contrôler et de nettoyer le gîte lorsque les occupants sont nombreux. Ce modèle s'adapte parfaitement dans les parcs et les forêts. Son toit bombé offre une excellente hauteur interne, ce qui favorise l'occupation du gîte. Sa capacité d'accueil est de 30 individus au maximum (LPO).

Afin de garantir la bonne installation de ces équipements, un accompagnement par un organisme spécialisé (Ligue de Protection des Oiseaux, ou bureau d'étude en génie écologique par exemple) est fortement recommandé.

Pour le Hérisson :

Des gîtes à Hérisson, composés d'une structure tissée de fil d'acier traité antirouille. L'intérieur du dôme est recouvert d'une bâche d'étanchéité. Aucun Hérisson d'Europe n'a été observé lors du diagnostic écologique, mais d'après le bureau d'étude Biotope, l'espèce peut être considérée comme présente.



Figure 35. Exemple de gîte à hérisson (LPO)

Pour les insectes :

Des spirales à insectes. Ces constructions en pierres sèches assemblées en spirale permettent de créer des biotopes variés (ensoleillement, profondeur de substrat…) pour l'entomofaune avec des plantes aromatiques et mellifères favorables aux hyménoptères.



Figure 36. Exemple d'une spirale à l'Ecocentre du Lyonnais (©*photo Hugues Mounier*)

A6.1a : Organisation administrative du chantier : sensibilisation du personnel, plan de circulation des engins de chantier, plan d'élimination des déchets du chantier

Le personnel des entreprises en charge des travaux sera sensibilisé, préalablement au démarrage du chantier, aux précautions à respecter pour la préservation des éléments sensibles du milieu naturel (balisage, *etc*.) et des mesures associées.

Ces précautions pourront figurer aux cahiers des charges de consultation des entreprises.

A6.1a - Organisation administrative du chantier : suivi du chantier par un écologue

D'autre part, le chantier sera suivi par un écologue qui veillera au respect des consignes, notamment en ce qui concerne les périodes de travaux, les itinéraires d'accès, le respect des précautions relatives aux annexes du chantier, les zones de dépôt, ainsi que le respect minutieux du balisage, *etc.*

D'autre part, le passage d'un écologue devra être réalisé afin de marquer les arbres gîtes pour les chiroptères et de vérifier leur absence. De même, le passage d'un écologue devra également être réalisé afin de vérifier l'absence de reptiles avant tout travaux de terrassement et vérifier le bon fonctionnement des barrières anti-retour (voir mesures spécifiques de réduction).

4.2 Mesures d'accompagnement et de suivi spécifique à la phase d'exploitation

SG01 - Suivi faunistique des aménagements à vocation écologique et paysagère

La faune devra être suivie par des inventaires annuels. Pour cela, les populations d'oiseaux nicheuses des milieux boisés et semi-ouverts en particulier devront être suivies. Il en est de même pour les espèces de reptiles, afin de pouvoir caractériser l'évolution des populations sur le site.

L'ensemble des aménagements tels que nichoirs, gîtes, hibernaculum, pierriers *etc*, devront être régulièrement vérifiés afin de s'assurer qu'aucune mortalité anormale n'est à déplorer (concluant à une mauvaise installation de l'abris. Celui-ci devra alors être remplacé et une réflexion sur son positionnement devra impérativement être réfléchie), de vérifier la colonisation par les espèces cibles et d'être nettoyés si nécessaire.

Pour être pertinents, ces suivis devront être accompagnés d'une analyse de l'évolution de la diversité faunistiques (tous taxons) et de l'utilisation par la faune des espaces verts du projet.

SG02 - Suivi flore/habitats des aménagements à vocation écologique et paysagère

Il est souhaitable qu'un suivi flore/habitats des aménagements à vocation écologique réalisés sur les dépendances vertes, et des habitats créés (savarts, aménagements boisés) soit mis en place, à partir de l'année suivant la fin des travaux et tous les 2 ans pendant au moins 5 ans.

Ce suivi permettra de surveiller la bonne recolonisation végétale, de qualifier l'intérêt des végétations qui s'y développent (afin d'adapter la gestion si besoin), et de repérer rapidement toute apparition d'espèces exotiques envahissantes et de mettre en place les moyens de lutte appropriés.

De plus, une attention particulière devra être menée sur la translocation d'espèces patrimoniales : la Réséda raiponce (*Reseda phyteuma*) et la Petite Spéculaire (*Legousia hybrida*) (si celle-ci est trouvée en amont). Le suivi permettra de vérifier la réussite de la translocation.

BIBLIOGRAPHIE

BARDAT, J., BIORET, F. BOTINEAU, M. BOULLET, V. DELPECH, R., GÉHU, J.-M., HAURY, J., LACOSTE, A., RAMEAU, J.-C., ROYER, J.-M., ROUX, G. & TOUFFET, J., 2004. Prodrome des végétations de France. Publications Scientifiques du Muséum. Collection Patrimoines Naturels. 171 p.

BEAUDOIN, C. & CAMBERLEIN, P. [coords.], 2017. Liste rouge des Oiseaux nicheurs du Nord – Pas-de-Calais. Centrale oiseaux du Groupe ornithologique et naturaliste du Nord – Pas-de-Calais / Conservatoire faunistique régional. 16 p.

BENSETTITI F. & GAUDILLAT V. (coord.), 2002. « Cahiers d'habitats » Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 7 - Espèces animales. MEDD/MAAPAR/MNHN. Éd. La Documentation française, Paris, 353 p

BENSETTITI F., BOULLET, V., CHAVAUDRET-LABORIE, C., DENIAUD, J. (coord.), 2005. « Cahiers d'habitats » Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 4 - Habitats agropastoraux. MATE/MAP/ MNHN. Éd. La Documentation française, Paris, 445 p. + 487 p.

BENSETTITI F., GAUDILLAT V. & HAURY J. (coord.), 2002. « Cahiers d'habitats » Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 3 - Habitats humides. MATE/MAP/ MNHN. Éd. La Documentation française, Paris, 457 p.

Campagne, C.S. et Roche, P.K. 2021. Guide pour la prise en compte des services écosystémiques dans les évaluations des incidences sur l'environnement, Guide méthodologique, DREAL, 131pages.

Campagne, C.S. et Roche, P.K. 2019, Évaluation de la capacité des écosystèmes de la région Hauts-de-France à produire des services écosystémiques, IRSTEA, 52 pages.

CATTEAU, E., DUHAMEL, F., BALIGA, M.-F., BASSO, F., BEDOUET, F., CORNIER, T., MULLIE, B., MORA, F., TOUSSAINT, B. & VALETIN, B., 2009 – Guide des végétations des zones humides de la Région Nord-Pas-de-Calais. Centre régional de Phytosociologique agréé Conservatoire Botanique National de Bailleul. Bailleul, 632 p.

CATTEAU, E., DUHAMEL, F., CORNIER, T., FARVACQUES, C., MORA, F., DELPLANQUE, S., HENRY, E., NICOLAZO, C., VALET, J.-M., 2010 – Guide des végétations forestières et préforestières de la région Nord-Pas-de-Calais. Centre régional de Phytosociologique agréé Conservatoire Botanique National de Bailleul. Bailleul, 526 p.

CFR. 2014, Référentiel faunistique : Inventaire de la faune du Nord-Pas-de-Calais : Raretés, protections, menaces et statuts.

CSRPN, 2014. Espèces considérées comme déterminantes ZNIEFF dans le cadre de l'actualisation des ZNIEFF du Nord-Pas-de-Calais.

DIRECTIVE 79/409/CEE du Conseil du 2 avril 1979 concernant la conservation des oiseaux sauvages (JOL 103, 25.4.1979, p. 1–18). 18p.

DIRECTIVE 92/43/CEE du Conseil du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages (JO L 206 du 22.7.1992, p. 7). Modifié par la Directive 2006/105/CE du Conseil du 20 novembre 2006, 66p.

DUHAMEL, F. & CATTEAU, E. (coord.), 2014. - Inventaire des végétations du nord-ouest de la France. Partie 2a : évaluation patrimoniale des végétations du Nord-Pas de Calais. Version n°1 / avril 2014. Centre régional

de phytosociologie agréé Conservatoire botanique national de Bailleul, avec la collaboration du Collectif phytosociologique du nord-ouest de la France. 39 p.

DUHAMEL, G. 2004. Flore et cartographie des Carex de France. Troisième édition mise à jour. Société Nouvelle des Éditions Boubée. 296 p.

DUMÉ G., GAUBERVILLE C., MANSION D., RAMEAU J.-C., 2018. Flore forestière française, guide écologique illustré. Tome 1 – Plaines et collines. Nouvelle édition. CNPF, IDF, 2460 p.

HAUGUEL, J.-C. & TOUSSAINT, B. (coord.), 2019 – La Liste rouge des espèces menacées en Hauts-de-France : Flore vasculaire et bryophytes. Conservatoire botanique national de Bailleul. Brochure éditée avec le soutien de l'Union européenne, de l'État (DREAL Hauts-de-France), du Conseil régional des Hauts-de-France et des Conseils départementaux de l'Aisne, du Nord, de l'Oise, du Pas-de-Calais et de la Somme, 36 p.

HUBERT B. et HAUBREUX D. [coord.], 2014. Liste rouge des espèces menacées du Nord – Pas-de-Calais – Papillons de jour (*Lépidoptères Papilionoidea*). Tableau synthétique. GON, CEN5962, CFR. 4 p.

HUGONNOT, V. CELLE, J. & PEPIN, F. 2015 – Mousses et hépatiques de France. Manuel d'identification des espèces communes. Biotope, Mèze, 288 p.

JACQUEMART, A.-L., DESCAMPS, C. Flore écologique de Belgique suivant la classification APG IV. Université catholique de Louvain / Jardin botanique de Meise. Éditions Érasme. 632 p.

JÄGER, E., MÜLLER, F., RITZ, C. WELK, E. WESCHE, K. 2017. Rothmaler Exkursionsflora von Deutschland. Gefäβpflanzen : Atlasband. 13. Auflage. Springer Spektrum. 822 p.

JAUZEIN, P. 1995. Flore des champs cultivés. SOPRA / INRA Editions. 898 p.

LAMBINON, J. & VERLOOVE, F. 2015. Nouvelle Flore de la Belgique, du Grand-Duché de Luxembourg, du Nord de la France et des Régions voisins (Ptéridophytes et Spermatophytes). Sixième édition. Edition du Jardin Botanique Meise (Belgique). 1195 p.

LEGIFRANCE. Arrêté du 14 février 2018 relatif à la prévention de l'introduction et de la propagation des espèces animales exotiques envahissantes sur le territoire métropolitain.

LEGIFRANCE. Arrêté du 8 janvier 2021 fixant la liste des amphibiens et des reptiles représentés sur le territoire métropolitain protégés sur l'ensemble du territoire national et les modalités de leur protection.

LEGIFRANCE. Arrêté interministériel du 1er avril 1991 relatif à la liste des espèces végétales protégées en région Nord-Pas-de-Calais complétant la liste nationale.

LEGIFRANCE. Arrêté interministériel du 20 janvier 1982 relatif à la liste des espèces végétales protégées sur l'ensemble du territoire, modifié par les arrêtés du 15 septembre 1982 (JORF du 14 décembre 1982, p. 11147), du 31 août 1995 (JORF du 17 octobre 1995, pp. 15099-15101), du 14 décembre 2006 (JORF du 24 février 2007, p. 62) et du 23 mai 2013 (JORF du 7 juin 2013, texte 24).

LEGIFRANCE. Arrêté interministériel du 23 avril 2007 fixant la liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection.

LEGIFRANCE. Arrêté interministériel du 23 avril 2007 fixant les listes des insectes protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection.

LEVY, V. (coord), WATTERLOT, W., BUCHET, J., TOUSSAINT, B. & HAUGUEL, J.-C., 2015 – Plantes exotiques envahissantes du Nord-Ouest de la France : 30 fiches de reconnaissance et d'aide à la gestion. Centre régional de Phytosociologie agréé Conservatoire botanique national de Bailleul, 140 p. Bailleul.

LOUVEL J., GAUDILLAT V. & PONCET L., 2013. EUNIS, European Nature Information System, Système d'information européen sur la nature. Classification des habitats. Traduction française. Habitats terrestres et d'eau douce. MNHN-DIREV-SPN, MEDDE, Paris, 289 p.

LUCZAK, C. 2017. Évolution des populations d'oiseaux communs nicheurs dans le Nord-Pas-de-Calais (1995-2014). Collection : Faune du Nord-Pas-de-Calais, tome 1. Groupe Ornithologique et Naturaliste du Nord-Pas-de-Calais. 216 p.

MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE ET SOLIDAIRE. Liste des espèces de faune métropolitaine retenues pour les plans nationaux d'actions (PNA). Juillet 2017.

PRELLI, R. 2001. Les fougères et plantes alliées de France et d'Europe occidentale. Belin. Paris. 431 p.

SARDET E. & B. DEFAUT (coordinateurs), 2004. Les Orthoptères menacés en France. Liste rouge nationale et listes rouges par domaines biogéographiques. Matériaux Orthoptériques et Entomocénotiques, 9 : 125-137.

TISON J.-M., DE FOUCAULT B. (coords), 2014, Flora gallica - Flore de France, Ed. Biotope (Mèze), 1196 p.

UICN France, FCBN, AFB & MNHN, 2018. La Liste rouge des espèces menacées en France – Chapitre Flore vasculaire de France métropolitaine. Paris, France.

UICN France, MNHN & SHF, 2015 - La liste rouge des espèces menacées de France – Chapitre Reptiles et Amphibiens de France métropolitaine. Paris, France. Dossier électronique.

UICN France, MNHN, LPO, SEOF & ONCFS, 2016 – La liste rouge des espèces menacées de France – Chapitre Oiseaux de France métropolitaine. Paris, France. 32 p.

UICN France, MNHN, OPIE & SEF, 2012 – La liste rouge des espèces menacées de France – Chapitre Rhopalocères de France métropolitaine. Dossier électronique.

UICN France, MNHN, OPIE & SfO, 2016 - La liste rouge des espèces menacées de France – Chapitre Odonates de France métropolitaine. Paris, France. Dossier électronique.

UICN France, MNHN, SFEPM & ONCFS, 2017- La Liste rouge des espèces menacées en France – Chapitre Mammifères de France métropolitaine. Paris, France.



P/O LA SAS CHAMPIGNY LES SABLES

Diagnostic écologique

Projet d'aménagement sur la commune de Champigny (51)

SAS Champigny Les Sables
Juin 2023

biotope

Citation recommandée	Biotope, 2022, Projet d'aménagement d'une zone logistique et d'activité sur la commune de Champigny (51), Diagnostic écologique. SAS Champigny les Sables. 170p.	
Version/Indice	V1	
Date	30/06/2023	
Nom de fichier	Rapport_Biotope_Champigny_Vprov_20190906.docx	
N° de contrat	2018344-4	
Maître d'ouvrage	CA Nord Est P/O SAS Champigny Les Sables 15 rue André Pingat 51721 REIMS	
Interlocuteur	Gwenaelle SERIN Nicolas ANCELLE	gwenaelle.serin@ca-nord-est.fr nicolas.ancelle@ca-nord-est.fr Téléphone : 03 26 35 32 82
Biotope, Responsable du projet	Léa DELCURE	Mail : ldelcure@biotope.fr Téléphone : 06 09 62 03 38
Biotope, Rédaction	Pauline RAPHANAUD	Mail : praphanaud@biotope.fr Téléphone : 07 56 05 93 31
Biotope, Contrôleur qualité	Aurélie MICHEL	Mail : amichel@biotope.fr Téléphone : 06 12 92 49 49

Sommaire

1 Résumé non technique 9

1 Contexte du projet et aspects méthodologiques 10

1.1 Contexte du projet 10

1.2 Aspects méthodologiques 10

2 Synthèse de l'état initial des milieux naturels, de la flore et de la faune 10

2.1 Contexte écologique du projet 10

2.2 Habitats naturels et flore sur la zone d'étude du projet 11

2.3 Faune sur la zone d'étude du projet 11

2.4 Fonctionnalités écologiques 12

2.5 Enjeux spatialisés sur la zone d'étude du projet 12

2 Contexte du projet et aspects méthodologiques 13

1 Description du projet 14

2 Références règlementaires et objectifs de l'étude 15

2.1 Références réglementaires 15

2.2 Objectifs de l'étude 15

3 Aspects méthodologiques 18

3.1 Terminologie employée 18

3.2 Zones d'études 20

3.3 Équipe de travail 23

3.4 Méthodes d'acquisition des données 26

3.5 Méthodes d'inventaires et difficultés rencontrées 31

3.6 Méthodes de traitement et d'analyse des données 33

3 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune (dit « Scénario de référence ») 39

1 Contexte écologique du projet 40

1.1 Généralités 40

1.2 Présentation des zonages du patrimoine naturel et des interactions possibles avec le projet 40

1.3 Synthèse du contexte écologique du projet 49

2 Habitats naturels et flore 50

2.1 Habitats naturels 50
2.2 Flore 59
2.3 Zones humides 66
2.4 Analyse bibliographique 67
2.5 Analyse du critère « végétation » 68
2.6 Analyse du critère « sol » (sondages pédologiques) 69
2.7 Bilan concernant les zones humides et enjeux associés 71
3 Faune 74
3.1 Insectes 74
3.2 Amphibiens 77
3.3 Reptiles 78
3.4 Oiseaux 86
3.5 Mammifères (hors chiroptères) 114
3.6 Chiroptères 121
4 Continuités et fonctionnalités écologiques 131
4.1 Position de la zone d'étude du projet dans le fonctionnement écologique régional 131
4.2 Fonctionnalités écologiques à l'échelle de la zone d'étude du projet 133
5 Synthèse des enjeux écologiques au sein de la zone d'étude du projet 134

4 Bibliographie 138

1 Bibliographie générale 139
2 Bibliographie relative aux habitats naturels 139
3 Bibliographie relative à la flore 141
4 Bibliographie relative aux zones humides 142
5 Bibliographie relative aux insectes 143
6 Bibliographie relative aux amphibiens et aux reptiles 144
7 Bibliographie relative aux oiseaux 145
8 Bibliographie relative aux mammifères (hors chiroptères) 146
9 Bibliographie relative aux chiroptères 147

Annexes

Annexe 1 : Synthèse des statuts règlementaires des habitats naturels, de la faune et de la flore 149

Annexe 2 : Méthodes d'inventaire de la faune, de la flore et des habitats 151

Annexe 3 : Synthèse des documents de référence pour la définition des statuts de rareté ou menaces de la flore et la faune 164

Annexe 4 : Liste complète des espèces présentes dans la zone d'étude du projet 167

Annexe 5 : Relevés pédologiques réalisés dans la zone d'étude du projet 180

Liste des tableaux

Tableau 1 : Zones d'étude du projet 20

Tableau 2 : Équipe projet 23

Tableau 3 : Dates et conditions des prospections de terrain 28

Tableau 4 : Méthodes utilisées pour établir l'état initial - Généralités 32

Tableau 5 : Niveau d'interaction des zonages avec la zone d'étude élargie 41

Tableau 6 : Zonages du réseau Natura 2000 situés dans l'zone d'étude élargie 41

Tableau 7 : Autres zonages du patrimoine naturel situés dans l'zone d'étude élargie 43

Tableau 8 : Statuts et enjeux écologiques des habitats naturels présents dans l'aire d'étude rapprochée 51

Tableau 9 : Synthèse des données bibliographiques 59

Tableau 10: Statuts et enjeux écologiques des espèces végétales remarquables présentes dans l'aire d'étude rapprochée 61

Tableau 11 : Synthèse du contexte du site 66

Tableau 12 : Synthèse des typologies d'habitats relevées selon la réglementation 69

Tableau 13: Synthèse des sondages pédologiques réalisés 70

Tableau 14 : Statuts et enjeux écologiques des reptiles remarquables présents dans la zone d'étude du projet 80

Tableau 15 : Synthèse des cortèges d'oiseaux en période de reproduction sur l'aire d'étude rapprochée 88

Tableau 16 : Espèces contactées des milieux ouverts 89

Tableau 17 : Espèces contactées des milieux buissonnants et semi-ouverts 90

Tableau 18 : Espèces contactées de milieux forestiers 91

Tableau 19 : Espèces contactées en milieux humides 92

Tableau 20 : Espèces contactées en milieux anthropiques 93

Tableau 21 : Statuts et enjeux écologiques des oiseaux remarquables présents dans la zone d'étude du projet 94

Tableau 22 : Synthèse de l'Œdicnème criard sur l'aire d'étude immédiate et enjeu écologique associé 107

Tableau 23 : Statuts et enjeux écologiques des mammifères remarquables (hors chiroptères) présents dans la zone d'étude du projet 117

Tableau 24 : Synthèse de l'activité des chiroptères enregistrés sur l'aire d'étude 122

Tableau 25 : Statuts et enjeux écologiques des chiroptères remarquables présents dans la zone d'étude du projet 126

Tableau 26 : Synthèse des enjeux écologiques à l'échelle de la zone d'étude du projet 135

Tableau 27 : Synthèse des textes de protection faune/flore applicables sur l'zone d'étude 149

Tableau 28 : Exemple de rendu 157

Tableau 29 : Synthèse des documents de référence pour la définition des statuts de rareté ou menaces de la flore et la faune 164

Tableau 30 : Relevés pédologiques réalisés dans la zone d'étude du projet 180

Liste des illustrations

Figure 1 : Site d'étude (Source : Biotope, 2018) 14

Figure 2 : Schéma de la démarche ERC : « Éviter puis Réduire puis Compenser » 17

Figure 3 : Représentation synthétique des périodes de prospections les plus favorables à l'expertise des différents groupes et des dates de passage réalisées (balise bleue). 31

Figure 4 : Données laissant supposer l'absence de zones humides sur l'aire d'étude rapprochée 67

Figure 5 : Habitats favorables aux insectes sur la zone d'étude du projet, photos prises sur site © Biotope. 75

Figure 6 : Habitats favorables aux reptiles sur la zone d'étude du projet, photos prises sur site © Biotope. 79

Figure 7 : Reptiles remarquables sur la zone d'étude du projet, photos prises hors site © Thomas ROUSSEL Biotope. 81

Figure 8 : Oiseaux remarquables sur la zone d'étude du projet, photos prises sur site sauf mention contraire, ©Guillaume BACH Biotope. 101

Figure 9 : Habitats favorables aux mammifères sur la zone d'étude du projet, photos prises sur site © Biotope. 115

Figure 10 : Mammifères protégés potentiellement présentes sur la zone d'étude du projet, photos prises hors site ©Thomas ROUSSEL - Biotope. 118

Figure 11 : Vue d'ensemble du boisement de Robinier faux-acacia au centre de l'aire d'étude 124

Figure 12: Exemple d'arbre avec de l'écorce décollée 124

Figure 13: Habitats favorables aux chiroptères sur la zone d'étude du projet, photos prises sur site sauf mention contraire, © Biotope. 124

Figure 14 : Schématisation de la méthodologie de délimitation des zones humides selon la Circulaire du 18 janvier 2010, en application de l'arrêté du 24 juin 2008 (modifié par l'arrêté du 1er octobre 2009) (©Biotope 2019). 154

Tables des cartes

Carte 1 : Localisation des zones d'études 22

Carte 2 : Zonages règlementaires du patrimoine naturel 46

Carte 3 : Zonages d'inventaires et autres zonages du patrimoine naturel 47

Carte 4 : Zones humides et à dominante humide 48

Carte 5 : Habitats naturels et semi-naturels 58

Carte 6 : Les habitats naturels et semi-naturels 58

Carte 7 : Espèces végétales patrimoniales et/ou protégées 64

Carte 8 : Espèces végétales exotiques envahissantes 65

Carte 9 : Localisation des sondages pédologiques 73

Carte 10 : Observation de reptiles patrimoniaux et/ou protégés – contacts 2018 84

Carte 11 : Observation de reptiles patrimoniaux et/ou protégés – contacts 2022 85

Carte 12 : Observations d'oiseaux patrimoniaux et/ou protégées - contacts 2018 103

Carte 13 : Observations d'oiseaux patrimoniaux et/ou protégées - contacts 2022 104

Carte 14 : Œdicnème criard : favorabilité des habitats 108

Carte 15 : Localisation de l'Œdicnème criard dans et à proximité de l'aire d'étude 109

Carte 16 : Localisation de l'Œdicnème criard au niveau de l'aire d'étude rapprochée – contact 2018 & 2019 110

Carte 17 : Localisation de l'Œdicnème criard au niveau de l'aire d'étude rapprochée – contact 2022 111

Carte 18 : Chiroptères patrimoniaux et/ou protégés (2018) 129

Carte 19 : Arbres présentant des cavités, favorables au gîte des chiroptères 130

Carte 20 : SRCE Champagne Ardenne 132

Carte 21 : Synthèse des enjeux écologiques 137



1

Résumé non technique

Propriété de Biotope
Ne peut être diffusée sans autorisation préalable de Biotope

1 Contexte du projet et aspects méthodologiques

1.1 Contexte du projet

Le site d'étude se situe sur la commune de Champigny dans la Marne (51370). Le projet concerné est un projet d'aménagement d'une zone logistique, activité et éventuellement bureaux et services sur une zone d'environ 50 ha. Il est envisagé dans le cadre de ce projet de déclasser en partie l'EBC.

Le maître d'ouvrage du présent travail est CA Nord Est – P/O SAS Champigny Les Sables.

1.2 Aspects méthodologiques

Des inventaires naturalistes ont été menés en 2019 par une équipe d'experts spécialisés, sur site pour tous les groupes de faune et de flore, en respectant les périodes favorables, avec des compléments en 2022.

2 Synthèse de l'état initial des milieux naturels, de la flore et de la faune

2.1 Contexte écologique du projet

La zone d'étude se situe en contexte très anthropisé, entourée de milieux agricoles et à proximité de la zone urbanisée de la commune de Champigny à l'ouest. Au centre de la zone d'étude, se trouve un boisement classé en EBC et une plantation de Robinier. Le reste de la zone d'étude est constitué de milieux agricoles ponctués de haies et d'alignements d'arbre.

D'autre part, 9 zonages réglementaires sont situés dans la zone d'étude éloignée : 3 Zones Spéciales de Conservation (ZSC), 1 Arrêté Préfectoral de Protection de Biotope (APPB) et 5 Sites classés. 18 zonages d'inventaire du patrimoine naturel sont également concernés par la zone d'étude éloignée : 15 Zones Naturelles d'Intérêt Écologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF) de type I et 3 de type II.

Après analyse des formulaires ZNIEFF, quelques espèces déterminantes des sites les plus proches ont été observées lors des passages sur le terrain notamment l'Oreillard roux. Le Baguenaudier, déterminant de la ZNIEFF 210009861 a été observé sur site. Toutefois, sur le site, il est présent dans un habitat qui n'est pas le sien, et constitue dans ce cas aucun enjeu sur la zone du projet (c'est un plant échappé des jardins).

Concernant le site Natura 2000 FR2100274 **« Marais et pelouses du tertiaire au nord de Reims,** au regard :

- De la connaissance actuelle de la zone d'étude du projet ;
- De l'existence de liens fonctionnels discontinus et dégradés (haies, boisements favorables aux chiroptères) entre la zone d'étude du projet et le site Natura 2000 **;**
- Des faibles interactions notamment du fait de la distance de l'aire d'étude et de l'écologie des espèces présentes au sein de l'aire d'étude et des espèces ayant permis la désignation du site Natura 2000 ;

L'analyse des incidences du projet sur la conservation des espèces listées au Formulaire Standard des Données du site Natura 2000, conclue à une incidence négligeable.

Enfin, aucune espèce déterminante des ZNIEFF les plus proches n'a été contactée et donc aucune incidence du projet sur le patrimoine naturel ainsi désigné n'est à attendre.

2.2 Habitats naturels et flore sur la zone d'étude du projet

Le site du projet est majoritairement en culture. L'EBC au centre est constitué d'une plantation de Robiniers et d'une zone de friche boisée semi-ouverte. L'ensemble des habitats présentent des enjeux faibles.

La richesse floristique de la zone d'étude du projet est moyenne compte tenu du contexte très anthropique du secteur : 3 espèces patrimoniales (mais non protégées) principalement au niveau de la friche arbustive, et 3 espèces exotiques classées envahissantes.

2.3 Faune sur la zone d'étude du projet

Les habitats rencontrés sur la zone d'étude ne sont pas favorables à la présence d'insectes et d'amphibiens. Aucune observation d'espèce protégée pour ces groupes n'a été faite.

Pour les reptiles, les zones thermophiles (zones herbeuse rase ensoleillées) sont attractives pour le Lézard des souches, Lézard des murailles et l'Orvet fragile, mais qui restent des espèces communes (même si protégées au niveau national).

Le Hérisson d'Europe ainsi que l'Écureuil roux deux espèces identifiées dans la bibliographie possèdent des habitats favorables sur la zone du projet, principalement au niveau du boisement, lisières et friche semi-ouverte.

Pour les oiseaux, le bosquet, les reliques de haies ainsi que la friche semi-ouverte présents au centre-ouest du site constituent des habitats attractifs pour les passereaux. 24 espèces protégées nicheuses y ont été observées. Les cultures peuvent accueillir la reproduction de quelques espèces d'oiseaux notamment l'Œdicnème criard, toutefois cette espèce ne niche pas au sein même de l'aire d'étude rapprochée.

Quelques possibilités de gîtes favorables (fissures, écorces décollées) ont été identifiés à la marge dans le boisement. Les chiroptères (6 espèces contactées) utilisent le site comme zone de transit et territoire d'alimentation.

2.4 Fonctionnalités écologiques

La zone d'étude est à 80% constituée de cultures. Les habitats propices à la biodiversité sont restreints et dégradés mais ils participent à la fonctionnalité écologique local en tant que microréservoirs puisqu'ils constituent les seules reliques de haies et de boisements en milieu de culture en frange d'un milieu urbain. Ils peuvent également constitués des petits corridors au sein du contexte très anthropique du site.

Les habitats naturels de la zone d'étude peuvent donc constituer un support de continuités écologiques de la trame verte et bleue à l'échelle locale en permettant le transit et le repos de certaines espèces (oiseaux, insectes, chiroptères entre autres).

2.5 Enjeux spatialisés sur la zone d'étude du projet

Les enjeux sur la zone d'étude sont principalement orientés sur les zones de reliques de haies, bosquets/friches semi-ouvertes, qui sont d'importance pour les oiseaux et les chiroptères.

Les cultures présentent un enjeu moyen du fait de la présence d'espèces d'oiseaux nicheuses.



2

Contexte du projet et aspects méthodologiques

Propriété de Biotope
Ne peut être diffusée sans autorisation préalable de Biotope

1 Description du projet

Une carte de localisation du projet et des zones d'étude est présentée au chapitre 3.2 Zones d'études.

Le site d'étude se situe sur la commune de Champigny dans la Marne (51370). Le projet concerné est un projet d'aménagement d'une zone logistique, activité et éventuellement bureaux et services sur une zone d'environ 50 ha. Il est envisagé dans le cadre de ce projet de déclasser en partie l'EBC.

Le maître d'ouvrage du présent travail est CA Nord Est – P/O SAS Champigny Les Sables.

Ce rapport a pour but de présenter le volet milieux naturels de l'étude d'impact et donc de présenter les résultats issus des inventaires naturalistes démarrés au printemps 2018, complétés en 2022 et de déterminer ensuite les risques et opportunités liés à la biodiversité quant à la faisabilité du présent projet d'aménagement sur le site d'étude. Il consiste en :

- Un bilan de la bibliographie et des données publiques disponibles sur le site d'étude ;
- Un bilan des zonages du patrimoine naturel et des continuités écologiques majeures concernant le site d'étude ;
- Les résultats des expertises de terrain de 2018 et 2022 et l'analyse des potentialités d'accueil pour la flore et les principaux groupes de faune protégés ou à enjeu de conservation ;
- Le niveau de risque identifié sur la base des résultats d'expertises et les mesures d'évitement et de réduction pour préserver les espèces, leur habitat et la continuité écologique du site.



Figure 1 : Site d'étude (Source : Biotope, 2018)

Les différents milieux du site d'étude ont été parcourus dans un objectif d'optimisation des observations d'espèces pouvant constituer un enjeu écologique et/ou ayant des implications réglementaires pour le projet d'aménagement. L'attention s'est notamment portée sur les milieux naturels ou artificiels susceptibles d'accueillir la plus grande diversité de faune et de flore, et notamment sur la partie boisée classée en EBC devant faire l'objet en partie d'un déclassement dans le cadre du projet.

2 Références règlementaires et objectifs de l'étude

2.1 Références réglementaires

Mise à jour le 28/11/2022

2.1.1 Volet « faune-flore » de l'étude d'impact

- Articles L. 122-1 et suivants puis R. 122-1 et suivants du Code de l'environnement.
- Le contenu de l'étude d'impact est détaillé à l'article R. 122-5.

2.1.2 Volet « zones humides » du dossier Loi sur l'eau

- Le régime de déclaration/autorisation au titre de la loi sur l'eau figure aux articles L. 214-1 et suivants puis R. 214-1 (cf. rubrique 3.3.1.0 concernant les zones humides) et suivants du Code de l'environnement.
- Les modalités de délimitation des zones humides sont présentées aux articles L. 211-1 I 1°, L. 214-7-1 et R. 211-108 du Code de l'environnement, puis précisées par l'arrêté ministériel du 24 juin 2008 (NOR : DEVO0813942A, modifié par l'arrêté du 1er octobre 2009 NOR : DEVO0922936A) et la circulaire du 18 janvier 2010 (NOR : DEVO1000559C).
- Au sein du bassin Seine-Normandie, les modalités de compensation au titre des zones humides impactées par les projets figurent à la disposition D6.83 du Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux 2022-2027

2.2 Objectifs de l'étude

2.2.1 Objectifs du volet faune-flore de l'étude d'impact

Les objectifs du volet faune, flore, milieux naturels de l'étude l'impact sont :

- D'apprécier les potentialités d'accueil du site de projet vis-à-vis des espèces ou des groupes biologiques susceptibles d'être concernés par les effets du projet ;
- D'identifier les aspects réglementaires liés aux milieux naturels et susceptibles de contraindre le projet ;
- De caractériser les enjeux écologiques à prendre en compte dans la réalisation du projet ;
- D'évaluer le rôle des éléments du paysage concernés par le projet dans le fonctionnement écologique local ;

2 Contexte du projet et aspects méthodologiques

- D'apprécier les effets prévisibles, positifs et négatifs, directs et indirects, temporaires et permanents, du projet sur la faune, la flore, les habitats naturels et le fonctionnement écologique de l'zone d'étude ;
- D'apprécier les impacts cumulés du projet avec d'autres projets ;
- De définir, en concertation avec le maître d'ouvrage, les mesures d'insertion écologique du projet dans son environnement :
  - Mesures d'évitement des effets dommageables prévisibles ;
  - Mesures de réduction des effets négatifs qui n'ont pu être évités ;
  - Mesures de compensation des effets résiduels notables (= insuffisamment réduits) ;
  - Autres mesures d'accompagnement du projet et de suivi écologique.

La démarche appliquée à la réalisation de cette étude s'inscrit dans la logique « Éviter puis Réduire puis Compenser » (ERC) illustrée par la figure page suivante.

2 Contexte du projet et aspects méthodologiques

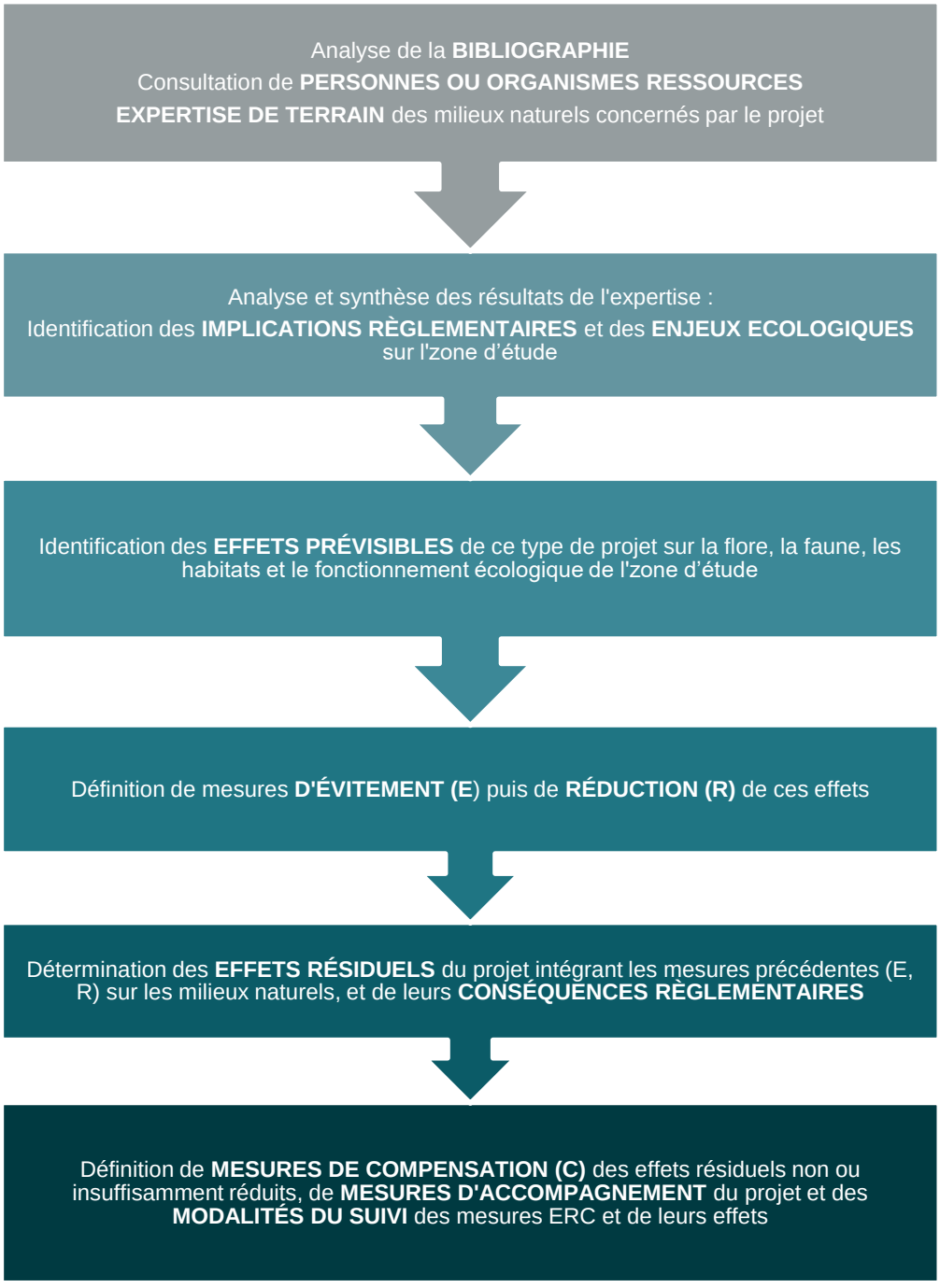


Figure 2 : Schéma de la démarche ERC : « Éviter puis Réduire puis Compenser »

3 Aspects méthodologiques

3.1 Terminologie employée

Afin d'alléger la lecture, le nom scientifique de chaque espèce est cité uniquement lors de la première mention de l'espèce dans le texte. Le nom vernaculaire est ensuite utilisé.

Il est important, pour une compréhension facilitée et partagée de cette étude, de s'entendre sur la définition des principaux termes techniques utilisés dans ce rapport.

- **Effet :** Conséquence générique d'un type de projet sur l'environnement, indépendamment du territoire qui sera affecté. Un effet peut être positif ou négatif, direct ou indirect, permanent ou temporaire. Un projet peut présenter plusieurs effets (d'après MEEDDEM, 2010).
- **Enjeu écologique :** Valeur attribuée à une espèce, un groupe biologique ou un cortège d'espèces, un habitat d'espèce, une végétation, un habitat naturel ou encore un cumul de ces différents éléments. Il s'agit d'une donnée objective, évaluée sans préjuger des effets d'un projet, définie d'après plusieurs critères tels que les statuts de rareté/menace de l'élément écologique considéré à différentes échelles géographiques. Pour une espèce, sont également pris en compte d'autres critères : l'utilisation du site d'étude, la représentativité de la population utilisant le site d'étude à différentes échelles géographiques, la viabilité de cette population, la permanence de l'utilisation du site d'étude par l'espèce ou la population de l'espèce, le degré d'artificialisation du site d'étude… Pour une végétation ou un habitat, l'état de conservation est également un critère important à prendre en compte. Ce qualificatif est indépendant du niveau de protection de l'élément écologique considéré. En termes de biodiversité, il possède une connotation positive.
- **Équilibres biologiques :** équilibres naturels qui s'établissent à la fois au niveau des interactions entre les organismes qui peuplent un milieu et entre les organismes et ce milieu. La conservation des équilibres biologiques est indispensable au maintien de la stabilité des écosystèmes.
- **Impact :** contextualisation des effets en fonction des caractéristiques du projet étudié, des enjeux écologiques identifiés dans le cadre de l'état initial et de leur sensibilité. Un impact peut être positif ou négatif, direct ou indirect, réversible ou irréversible. Son niveau varie en fonction des mesures mises en œuvre pour éviter ou réduire les effets du projet.
- **Impact résiduel :** impact d'un projet qui persiste après application des mesures d'évitement et de réduction d'impact.

- **Implication réglementaire :** conséquence pour le projet de la présence d'un élément écologique (espèce, habitat) soumis à une législation particulière (protection, règlementation) qui peut être établie à différents niveaux géographiques (départemental, régional, national, européen, mondial).
- **Incidence :** synonyme d'impact. Par convention, nous utiliserons le terme « impact » pour les études d'impacts et le terme « incidence » pour les évaluations des incidences au titre de Natura 2000 ou les dossiers d'autorisation ou de déclaration au titre de la Loi sur l'eau.
- **Notable :** terme utilisé dans les études d'impact (codé à l'article R. 122-5 du Code de l'environnement) pour qualifier tout impact qui doit être pris en compte dans l'étude. Dans la présente étude, nous considèrerons comme « notable » tout impact résiduel dont le niveau n'est ni faible ni négligeable à l'échelle de l'zone d'étude (impacts supérieurs ou égaux à moyens) et donc généralement de nature à déclencher une action de compensation.
- **Patrimonial (espèce, habitat) :** le terme « patrimonial » renvoie à des espèces ou habitats qui nécessitent une attention particulière, du fait de leur statut de rareté et/ou de leur niveau de menace. Ceci peut notamment se traduire par l'inscription de ces espèces ou habitats sur les listes rouges (UICN). Ce qualificatif est indépendant du statut de protection de l'élément écologique considéré.
- **Protégé (espèce, habitat) : protégée :** dans le cadre du présent dossier d'évaluation environnementale, une espèce protégée est une espèce réglementée qui relève d'un statut de protection stricte au titre du code de l'environnement et vis-à-vis de laquelle un certain nombre d'activités humaines sont fortement contraintes voire interdites.
- **Remarquable (espèce, habitat) :** éléments à prendre en compte dans le cadre du projet et de nature à engendrer des adaptations de ce dernier. Habitats ou espèces qui nécessitent une attention particulière, du fait de leur niveau de protection, de rareté, de menace à une échelle donnée, de leurs caractéristiques originales au sein de l'zone d'étude (population particulièrement importante, utilisation de l'zone d'étude inhabituelle pour l'espèce, viabilité incertaine de la population…) ou de leur caractère envahissant. Cette notion n'a pas de connotation positive ou négative, mais englobe « ce qui doit être pris en considération ».
- **Risque :** Niveau d'exposition d'un élément écologique à une perturbation. Ce niveau d'exposition dépend à la fois de la sensibilité de l'élément écologique et de la probabilité d'occurrence de la perturbation.
- **Sensibilité :** Aptitude d'un élément écologique à répondre aux effets d'un projet.
- **Significatif :** Terme utilisé dans les évaluations d'incidences Natura 2000 (codé à l'article R. 414-23 du Code de l'environnement). […] est significatif [au titre de Natura 2000] ce qui dépasse un certain niveau tolérable de perturbation, et qui déclenche alors des changements négatifs dans au moins un des indicateurs qui

caractérisent l'état de conservation au niveau du site Natura 2000 considéré. Pour un site Natura 2000 donné, il est notamment nécessaire de prendre en compte les points identifiés comme « sensibles » ou « délicats » en matière de conservation, soit dans le FSD, soit dans le Docob. Ce qui est significatif pour un site peut donc ne pas l'être pour un autre, en fonction des objectifs de conservation du site et de ces points identifiés comme « délicats » ou « sensibles » (CGEDD, 2015).

3.2 Zones d'études

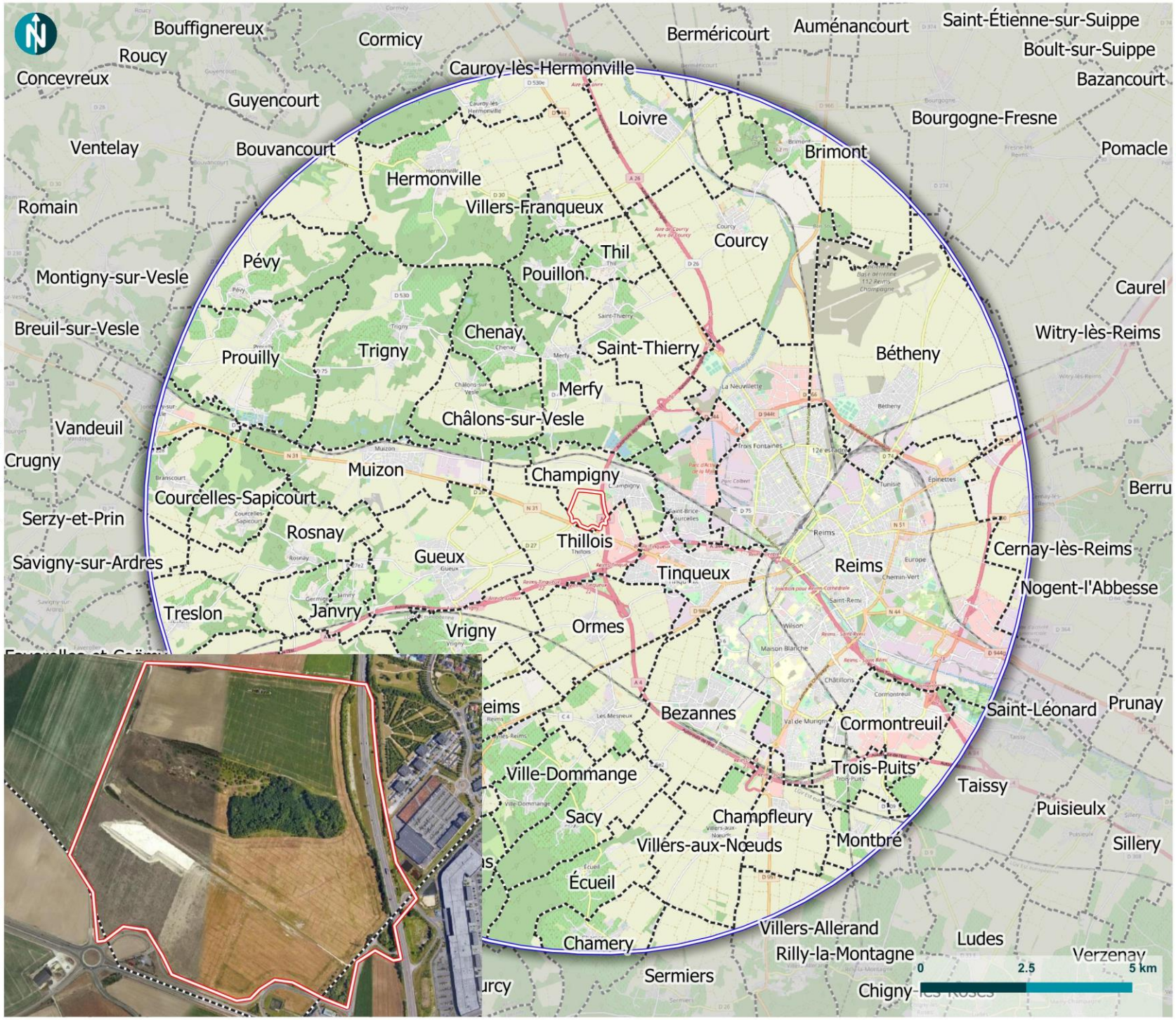
Cf. Carte 1 : Localisation des zones d'études

Le site d'étude se situe sur la commune de Champigny dans la Marne. Le projet concerné est un projet d'aménagement d'une zone d'activités diverses et éventuellement bureaux et services sur une zone d'environ 52 ha. Il se situe sur la commune de Champigny (51370). Différentes zones d'étude, susceptibles d'être concernées différemment par les effets du projet, ont été distinguées dans le cadre de cette expertise (cf. Tableau 1 : Zones d'étude du projet).

Tableau 1 : Zones d'étude du projet

Zones d'étude de l'expertise écologique	Principales caractéristiques et délimitation dans le cadre du projet
Aire d'étude rapprochée Elle intègre l'emprise initiale du projet	Zone d'étude des effets directs ou indirects de projet (positionnement des aménagements, travaux et aménagements connexes). Elle intègre la zone d'implantation des variantes du projet. Sur celle-ci, un état initial complet des milieux naturels est réalisé, en particulier : • Un inventaire des espèces animales et végétales ; • Une cartographie des habitats ; • Une analyse des fonctionnalités écologiques à l'échelle locale ; • Une identification des enjeux écologiques et des implications réglementaires. L'expertise s'appuie essentiellement sur des observations de terrain. Cette aire d'étude couvre une superficie de 61 ha environ.
Aire d'étude éloignée (région naturelle d'implantation du projet)	Analyse du positionnement du projet dans le fonctionnement écologique de la région naturelle d'implantation. Un rayon de 10 km autour de la zone

Zones d'étude de l'expertise écologique	Principales caractéristiques et délimitation dans le cadre du projet
Elle intègre l'aire d'étude rapprochée	d'étude du projet a été choisi pour réaliser cette analyse. Analyse des impacts cumulés avec d'autres projets. L'expertise s'appuie essentiellement sur des informations issues de la bibliographie et de la consultation d'acteurs ressources.



© Nord Est Aménagement - Tous droits réservés - Sources : © IGN BDORTHO 20 cm (2021) - Cartographie : Biotope (2022)

NORD EST

P/O LA SAS CHAMPIGNY LES SABLES

Aires d'étude

Projet d'aménagement de la Zone Logistique et d'Activité de Champigny
- Volet faune-flore de l'étude d'impact -

Légende

Périmètres

- Aire d'étude rapprochée
- Aire d'étude éloignée (10km)
- Emprises communales

biotope

3.3 Équipe de travail

La constitution d'une équipe pluridisciplinaire a été nécessaire dans le cadre de cette étude.

Tableau 2 : Équipe projet

Domaines d'intervention	Intervenants de BIOTOPE	Qualité et qualification
Expertises 2018		
Coordination et rédaction de l'étude	Coraline KLEIN	Chef de projet Écologue pluridisciplinaire Bac+5 en écologie – 12 ans d'expérience
Expertise des habitats naturels et de la flore	Nicolas CONVARD	Expert Botaniste – Phytosociologue Chargé d'études, Nicolas intègre l'équipe avec une bonne connaissance de la flore et des milieux naturels lorrains. En parallèle de ses compétences en botanique et en phytosociologie, il a su mettre à profit ses 12 années d'expérience dans le commerce international pour développer de solides capacités analytiques et organisationnelles, ainsi qu'en gestion de projet.
Expertise des habitats naturels et de la flore – deuxième passage terrain Délimitation des zones humides - sondages pédologiques	Sous-traitant FLORAGIS	Expert Botaniste – Phytosociologue - pédologie
Expertise des insectes Expertise des amphibiens et des reptiles Expertise des mammifères terrestres	Thomas ROUSSEL	Expert Fauniste – Entomologiste, batrachologue, herpétologue, mammalogue Bac + 4 en écologie (Maitrise de Biologie des Populations et des Écosystèmes) – 20 années d'expérience Expert

Expertise des oiseaux	Guillaume BACH	Expert Fauniste – Ornithologue Chargé d'études Ornithologue, Guillaume est natif de Lorraine, son implication associative local ainsi que d'en d'autres structures environnementales lui permettent de posséder une bonne connaissance du réseau naturaliste local et national. Ce qui lui a permis, de part ces expériences de stages, de bénévolats et de voyages naturalistes à s'intéresser et à étudier l'avifaune française et européenne, tout en élargissant sa passion au taxon des amphibiens et des chiroptères
Expertise des chauves-souris	Aurélie VERMUNT	Expert Fauniste – Chiroptérologue Chargée d'études chiroptérologue, elle apporte son expertise dans le cadre d'études règlementaires (particulièrement sur les projets éoliens), et de différents diagnostics écologiques dans le Nord-Est de la France. Native de Lorraine, son implication associative lui permet de posséder une bonne connaissance du réseau Chauves-souris national et local. Elle est également compétente dans l'étude des mammifères terrestres tel que le Grand hamster d'Alsace et les amphibiens. Diplômée en géomatique, elle maîtrise parfaitement l'outil SIG (photo-interprétation, gestion de base de données, cartographie) sous divers logiciels (QGIS, ArcGis, Mapinfo, géoconcept).
Contrôle Qualité	Renaud GARBE	Directeur d'étude – Expert naturaliste faune BAC + 5 en Ingénierie en Écologie et Gestion de la Biodiversité – 9 Années d'expérience
Expertises 2022		
Léa DELCURE	Chef de projet Écologue pluridisciplinaire Bac+5 en écologie – 5 ans d'expérience	Chef de projet Écologue pluridisciplinaire Master Biologie des Organismes et des Populations – 5 ans d'expérience

2 Contexte du projet et aspects méthodologiques

Rédaction de la synthèse des enjeux écologiques	Pauline RAPHANAUD	Chargée de mission et experte fauniste Master 2 de Gestion et Conservation de la Faune Sauvage 1ère année d'expérience
Expertise des habitats naturels et de la flore	Arthur COLLAS	Expert Botaniste – Phytosociologue Master en Écologie, paysage, agronomie et forêt. Spécialité en gestion et restauration des écosystèmes – 2 ans d'expérience.
Expertise des insectes Expertise des amphibiens et des reptiles Expertise des mammifères terrestres	Thomas ROUSSEL	Expert Fauniste – Entomologiste, batrachologue, herpétologue, mammalogue Bac + 4 en écologie (Maitrise de Biologie des Populations et des Écosystèmes) – 20 années d'expérience Expert
Expertise des oiseaux	Antoine LUCAS	Expert Fauniste – Ornithologue Chargé d'étude Ornithologue, Antoine est diplômé d'un master en écologie et biologie des populations. Son implication dans le milieu naturaliste lors de ses différents stages, volontariats et voyages naturalistes en France et à l'étranger lui ont permis d'acquérir de bonnes connaissances sur l'avifaune nationale et internationale. Ces expériences lui ont également permis d'acquérir des compétences dans d'autres taxons tels que les odonates, les rhopalocères, les amphibiens ou les reptiles ainsi qu'une bonne connaissance des différents écosystèmes présents en Grand Est et sur le territoire national.
Contrôle qualité	Aurélie MICHEL	Responsable de l'agence Grand Est et de son antenne alsacienne Diplôme d'ingénieur paysagiste concepteur – 11 ans d'expérience

3.4 Méthodes d'acquisition des données

3.4.1 Acteurs ressources consultés et bibliographie

Les références bibliographiques utilisées dans le cadre de cette étude font l'objet d'un chapitre dédié en fin de rapport, avant les annexes.

Des bases de données ont été consultées pour recherche des espèces présentes sur la zone du projet et/ou à l'échelle communale : portail faune Champagne Ardenne de la LPO, base de données FLORA du CBNBP, et portail INPN à l'échelle communale.

Aucune consultation d'acteur n'a été opérée dans le cadre de cette étude.

3.4.2 Prospections de terrain

Effort d'inventaire

Conformément à l'article R. 122-5 du Code de l'environnement portant réforme des études d'impact des projets de travaux, d'ouvrages et d'aménagement, le contenu de l'étude d'impact, et donc les prospections de terrain, sont « **proportionnés à la sensibilité environnementale de la zone susceptible d'être affectée par le projet, à l'importance de la nature des travaux, ouvrages et aménagements projetés et à leurs incidences prévisibles sur l'environnement ou la santé humaine** ».

Ainsi, les prospections ont concerné les groupes de faune et la flore les plus représentatifs de la biodiversité de la zone d'étude du projet. Le nombre et les périodes de passage ont été adaptés au contexte très urbain et agricole de la zone d'étude du projet et aux enjeux écologiques pressentis.

Le tableau et la figure suivants indiquent les dates de réalisation et les groupes visés par les inventaires de la faune et de la flore sur le terrain dans le cadre du projet.

À chaque passage, les observations opportunistes concernant des groupes non ciblés initialement sont notées pour être intégrées dans la synthèse des données.

Tableau 3 : Dates et conditions des prospections de terrain

Dates des inventaires	Commentaires
Expertises 2018	
Inventaires des habitats naturels et de la flore (2 passages dédiés)	
21/04/2018	Prospections ciblées sur les espèces à floraison précoce (espèces vernales) – cartographie des habitats
Inventaires des zones humides	
Juillet/août 2018	Inventaires des habitats et de la flore
Juillet/août 2018	Sondages pédologiques
Inventaires des insectes (3 passages dédiés)	
08/05/2018	Très beau temps, vent modéré, t : 17°C, prospection de jour et de nuit
03/06/2018	Très beau temps, vent modéré, t : 25°C, prospection de jour
23/07/2018	Très beau temps, vent modéré, t : 25°C, prospection de jour
Inventaires des amphibiens (1 passages dédiés)	
08/05/2018	Temps couvert, vent modéré, t : 15°C, prospection de jour et de nuit
Inventaires des reptiles (3 passages dédiés)	
08/05/2018	Temps couvert, vent modéré, t : 15°C, prospection de jour et de nuit
03/06/2018	Très beau temps, vent modéré, t : 17°C, prospection de jour
23/07/2018	Très beau temps, vent modéré, t : 25°C, prospection de jour
Inventaires des oiseaux (4 passages dédiés)	
12/05/2018	10°C/15°C, pas de vent, ciel dégagé, visibilité plus de 2 km
01/06/2018	10°C/15°C, vent léger du sud/sud-ouest, ciel couvert, visibilité plus de 2 km

30/06/2018	15°C/20°C, pas de vent, ciel dégagé, visibilité plus de 2km
25/09/2018 (Migration Œdicnème criard)	15°C/20°C, pas de vent, ciel dégagé, visibilité plus de 2km
Inventaires des mammifères terrestres (4 passages dédiés)	
08/05/2018	Temps couvert, vent modéré, t : 15°C, prospection de jour et de nuit
03/06/2018	Très beau temps, vent modéré, t : 17°C, prospection de jour
23/07/2018	Très beau temps, vent modéré, t : 25°C, prospection de jour
Inventaires des chauves-souris (2 passages dédiés)	
07/05/2018	Temps ensoleillé sans précipitation ; Températures comprises entre 11°C et 16°C ; Vent faible + prospection de nuit
19/07/2018	Temps ensoleillé sans précipitation ; Températures comprises entre 14°C et 23°C ; Vent faible + prospection de nuit
Expertises 2022	
Inventaires des habitats naturels et de la flore (1 passage dédié)	
10/05/2022	Très beau temps, vent nul à faible, t : 22°C, prospection de jour
Inventaires des insectes (1 passage dédié)	
10/05/2022	Très beau temps, vent nul à faible, t : 22°C, prospection de jour
Inventaires des reptiles	
10/05/2022	Très beau temps, vent nul à faible, t : 22°C, prospection de jour
Inventaires des oiseaux (4 passages dédiés)	
20/04/2022 (dont crépusculaire)	15/17°C, vent de nord-est à 20km/h, ciel dégagé, visibilité plus de 2km
24/05/2022 (dont crépusculaire)	15/19°C, vent de sud-ouest à 20km/h, éclaircies, visibilité plus de 2km

05/07/2022	21/26°C, vent d'est à 10km/h, ciel dégagé, visibilité plus de 2km
Inventaires des mammifères terrestres	
10/05/2022	Très beau temps, vent nul à faible, t : 22°C, prospection de jour
Inventaires des chauves-souris (1 passage dédié)	
08/02/2022 (recherche de gîtes)	Temps couvert sans précipitation ; Températures comprises entre 4 et 6°C ; pas de vent



Figure 3 : Représentation synthétique des périodes de prospections les plus favorables à l'expertise des différents groupes et des dates de passage réalisées (balise bleue).

3.5 Méthodes d'inventaires et difficultés rencontrées

Le Tableau 4 présente une synthèse des méthodes d'inventaires mises en œuvre dans le cadre de cette étude.

Les méthodes d'inventaire de la faune et de la flore sur l'zone d'étude ont été adaptées pour tenir compte des exigences écologiques propres à chaque groupe et permettre l'inventaire le plus représentatif et robuste possible.

Les méthodologies détaillées sont présentées en annexe de ce rapport pour chacun des groupes étudiés.

Tableau 4 : Méthodes utilisées pour établir l'état initial - Généralités

Méthodes utilisées pour l'étude des habitats naturels et de la flore	Habitats : relevés simples d'espèces végétales pour l'établissement d'un cortège permettant le rattachement aux habitats naturels semi-naturels ou artificiels listés dans les référentiels utilisés (CB, Eunis, PVF, Natura 2000). Flore : expertises ciblées sur les périodes pré-vernale, printanière et estivale. Liste d'espèces sur l'ensemble de la zone d'étude du projet couplée à des pointages au GPS et comptage d'effectifs pour les stations d'espèces floristiques remarquables.
Méthodes utilisées pour l'étude des mollusques, crustacés et poissons	Pas de prospections dédiées (pas d'habitats favorables)
Méthodes utilisées pour l'étude des insectes	Inventaire à vue et capture au filet avec relâché immédiat sur place pour les espèces à détermination complexe. Expertises ciblées sur les papillons de jour, les libellules et demoiselles, les orthoptères (criquets, grillons et sauterelles) et les coléoptères saproxylophages (se nourrissant de bois mort)
Méthodes utilisées pour l'étude des amphibiens	En l'absence de zones humides, aucun habitat n'est favorable à la reproduction. Aucune prospection nocturne n'a été réalisée.
Méthodes utilisées pour les reptiles	Inventaire à vue des individus en phase de thermorégulation ou en soulevant les différentes caches (planches, tôles, bâches, etc.), soigneusement remises en place.
Méthodes utilisées pour les oiseaux	Inventaire à vue et par points d'écoute diurnes de 20 mn en période de nidification. Inventaire à vue (points fixes d'observation) et recherche des stationnements en période de migration postnuptiale Réalisation de transects parcourus à pied sur l'ensemble de l'aire d'étude en période d'hivernage.
Méthodes utilisées pour l'étude des mammifères terrestres	Inventaire à vue des individus et recherche d'indices de présence (terriers, excréments, poils, etc.)
Méthodes utilisées pour l'étude des chiroptères	Points d'écoute de 20 mn et transects pédestres à l'aide d'un détecteur à ultrasons de type PETERSSON D240X Pose de 4 enregistreurs automatiques SM2Bat pour un total de 2 nuits d'enregistrements.

	Recherche à pied, dans l'ensemble des boisements de l'aire d'étude, d'arbres à cavités et/ou à écorces décollées pouvant constituer des gîtes potentiels.

Difficultés scientifiques et techniques rencontrées sur la zone d'étude

Compte-tenu des habitats présents et du très faible potentiel d'accueil d'espèces réglementées pour la petite faune (en dehors des reptiles), les deux passages ciblés pour les amphibiens, insectes et reptiles ont été réalisés en mai, période très favorable pour la majorité des groupes étudiés. Les orthoptères n'ont pas été ciblés en priorité (absence d'espèce réglementée dans la région Grand-Est).

Difficulté rencontrée lors des inventaires de l'avifaune en 2022 : Étant donnée les nuisances sonores causées par l'A26, des transects ont été réalisés plutôt que des points d'écoute afin de maximiser la probabilité de détection des espèces chanteuses.

Les expertises de terrain se sont déroulées sur la période printemps-été correspond à la période de plus forte activité de l'ensemble des groupes. La pression de prospection a permis de couvrir l'ensemble de la zone d'étude, dans des conditions d'observations toujours suffisantes. L'état initial apparaît donc robuste et représentatif de la diversité écologique des milieux naturels locaux et de leur richesse spécifique.

3.6 Méthodes de traitement et d'analyse des données

3.6.1 Méthode d'évaluation des enjeux écologiques

Critères d'évaluation d'un enjeu écologique

Cf. Annexe 3 : Synthèse des documents de référence pour la définition des statuts de rareté ou menaces de la flore et la faune

Pour rappel, un enjeu écologique est la valeur attribuée à une espèce, un groupe biologique ou un cortège d'espèces, un habitat d'espèce, une végétation, un habitat naturel ou encore un cumul de ces différents éléments. Il s'agit d'une donnée objective, évaluée sans préjuger des effets d'un projet, définie d'après plusieurs critères tels que les statuts de rareté/menace de l'élément écologique considéré à différentes échelles géographiques. Pour une espèce, sont également pris en compte d'autres critères : l'utilisation du site d'étude, la représentativité de la population utilisant le site d'étude à différentes échelles géographiques, la viabilité de cette population, la permanence de l'utilisation du site d'étude par l'espèce ou la population de l'espèce, le degré d'artificialisation du site d'étude… Pour une végétation ou un habitat, l'état de conservation est également un critère important à prendre en compte.

Les listes de protection ne sont ainsi pas nécessairement indicatrices du statut de rareté / menace des éléments écologiques et le niveau d'enjeu écologique est indépendant du niveau de protection de l'élément écologique considéré.

Cette situation amène à utiliser d'autres outils, établis par des spécialistes, pour évaluer la rareté et/ou le statut de menace des espèces présentes : listes rouges, synthèses régionales ou départementales, littérature naturaliste... Elles rendent

compte de l'état des populations d'espèces dans le secteur géographique auquel elles se réfèrent.

Ces documents de référence pour l'expertise n'ont pas de valeur juridique ou normative mais seront pris en compte dans la présente expertise (Cf. Annexe III Tableau 29).

Méthode d'évaluation des enjeux

Dans le cadre de cette étude réglementaire, une évaluation des enjeux écologiques sur la zone d'étude du projet a été réalisée.

Elle s'est appuyée sur les données recueillies sur le terrain, sur l'expérience des spécialistes en charge des inventaires et sur les connaissances les plus récentes. Dans un souci de robustesse et d'objectivité, ces informations ont ensuite été mises en perspective au moyen de références scientifiques et techniques (listes rouges, atlas de répartition, publications…) et de la consultation, quand cela s'est avéré nécessaire, de personnes ressources.

Pour chacun des habitats naturels ou des espèces observés, le niveau d'enjeu a été évalué selon les critères suivants :

- Statuts patrimoniaux de l'habitat naturel/ taxon considéré, à différentes échelles géographiques (Europe, France, régions administratives, départements administratifs ou domaines biogéographiques équivalents (liste des références présentée au chapitre précédent)) ;
- Superficie / recouvrement / typicité de l'habitat naturel sur l'zone d'étude ;
- Utilisation de la zone d'étude par l'espèce (reproduction possible, probable ou certaine, alimentation, stationnement, repos…) ;
- Représentativité à différentes échelles géographiques de l'habitat naturel / la population d'espèce sur l'zone d'étude ;
- Viabilité ou permanence de cet habitat naturel / cette population sur l'zone d'étude ;
- Rôle fonctionnel écologique supposé (zone inondable, zone humide, élément structurant du paysage…) ;
- Contexte écologique et degré d'artificialisation / de naturalité de l'zone d'étude.

Aucune considération de statut réglementaire n'entre dans cette évaluation.

Chaque niveau d'enjeu écologique est associé à une portée géographique indiquant le poids de l'zone d'étude, ou d'un secteur de celle-ci, en termes de préservation de

l'élément considéré (espèce, habitat, habitat d'espèce, groupe biologique ou cortège).

L'échelle suivante a été retenue :

Niveau TRES FORT : enjeu écologique de portée nationale à supra-nationale voire mondiale
Niveau FORT : enjeu écologique de portée régionale à supra-régionale
Niveau MOYEN : enjeu écologique de portée départementale à supra-départementale
Niveau FAIBLE : enjeu écologique de portée locale, à l'échelle d'un ensemble cohérent du paysage écologique (vallée, massif forestier…)
Niveau NEGLIGEABLE : enjeu écologique de portée locale, à l'échelle de la seule zone d'étude
Niveau NUL : absence d'enjeu écologique (taxons exotiques)

Dans le cas d'une espèce ou d'un groupe/cortège largement distribué(e) sur la zone d'étude, le niveau d'enjeu peut varier en fonction des secteurs et de l'utilisation de ces secteurs par cette espèce ou ce groupe/cortège.

Par défaut, les espèces dont le niveau d'enjeu est considéré comme « négligeable » n'apparaissent pas dans les tableaux de synthèse des espèces constituant un enjeu écologique.

Note importante : Les enjeux écologiques sont présentés dans l'état initial sous la forme de tableaux synthétiques. Conformément à la réglementation, l'approche est proportionnée avec un développement plus important des espèces constituant un enjeu écologique.

Représentation cartographique des enjeux

Pour chaque groupe ou pour l'ensemble des groupes, une cartographie de synthèse des enjeux écologiques est réalisée. La représentation cartographique est le prolongement naturel de l'analyse des enjeux dans l'étude, et inversement.

Ces cartographies s'appuient à la fois sur les résultats des inventaires menés dans le cadre de l'étude et sur les potentialités d'accueil des différents habitats pour la faune et la flore.

Ainsi, chaque parcelle ou unité d'habitat se voit attribuer le niveau d'enjeu écologique défini pour chaque espèce dont elle constitue l'habitat. Il est ainsi possible de passer d'un niveau d'enjeu par espèce (dans le tableau de synthèse des espèces constituant un enjeu écologique à chaque période du cycle de vie) à une représentation cartographique des enjeux au sein de la zone d'étude du projet.

Lorsque plusieurs espèces utilisent la même parcelle ou la même unité d'habitat, le niveau correspondant à l'espèce qui constitue l'enjeu le plus fort est retenu.

3.6.2 Méthodes d'évaluation des impacts

Dans le cadre de cette étude réglementaire, une caractérisation des impacts du projet sur le patrimoine naturel de l'zone d'étude a été réalisée.

Nous nous concentrons ici sur les effets négatifs du projet.

Sur la base d'une typologie des effets prévisibles du projet et d'une quantification simple de ceux-ci, les niveaux d'impact ont été évalués selon les critères suivants :

- Caractéristiques propres à l'effet considéré :
  - Grand type d'effet (effet direct ou indirect : destruction, dégradation, perturbation…) ;
  - Période d'occurrence (pendant, ou hors, période de vulnérabilité des espèces / en phase de travaux ou d'exploitation) et durée de l'effet (effet temporaire/permanent) ;
  - Portée de l'effet (court, moyen ou long terme) ;
  - Intensité de l'effet (pollution diffuse, destruction totale…).
- Niveau d'enjeu écologique de l'élément concerné par l'effet ;
- Autres caractéristiques propres à l'élément concerné par l'effet :
  - Nature précise de l'élément (habitat d'espèce, individus…) ;
  - Surface / longueur relative concernée ;
  - Effectif relatif concerné ;
  - Sensibilité immédiate de l'élément impacté à l'effet ;
  - Capacité d'autorégénération (résilience) de l'élément impacté après l'effet, sur l'zone d'étude.
- Aléa contextuel / environnemental (éléments de nature à réduire ou à augmenter localement la probabilité d'occurrence de l'effet) ;

- Performance vis-à-vis de l'effet des mesures d'évitement et de réduction intégrées au projet.

Les impacts considérés ici intègrent les mesures d'évitement et de réduction des effets ; il s'agit donc d'impacts résiduels.

Dans le prolongement logique de l'évaluation des enjeux, chaque niveau d'impact résiduel est associé à une portée géographique. L'échelle suivante a été retenue :

Impact TRES FORT (= MAJEUR) : impact de portée nationale voire internationale
Impact FORT : impact de portée régionale à supra-régionale
Impact MOYEN (= MODERE) : impact de portée départementale à supra-départementale
Impact FAIBLE : impact de portée locale à l'échelle d'un ensemble cohérent du paysage écologique (vallée, massif forestier…)
Impact NEGLIGEABLE : impact de portée locale à l'échelle de la seule zone d'étude
Impact NUL : absence d'impact

Le terme de « notable », codé à l'article R. 122-5 du Code de l'environnement, est utilisé dans les études d'impact pour qualifier tout impact qui doit être pris en compte.

Dans la présente étude, nous considèrerons comme « notable » tout impact résiduel dont le niveau n'est ni faible ni négligeable à l'échelle de la zone d'étude (impacts supérieurs ou égaux à moyens) et donc généralement de nature à déclencher une action de compensation.

3.6.3 Méthode d'évaluation des impacts cumulés

Une analyse des impacts cumulés du projet avec d'autres projets connus a été menée. Ils correspondent aux impacts globaux de l'ensemble des projets d'aménagement situés dans l'zone d'étude élargie et dont les impacts peuvent s'ajouter les uns aux autres (interactions possibles). Les projets à prendre en compte sont ceux, ayant fait l'objet, à la date du dépôt de la présente étude d'impact :

2 Contexte du projet et aspects méthodologiques

- D'un document d'incidence pour demande d'autorisation au titre de la loi sur l'eau et d'une enquête publique (article R. 214-6 du Code de l'environnement) ;
- Et/ou d'une étude d'impact, et pour lesquels un avis de l'autorité environnementale a été rendu public.

Une recherche des projets susceptibles d'avoir des impacts cumulés avec le projet d'aménagement a été réalisée par Biotope au sein de la zone d'étude élargie.

La liste des projets étudiés concerne les projets dont les avis datent de moins de trois ans.

Cette méthode trouve ses limites dans le fait que les informations disponibles sont peu ou partiellement accessibles et très hétérogènes.

3

État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune (dit « Scénario de référence »)

L'état initial des milieux naturels, de la flore et de la faune correspond à l'état actuel de l'environnement, également dénommé « scénario de référence » dans l'article R. 122-5 du Code de l'environnement).

Propriété de Biotope
Ne peut être diffusée sans autorisation préalable de Biotope

3 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune (dit « Scénario de référence »)

1 Contexte écologique du projet

1.1 Généralités

La zone d'étude se situe en contexte très anthropisé, entourée de milieux agricoles et à proximité de la zone urbanisée de la commune de Champigny à l'ouest. Au centre de la zone d'étude, se trouve un boisement et une friche classés en EBC, ainsi qu'une plantation de Robinier. Le reste de la zone d'étude est constitué de milieux agricoles ponctués de haies et d'alignements d'arbres.

1.2 Présentation des zonages du patrimoine naturel et des interactions possibles avec le projet

Un inventaire des zonages du patrimoine naturel s'appliquant sur la zone d'étude élargie a été effectué auprès des services administratifs de la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) de « Champagne-Ardenne ».

Les données administratives concernant les milieux naturels, le patrimoine écologique, la faune et la flore sont principalement de deux types :

- Les zonages réglementaires du patrimoine naturel qui correspondent à des sites au titre de la législation ou de la réglementation en vigueur dans lesquels les interventions dans le milieu naturel peuvent être contraintes. Ce sont les sites du réseau européen Natura 2000, les arrêtés préfectoraux de protection de biotope, les réserves naturelles nationales et régionales, etc.
- Les zonages d'inventaires du patrimoine naturel, élaborés à titre d'avertissement pour les aménageurs et qui n'ont pas de valeur d'opposabilité. Ce sont notamment les Zones Importantes pour la Conservation des Oiseaux (ZICO), les Zones Naturelles d'Intérêt Écologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF de type II, grands ensembles écologiquement cohérents et ZNIEFF de type I, secteurs de plus faible surface au patrimoine naturel remarquable) ou encore les zones humides identifiées à l'échelle départementale ou régionale.

D'autres types de zonages existent, correspondant par exemple à des territoires d'expérimentation du développement durable (ex. : Parcs Naturels Régionaux – PNR) ou à des secteurs gérés en faveur de la biodiversité (Espaces Naturels Sensibles, sites des Conservatoires des Espaces Naturels, sites du Conservatoire du Littoral et des Rivages Lacustres…).

Les tableaux suivant (cf

3 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune (dit « Scénario de référence »)

Tableau 6 et Tableau 7) présentent les différents zonages du patrimoine naturel concernés par l'zone d'étude élargie, en précisant pour chacun :

- Le type, le numéro / code et l'intitulé du zonage ;
- Sa localisation et sa distance par rapport à la zone d'étude du projet (Cf. Tableau 5 et Tableau 6) ;
- Lorsqu'ils sont disponibles, les éléments concernant la vie administrative des sites.

Tableau 5 : Niveau d'interaction des zonages avec la zone d'étude élargie

Le périmètre recoupe la zone d'étude du projet
Le périmètre est en limite ou en interaction potentielle avec la zone d'étude du projet
Le périmètre recoupe la zone d'étude élargie mais n'est pas en interaction avec la zone d'étude du projet

1.2.1 Zonages réglementaires : Natura 2000

Présentation des sites Natura 2000 situés dans la zone d'étude élargie

3 sites du réseau européen Natura 2000 sont concernés ou en lien direct avec l'zone d'étude élargie :

Cf. Carte 2 : Zonages règlementaires du patrimoine naturel

- 3 Zones Spéciales de Conservation (ZSC) désignés au titre de la directive européenne 92/43/CEE « Habitats / faune / flore ».

Tableau 6 : Zonages du réseau Natura 2000 situés dans l'zone d'étude élargie

Type de site, code, intitulé et surface	Localisation et distance à la zone d'étude du projet
ZSC - FR2100274 - « Marais et pelouses du tertiaire au nord de Reims » - 381 hectares	À 2,36 km au nord
ZSC - FR2100284 - « Marais de la Vesle en amont de Reims » - 466 hectares	À 8,92 km au sud
ZSC - FR2100262 - « Pelouses de la Barbarie à Savigny sur Ardres » - 105 hectares	À 9,72 km à l'ouest

3 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune (dit « Scénario de référence »)

Évaluation des possibilités d'incidences du projet sur les sites du réseau Natura 2000

Le site Natura 2000 **FR2100274 « Marais et pelouses du tertiaire au nord de Reims »** est situé à 2,36 km de la zone d'étude du projet. Quelques espèces à l'origine de la désignation de ce site présentent un fort pouvoir de déplacement (Grand Rhinolophe, lépidoptères) et se retrouvent dans les parcelles boisées du site.

Aucune interaction fonctionnelle régulière ne peut être envisagée entre le patrimoine d'intérêt communautaire à l'origine de la désignation du site Natura 2000 et celui présent sur la zone d'étude du projet. En conséquence, aucune évaluation des incidences au titre de Natura 2000 n'est requise pour ce projet concernant le site FR2100284 « Marais et pelouses du tertiaire au nord de Reims ».

Le site Natura 2000 **FR2100284 « Marais de la Vesle en amont de Reims »** est situé à 8,9 km de la zone d'étude du projet. Les espèces à l'origine de la désignation de ce site présentent un faible pouvoir de déplacement et aucune connexion ne semble être connue entre le site Natura 2000 et la zone d'étude du projet.

Aucune interaction fonctionnelle régulière ne peut être envisagée entre le patrimoine d'intérêt communautaire à l'origine de la désignation du site Natura 2000 et celui présent sur la zone d'étude du projet. En conséquence, aucune évaluation des incidences au titre de Natura 2000 n'est requise pour ce projet concernant le site FR2100284 « Marais de la Vesle en amont de Reims ».

Le site Natura 2000 **FR2100262 « Pelouses de la Barbarie à Savigny sur Ardres »** est situé à 9,7 km de la zone d'étude du projet. Les habitats à l'origine de la désignation de ce site sont absents de la zone d'étude du projet et aucune connexion ne semble être connue entre le site Natura 2000 et la zone d'étude du projet.

Aucune interaction fonctionnelle régulière ne peut être envisagée entre le patrimoine d'intérêt communautaire à l'origine de la désignation du site Natura 2000 et celui présent sur la zone d'étude du projet. En conséquence, aucune évaluation des incidences au titre de Natura 2000 n'est requise pour ce projet concernant le site FR2100262 « Pelouses de la Barbarie à Savigny sur Ardres ».

1.2.2 Autres zonages du patrimoine naturel

6 autres zonages réglementaires du patrimoine naturel sont concernés par l'zone d'étude élargie :

- 1 arrêté préfectoral de protection de biotope (APPB) ;
- 5 Sites classés.

Cf. Carte 2 : Zonages règlementaires du patrimoine naturel:

19 autres zonages d'inventaire du patrimoine naturel sont concernés par l'zone d'étude éloignée :

Cf. Carte 3 : Zonages d'inventaires et autres zonages du patrimoine naturel

3 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune (dit « Scénario de référence »)

- 18 Zones Naturelles d'Intérêt Écologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF), dont 3 de type II et 15 de type I ; ;
- 1 Zone humide identifiées à l'échelle départementale et régionale.

2 autres zonages du patrimoine naturel sont concernés par l'zone d'étude éloignée :

- 1 Parc Naturel Régional ;
- Zones à dominantes humides.

Tableau 7 : Autres zonages du patrimoine naturel situés dans l'zone d'étude élargie

Type de zonage	Code	Intitulé	Distance à la zone d'étude
Zonages réglementaires (Hors Natura 2000)			
APPB	FR3800397	Sablière au lieu-dit Les Bruyères	10 km au N
Site classé	SC073	Mont saint-pierre (observatoire de Napoléon 1er en 1814) à Champigny (51)	985 m au NO
Site classé	SC133	Village de Saint-Thierry (51)	3,77 km au N
Site classé	SC092	Promenades de Reims depuis le monument aux morts jusqu'au cirque à Reims (51)	4,75 km à l'E
Site classé	SC013	Butte saint-nicaise à Reims (51)	6,62 au SE
Site classé	SC043	Crayères annexes aux caves "champagne Ruinart père et fils" à Reims (51)	6,96 au SE
Natura 2000			
ZSC	FR2100274	Marais et pelouses du tertiaire au nord de Reims	2,36 km au N
ZSC	FR2100284	Marais de la Vesle en amont de Reims	8,92 km au S
ZSC	FR2100262	Pelouses de la Barbarie à Savigny sur Ardres	9,72 km à l'O
Zonages d'inventaires			

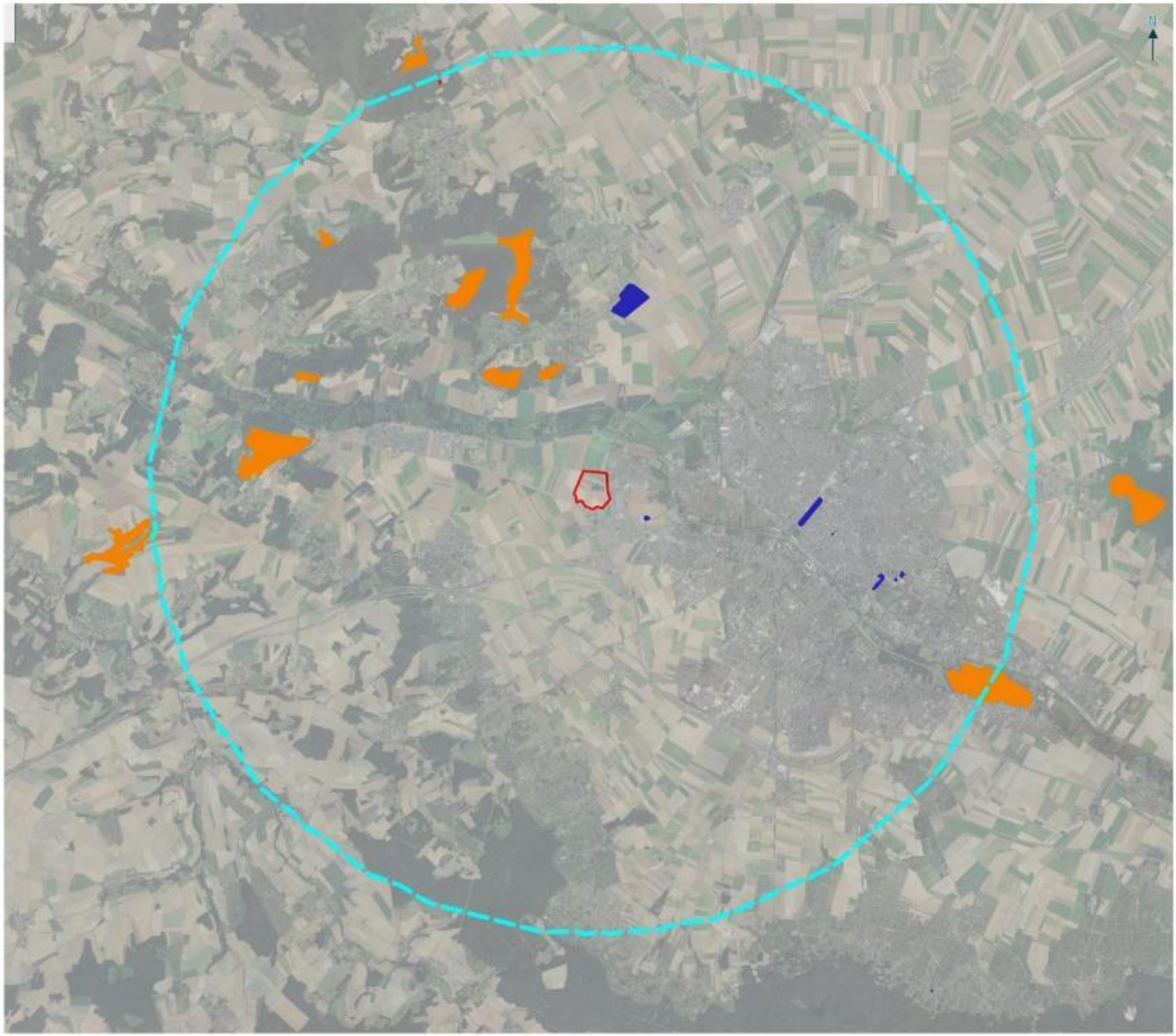
3 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune (dit « Scénario de référence »)

Type de zonage	Code	Intitulé	Distance à la zone d'étude
ZNIEFF1	210009835	Marais de la Vesle de Muizon au chemin de Maco	980 m au N
ZNIEFF1	210000660	Pelouses et pinèdes de Châlons-sur-Vesle, de Merfy et de Chenay.	2,30 km au NO
ZNIEFF1	210009861	Pelouses du fort Saint-Thierry, de Chenay et de Merfy	3,5 km au N
ZNIEFF1	210009367	Pinèdes, bois et pelouses au nord de Clairizet, à l'ouest de Vrigny et au sud de Janvry	4,49 au SO
ZNIEFF1	210000729	Les grands marais et les ronds trous a Prouilly et Trigny	4,65 km à l'E
ZNIEFF1	210000659	Marais du vivier a Chenay et Trigny	4,71 km au NO
ZNIEFF1	210009862	Bois des hauts-balais et marais du clos au nord de Courcelles-Sapicourt	6,49 km à l'O
ZNIEFF1	210009865	Pelouse de la Husse a Prouilly	6,79 au NO
ZNIEFF1	210014782	Le bois de la fosse à Sacy	6,96 au S
ZNIEFF1	210000714	Pelouses et bois de la garenne d'Ecueil	7,23 km au S
ZNIEFF1	210000716	Marais de Tranlais a Prouilly	7,47 au NO
ZNIEFF1	210013065	Pelouses des terres blanches à l'est de bouleuse	7,78 au SE
ZNIEFF1	210009868	Marais de Pevy (pres de la ferme Hervelon)	8,21 km au NO
ZNIEFF1	210015514	Tourbière alcaline des trous de leu a l'ouest de Saint-Léonard	8,85 km au SE

3 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune (dit « Scénario de référence »)

Type de zonage	Code	Intitulé	Distance à la zone d'étude
ZNIEFF1	210009863	Vallon du fond de la gorge et plateau de la barbarie à Savigny-sur-Ardres	9 km à l'O
ZNIEFF2	210000726	Vallée de la Vesle de Livry-Louvercy a Courlandon	900 m au N
ZNIEFF2	210020218	Vallée de l'ardre et de ses affluents entre saint-Limoges et Fismes	6,12 km au SO
ZNIEFF2	210000688	Massif forestier de Cormicy	9,18 km au N
Zones humides identifiées à l'échelle départementale et régionale	015	Habitats humides définis dans l'arrêté ministériel du 24 juin 2008	1,5 km au N
Autres zonages			
Parc naturel régional	FR8000024	Montagne de Reims	2 km
Zones à dominante humide	005	-	960m au N

Carte 2 : Zonages règlementaires du patrimoine naturel



P/O LA SAS CHAMPIGNY LES SABLES

Zonages règlementaires du patrimoine naturel

Projet d'aménagement d'une zone logistique et d'activité sur la commune de Champigny (51)

Légende

- zone d'étude du projet
- zone d'étude éloignée de 10 km

Zonages Natura 2000

- ZSC

Autres zonages réglementaires

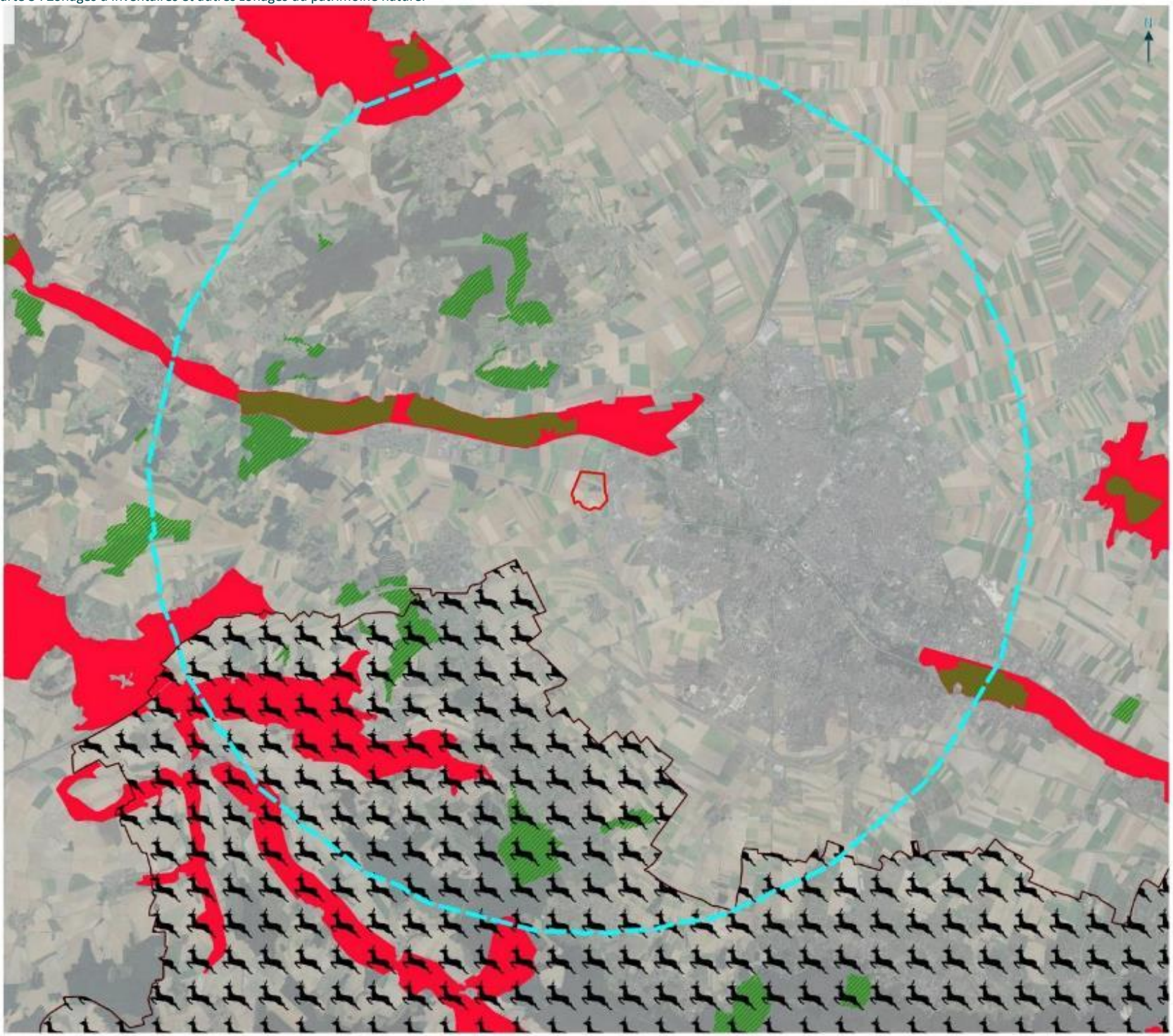
- APPB
- Sites classés

0 1,5 3 km

biotope

© SAS Champigny Les Sables - Tous droits réservés - Sources : ©Biotope (2019) - Fonds : Orto RVB Ebane 2015 Région SE - Cartographie : Biotope, 2019

Carte 3 : Zonages d'inventaires et autres zonages du patrimoine naturel



P/O LA SAS CHAMPIGNY LES SABLES

Zonages d'inventaires et autres zonages du patrimoine naturel

Projet d'aménagement d'une zone logistique et d'activité sur la commune de Champigny (51)

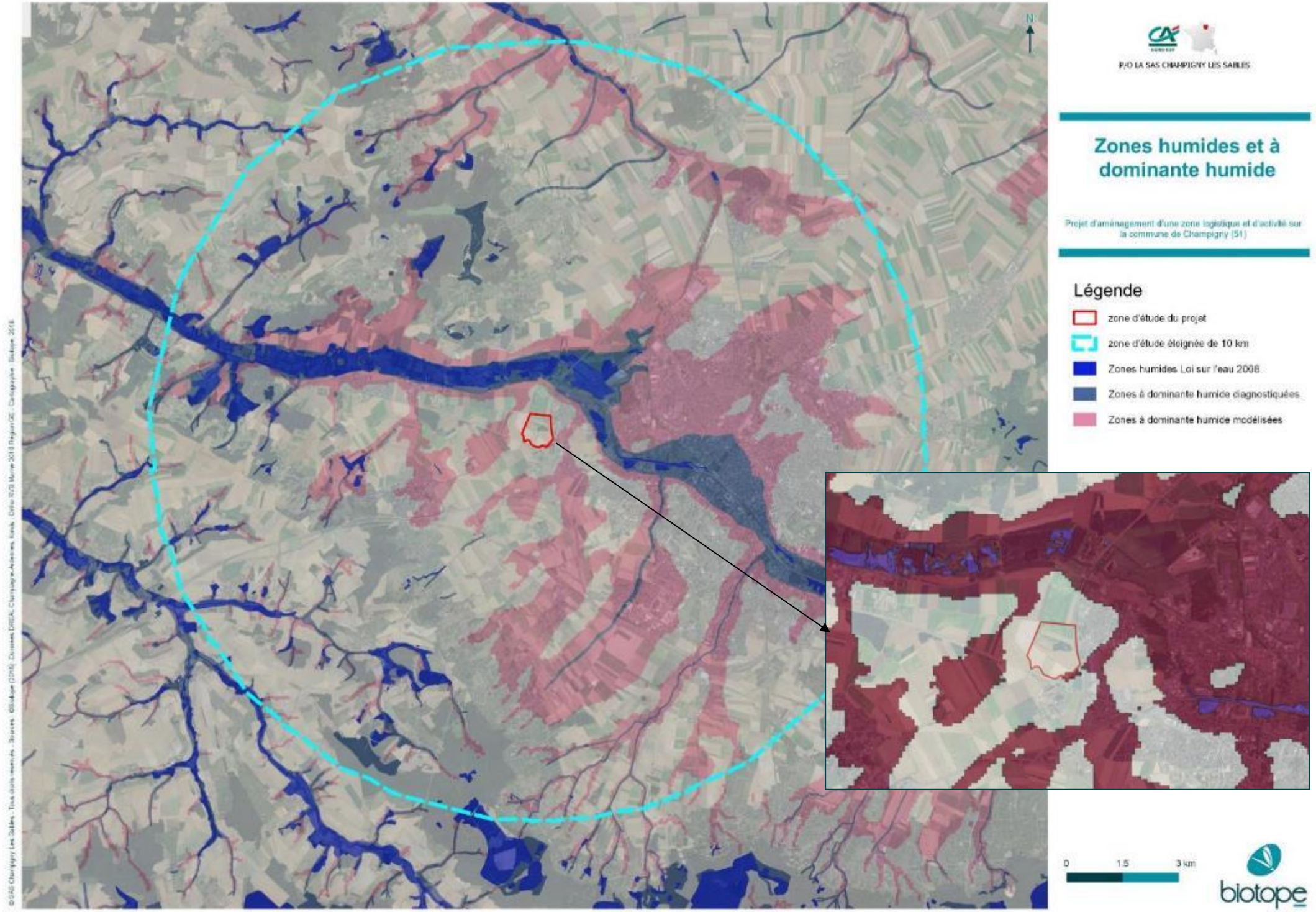
Légende

- zone d'étude du projet
- zone d'étude éloignée de 10 km
- ZNIEFF1
- ZNIEFF2
- PNR

0 1,5 3 km

biotope

Carte 4 : Zones humides et à dominante humide



3 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune (dit « Scénario de référence »)

1.3 Synthèse du contexte écologique du projet

La zone d'étude se situe en contexte très anthropisé, à proximité d'un pôle fortement urbanisé de la commune de Champigny. En son centre, se trouve un boisement classé en EBC et une plantation de Robinier. Le reste de la zone d'étude ainsi que les alentours sont constitués de milieux agricoles ponctués de haies et d'alignements d'arbres éparses.

D'autre part, 9 zonages réglementaires sont situés dans la zone d'étude éloignée : 3 Zones Spéciales de Conservation (ZSC), 1 Arrêté Préfectoral de Protection de Biotope (APPB) et 5 Sites classés. 18 zonages d'inventaire du patrimoine naturel sont également concernés par la zone d'étude éloignée : 15 Zones Naturelles d'Intérêt Écologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF) de type I et 3 de type II.

Après analyse des formulaires ZNIEFF, quelques espèces déterminantes des sites les plus proches ont été observées lors des passages sur le terrain notamment l'Oreillard roux. Le Baguenaudier, déterminant de la ZNIEFF 210009861 a été observé sur site. Toutefois, sur le site, il est présent dans un habitat qui n'est pas le sien, et constitue dans ce cas aucun enjeu sur la zone du projet (c'est un plant échappé des jardins).

Au regard :

- De la connaissance actuelle de la zone d'étude du projet,
- De l'existence possible de liens fonctionnels (haies, boisements favorables aux chiroptères) entre la zone d'étude du projet et le site Natura 2000 FR2100274 **« Marais et pelouses du tertiaire au nord de Reims ».**

Aucune interaction fonctionnelle régulière ne peut être envisagée entre le patrimoine d'intérêt communautaire à l'origine de la désignation du site Natura 2000 et celui présent sur la zone d'étude du projet. En conséquence, aucune évaluation des incidences au titre de Natura 2000 n'est requise pour ce projet concernant les sites Natura 2000.

- De plus, aucune espèce déterminante des ZNIEFF les plus proches n'ont été contactée et donc aucune incidence du projet sur le patrimoine naturel ainsi désigné n'est à attendre.

3 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune (dit « Scénario de référence »)

2 Habitats naturels et flore

Remarque importante : un habitat naturel est une zone terrestre ou aquatique se distinguant par ses caractéristiques géographiques, abiotiques et biotiques, qu'elle soit entièrement naturelle ou semi-naturelle. Tout en tenant compte de l'ensemble des facteurs environnementaux, la détermination des habitats naturels s'appuie essentiellement sur la végétation qui constitue le meilleur intégrateur des conditions écologiques d'un milieu (Bensettiti et al., 2001).

Malgré cela, les termes « habitat naturel », couramment utilisés dans les typologies et dans les guides méthodologiques sont retenus ici pour caractériser les végétations par souci de simplification.

2.1 Habitats naturels

2.1.1 Analyse bibliographique

Cf. Carte : « Habitats naturels »

Cf. Annexe II : « Méthodes d'inventaires »

Aucune étude environnementale n'a été préalablement réalisée sur l'aire d'étude, de ce fait il n'existe pas à ce jour de données sur les végétations présentes.

2.1.2 Habitats présents dans l'aire d'étude rapprochée

L'ensemble des expertises menées en 2018 et 2022 sur les habitats ont permis d'identifier plusieurs grands types de milieux au sein de l'aire d'étude rapprochée :

- Habitats ouverts, semi-ouverts (37,31 ha, 60,54 %) ;
- Habitats forestiers (3,92 ha, 6,35 %) ;
- Habitats artificialisés (20,42 ha, 33,13 %).

L'aire d'étude rapprochée s'inscrit dans un contexte agricole voué essentiellement aux cultures. Seule la zone centrale, topographiquement plus haute, est couverte d'un petit massif forestier et de milieux ouverts spontanées parfois clairsemés. L'autoroute des Anglais (A26) constitue la limite est de l'aire d'étude avec ses talus. Deux anciens bassins de récoltes des eaux de ruissellements se trouvent au sud-est de l'aire d'étude, à proximité de l'autoroute.

2.1.3 Statuts et enjeux écologiques des habitats naturels

Le tableau suivant précise, pour chaque type d'habitat identifié les typologies de référence, les statuts de patrimonialité, la superficie/linéaire sur l'aire d'étude et les enjeux écologiques spécifiques et contextualisés.

Tableau 8 : Statuts et enjeux écologiques des habitats naturels présents dans l'aire d'étude rapprochée

Libellé de l'habitat naturel	Rattachement phytosociologique	Typologie CORINE Biotopes	Typologie EUNIS	Natura 2000	Zone Humide	Dét. ZNIEFF	LRR	Niveau de rareté	Description, état de conservation et surface/linéaire dans l'aire d'étude rapprochée	Enjeu contextualisé
Habitats ouverts, semi-ouverts										
Ourlets xéroclines calcicoles à neutroclines	*Trifolio medii - Geranienion sanguinei*	34.41	E5.21	-	NC	-	-	-	Les ourlets se développent sur les zones en pente des talus routiers. La nature crayeuse du sol et son colluvionnement continu explique la part importante de sol nu. La forte présence du lapin (terriers et abroutissement des plantes appétentes) entraîne une sélection des espèces. Parmi les espèces observées, notons la Clématite des haies (*Clematis vitalba*), l'Origan commun (*Origanum vulgare*), la Carline (*Carlina vulgaris*), la Petite sanguisorbe (*Poterium sanguisorba*), le Lotier corniculé (*Lotus corniculatus*) et la Saponaire officinale (*Saponaria officinalis*). Mauvais état de conservation. 1,11 ha.	Faible
Prairies mésophiles eutrophes	*Lolio perennis - Cynosurenion cristati*	38.111	E2.111	-	NC	-	-	-	Ce type de prairie est observée sur les secteurs plats des talus routiers, ils sont régulièrement abroutis par les lapins. L'espèce dominante est l'Ivraie vivace (*Lolium perenne*), elle est accompagnée du Trèfle rampant (*Trifolium repens*), de la Petite sanguisorbe (*Poterium sanguisorba*), d Bon état de conservation. 1,74 ha	Faible
Prairies fertilisées eutrophes fauchées	*Rumici obtusifolii - Arrhenatherenion elatioris*	38.22	E2.22	-	p	-	-	-	Cette prairie occupe une petite surface de terrain vague en bord de chemin. Elle est dominée par le Fromental élevé (*Arrhenatherum elatius*). Elle est accompagnée d'espèces eutrophes comme la Berce commune (*Heracleum sphondylium*), le Rumex à feuilles obtuses (*Rumex obtusifolius*), le Gaillet mou (*Galium mollugo*), le Compagnon blanc (*Silene latifolia*) et le Plantain lancéolé (*Plantago lanceolata*). Quelques espèces de fourrés s'y développent notamment le Cornouiller sanguin (*Cornus sanguinea*) et l'Églantier (*Rosa canina*).	Faible

3 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune (dit « Scénario de référence »)

Libellé de l'habitat naturel	Rattachement phytosociologique	Typologie CORINE Biotopes	Typologie EUNIS	Natura 2000	Zone Humide	Dét. ZNIEFF	LRR	Niveau de rareté	Description, état de conservation et surface/linéaire dans l'aire d'étude rapprochée	Enjeu contextualisé
									Bon état de conservation. 0,19 ha	
Friches annuelles nitrophiles	*Sisymbrietalia officinalis*	87.2	I1.3	-	NC	-	-	-	Cette végétation couvre la majorité des surfaces de l'aire d'étude, elle se développe sur les anciennes zones cultivées aujourd'hui concernées par le projet. L'espèce dominante, le Brome stérile (*Anisantha sterilis*) indique le caractère eutrophe des sols, elle est accompagnée de la Verveine officinale (*Verbena officinalis*), le Laiteron des maraîcher (*Sonchus oleraceus*), le Mouron rouge (*Lysimachia arvensis*), le Bec-de-Grue (*Erodium cicutarium*), le Vulpin des champs (*Alopecurus myuroides*) et le Cirse des champs (*Cirsium arvense*). Quelques espèces de friches vivaces commencent à s'intégrer au cortège notamment l'Armoise commune (*Artemisia vulgaris*) et la Carotte sauvage (*Daucus carota*). Bon état de conservation. 30,43 ha	Faible
Friches vivaces	*Artemisietea vulgaris*	87.1	E5.1	-	p	-	-	-	Ce milieu occupe les tas de remblais autour des zones récemment terrassés. On y retrouve des espèces de friches vivaces, essentiellement des chardons avec le Cirse commun (*Cirsium vulgare*), le Laiteron piquant (*Sonchus asper*) et le Chardon crépu (*Carduus crispus*). Ces espèces sont accompagnés de Myosotis des champs (*Myosotis arvensis*), Panais cultivé (*Pastinaca sativa*), de Liseron des champs (*Convolvulus arvensis*), Millepertuis perforé (*Hypericum perforatum*) et Armoise commune (*Artemisia vulgaris*). Bon état de conservation. 1,41 ha	Faible
Ronciers	*Rubion grabowski - vestiti*	31.811	F3.111	-	NC	-	-	-	Cette végétation est dominée par les ronces (*Rubus sp)* mais on y retrouve aussi le Millepertuis perforé (*Hypericum perforatum*), le Panais cultivé (*Pastinaca sativa),* l'Armoise commune (*Artemisia vulgaris*), la Prêle des champs (*Equisetum arvense*) et le Dactyle aggloméré (*Dactylis glomerata*).	Faible

3 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune (dit « Scénario de référence »)

Libellé de l'habitat naturel	Rattachement phytosociologique	Typologie CORINE Biotopes	Typologie EUNIS	Natura 2000	Zone Humide	Dét. ZNIEFF	LRR	Niveau de rareté	Description, état de conservation et surface/linéaire dans l'aire d'étude rapprochée	Enjeu contextualisé
									Bon état de conservation. 1,66 ha	
Saulaie anthropique pionnère à Saule marsault	*Salicetum capreae*	31.81	F3.11	-	NC	-	-	-	Ce type de fourré anthropique a été observé au nord sur le talus routier. C'est un habitat pionnier qui se retrouve souvent sur des sols perturbés. On y retrouve essentiellement deux espèces d'arbres : le Peuplier tremble (*Populus tremula*) et le Saule marsault (*Salix caprea*). Bon état de conservation. 0,06 ha	Faible
Fourrés arbustifs médioeuropéens calcicoles	*Ligustro vulgaris - Prunenion spinosae*	31.812	F3.112	-	NC	-	-	-	Ces fourrés entourent et colonisent des anciens bassins de collectes des eaux de ruissellements. La strate arborée est dominée par des anciens Saules blancs (Salix alba), le Bouleau verruqueux (B*etula pendula*) et des Trembles (*Populus tremula*). La strate arbustive reflète la tendance mésophile des sols en l'absence d'eau : on observe le Cornouiller sanguin (*Cornus sanguinea*), le Prunellier (*Prunus spinosa*), le Troène commun *(Ligustrum vulgare*) et l'Églantier (*Rosa canina*). Bon état de conservation. 0,71 ha	Faible
Habitats forestiers										

3 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune (dit « Scénario de référence »)

Libellé de l'habitat naturel	Rattachement phytosociologique	Typologie CORINE Biotopes	Typologie EUNIS	Natura 2000	Zone Humide	Dét. ZNIEFF	LRR	Niveau de rareté	Description, état de conservation et surface/linéaire dans l'aire d'étude rapprochée	Enjeu contextualisé
Robineraies	*Robinietea pseudoacaciae*	84	G1.C3	-	p	-	-	-	La robineraie occupe le centre de l'aire d'étude. C'est un milieu forestier résultant de la colonisation ou de la plantation du Robinier faux-acacia (*Robinia pseudoacacia*). Cette espèce élève le niveau trophique des sols sur lesquels elles se développent, les herbacées colonisant les sous-bois sont essentiellement des espèces eutrophes comme l'Ortie dioïque (*Urtica dioica*), le Lierre terrestre (*Glechoma hederacea*), la Ficaire fausse-renoncule (*Ficaria verna*) ou encore le Brome stérile (*Anisantha sterilis*). Bon état de conservation. 0,24 ha.	Faible
Habitats anthropisés										
Plantations d'arbres feuillus	*Aucun rattachement phytosociologique*	83.32	G2.8	-	p	-	-	-	Des plantations d'arbres feuillus ont été observées à proximité de la Robineraie sur un épais linéaire. Plusieurs espèces d'arbres fruitiers ont été recensées : le Châtaigner (*Castanea sativa*), le Noyer (*Juglans regia*), le Pommier sauvage (*Malus sylvestris)* et le Prunier sauvage (*Prunus domestica*). En strate herbacée : les Ronces (*Rubus sp*) se développent très largement. État de conservation non évalué. 0,89 ha.	Faible
Alignements d'arbres, haies et petits bois	*Aucun rattachement phytosociologique*	84	-	-	p	-	-	-	Les alignements d'arbres et haies se cantonnent aux abords des chemins et de l'autoroute. Plusieurs espèces y ont été recensées : le Peuplier blanc (*Populus alba*), le Peuplier tremble (*Populus tremula*), le Prunellier (*Prunus spinosa*), l'Aubépine monogyne (*Crataegus monogyna*) et le Noisetier (*Corylus avellana*). État de conservation non évalué. 1,23 ha.	Faible
Culture	*Aucun rattachement*	82.1	I1.1	-	p	-	-	-	Sur l'aire d'étude rapprochée, le paysage est très largement dominé par de	Négligeable

Libellé de l'habitat naturel	Rattachement phytosociologique	Typologie CORINE Biotopes	Typologie EUNIS	Natura 2000	Zone Humide	Dét. ZNIEFF	LRR	Niveau de rareté	Description, état de conservation et surface/linéaire dans l'aire d'étude rapprochée	Enjeu contextualisé
	phytosociologique								grandes cultures céréalières dont l'enjeu écologique est lié à la présence d'espèces végétales inféodées aux champs cultivés (espèces messicoles) patrimoniales. De manière générale, ces milieux cultivés de façon intensive ne représentent qu'un enjeu écologique négligeable État de conservation non évalué. 13,56 ha.	
Routes, chemins et sentiers	*Aucun rattachement phytosociologique*	-	J4.2	-	NC(I)	-	-	-	Correspond à l'ensemble des routes, chemins et sentiers retrouvés sur l'aire d'étude. État de conservation non évalué. 3,21 ha.	Nul
Zone non végétalisée	*Aucun rattachement phytosociologique*	-	-	-	p	-	-	-	Cet habitat correspond à des zones récemment décapées sur les anciennes cultures. Le terrassement à mis à ciel ouvert un horizon crayeux où l'absence de banques de graines entraîne une colonisation végétale plus lente. État de conservation non évalué. 1,53 ha.	Nul

Légende :

Libellé de l'habitat naturel : dénomination des communautés végétales relevées sur l'aire d'étude rapprochée, issues principalement du référentiel régional (Voirin M., 2017) ou aussi des typologies CORINE Biotopes (Bissardon, Guibal & Rameau, 1997) ou EUNIS (Louvel *et al.*, 2013). Les intitulés des typologies de référence sont parfois complexes et ont pu être adaptés au besoin de l'étude.
Rattachement phytosociologique : syntaxon phytosociologique au niveau de l'alliance par défaut, voire de rang inférieur lorsque cela est possible (sous-alliance association, groupement…), selon le prodrome des végétations de France (Bardat *et al.*, 2004) et autres publications du prodrome des végétations de France (voir sources en bibliographie).
Typologie CORINE Biotopes : typologie de description et de classification des habitats européens (Bissardon, Guibal & Rameau, 1997).
Typologie EUNIS : typologie de description et de classification des habitats européens (Louvel *et al.*, 2013).
Typologie Natura 2000 : typologie de description et de codification des habitats d'intérêt communautaire (Commission Européenne DG Environnement, 2013), dont certains prioritaires dont le code Natura 2000 est alors complété d'un astérisque.
Zones humides : habitats caractéristiques de zones humides au sens de l'arrêté du 24 juin 2008 selon la nomenclature CORINE Biotopes et/ou selon le Prodrome des végétations de France. Cette approche ne tient compte ni des critères pédologiques ni des critères floristiques – Légende : « H » => Humide ; « p » => pro parte. ; « NC » => non caractéristique.

3 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune (dit « Scénario de référence »)



Prairies mésophiles eutrophes



Friche vivace

Habitats ouverts sur l'aire d'étude rapprochée



Robineraie

Habitats boisés sur l'aire d'étude

2.1.4 Bilan concernant les habitats et enjeux associés

Située au cœur d'une matrice agricole, l'aire d'étude est essentiellement constituée de zones actuellement ou anciennement cultivées, l'abandon des pratiques sur ces dernières permettent le développement de friches annuelles nitrophiles. Des travaux récents au sein-même de ces anciennes cultures ont laissés des zones où la végétation est absente mais ceinturées par des tas de remblais riches en espèces rudérales vivaces. Le sommet de la butte est recouvert de végétations fortement influencées par la gestion humaine, on y retrouve des ronciers, des plantations de

3 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune (dit « Scénario de référence »)

feuillus et un massif de robineraie. Aux abords de l'autoroute (A26), les talus routiers sont des prairies mésophiles eutrophes sur les zones planes et des ourlets xéroclines calcicoles sur les pentes. Ces habitats sont perturbés par l'abroutissement important des lapins.

Aucun habitat à enjeu n'a été observé sur l'ensemble de l'aire d'étude.

Carte 5 : Habitats naturels et semi-naturels



© SAS Champigny-lès-Sables - Tous droits réservés - Sources : © BRGM BD ORTHO (2022) - Cartographie : Biotope (2022)

P/O LA SAS CHAMPIGNY LES SABLES

Cartographie des habitats naturels

Projet d'aménagement de la Zone Logistique et d'Activité de Champigny
- Volet faune-flore de l'étude d'impact -

Périmètres

- Aire d'étude rapprochée

Habitats naturels

- Cultures
- Prairies fertilisées eutrophes fauchées
- Prairies mésophiles eutrophes
- Alignements d'arbres, haies, petits bois, bocage, parcs.
- Fourrés arbustifs médio-européens calcicoles
- Friches annuelles nitrophiles
- Friches vivaces
- Ourlets xéroclines calcicoles à neutroclines
- Plantations d'arbres feuillus.
- Robineraies
- Ronciers
- Routes, chemins et sentiers
- Saulaie anthropique pionnère à Saule marsault
- Zone non végétalisée

3 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune (dit « Scénario de référence »)

2.2 Flore

2.2.1 Analyse bibliographique

Cf. Annexe II : « Méthodes d'inventaires »

Cf. Annexe IV : « Liste complète des espèces présentes dans l'aire d'étude rapprochée »

Cf. Carte : « Espèces végétales patrimoniales et/ou protégées »

Cf. Carte : « Espèces végétales exotiques envahissantes »

Les recherches bibliographiques et les consultations menées auprès de divers organismes (Conservatoire botanique national notamment) ont permis de recenser les plantes déjà connues dans le secteur d'étude, en particulier les espèces protégées et/ou patrimoniales (espèces menacées et inscrites en liste rouge régionale). Ces espèces ont par la suite été activement et prioritairement recherchées au sein de l'aire d'étude rapprochée. Elles sont présentées dans le tableau ci-après :

Tableau 9 : Synthèse des données bibliographiques

Nom vernaculaire *Nom scientifique*	Dernière observation	Statuts	Habitats
Chénopode fétide (*Chenopodium vulvaria L., 1753*)	Espèce connue sur la commune de Champigny (source CBNBP). Dernière observation en 2008.	VU	Friches annuelles sur sols calcaires (espèce tardive)
Petite spéculaire (*Legousia hybrida (L.) Delarbre, 1800*)	Espèce connue à proximité de l'aire d'étude sur la commune de Champigny (source CBNBP). Dernière observation en 2020.	VU	Espèce mésoxérophile commensale de cultures en gestion extensive sur sols calcaires.
Reseda raiponce (*Reseda phyteuma L., 1753*)	Espèce connue sur la commune de Champigny (source CBNBP). Dernière observation en 2020.	NT	Cultures ou friches sur sols calcaires

Légende : NT : quasi-menacé ; VU : Vulnérable (CBNBP, 2020).

Au regard des habitats observés sur le terrain, les 3 espèces vues par le passé sur la commune sont susceptibles d'être retrouvées sur l'aire d'étude. En 2022, seule le Réséda raiponce (*Reseda phyteuma*) a été observé entre les friches vivaces et la zone non végétalisée récemment perturbée. La Petite spéculaire (*Legousia hybrida*) possède une station dans une culture plus au nord de l'aire d'étude, l'espèce doit être considérée comme présente sur l'aire d'étude en l'absence de prospection estivale pour vérification. Cette prospection permettrait dans un même temps de confirmer le statut du Chénopode fétide (*Chenopodium vulvaria*), jugé absent aux vues de la date de la dernière observation, elle n'a pas été observée en mai 2022 mais sa croissance est plus tardive.

3 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune (dit « Scénario de référence »)

2.2.2 Espèces présentes dans l'aire d'étude rapprochée

Au cours des investigations botaniques, 188 espèces végétales ont été recensées sur l'aire d'étude rapprochée (annexe 4). Au regard de la pression d'inventaire, ce chiffre est moyennement important : ceci s'explique par des habitats fortement perturbés par la gestion et les aménagements anthropiques. Les végétations spontanées sont rares et lorsqu'elles s'expriment ce sont des cortèges appauvris par la surpopulation du lapin (abroutissement, terriers), la colonisation d'espèces exogènes (robineraie) ou influencée par le niveau trophique induite par l'activité humaine (milieux eutrophes).

À titre de comparaison, aujourd'hui entre 163 espèces végétales sont connues historiquement sur les communes de Champigny (source CBNBP, 2022).

La richesse floristique de l'aire d'étude rapprochée est modéré compte tenu du contexte anthropique et agricole du secteur. En effet, la diversité des habitats est moyenne mais les milieux sont influencés par les activités humaines ou appauvries pour diverses raisons (perturbations par la faune et colonisation des espèces exotiques). Les cortèges de friches et des milieux ouverts eutrophes dominent très largement ce cortège. Il faut noter la présence d'un cortège d'espèces inféodées (espèces messicoles) aux cultures relativement diversifiées.

2.2.3 Statuts et enjeux écologiques des espèces remarquables

Le tableau suivant précise, pour chaque espèce remarquable identifiée ses statuts réglementaires et/ou de patrimonialité, ses habitats et populations observés sur l'aire d'étude rapprochée et les niveaux d'enjeux écologiques spécifiques et contextualisés.

Tableau 10: Statuts et enjeux écologiques des espèces végétales remarquables présentes dans l'aire d'étude rapprochée

Nom vernaculaire *Nom scientifique*	Statuts réglementaires		Statuts patrimoniaux					Habitats d'espèces et populations observés dans l'aire d'étude rapprochée	Enjeu écologique
	Europe	France	LRN	LRR	Dét. ZNIEFF	Niveau de rareté			
Espèces patrimoniales et/ou réglementées									
Réséda raiponce *Reseda phyteuma L., 1753*	-	-	LC	NT	-	R		Cette espèce apprécie les milieux secs et calcaires à la végétation éparse, on la retrouve dans les cultures, les pelouses mésoxérophiles calcicoles et sur certaines friches. Sur l'aire d'étude, plusieurs dizaines d'individus ont été retrouvés aux abords d'une zone décapée sans végétation.	Moyen
Bugle de Genève *Ajuga genevensis L., 1753*	-	-	LC	NT	-	RR		Espèce de milieux ouverts secs et calcaires. L'espèce est connue sur plusieurs communes autour de l'agglomération de Reims comme Les Mesneux ou Muizon (CBNBP, 2022). Une dizaine de pieds ont été observés sur l'aire d'étude dans la zone de friche annuelle nitrophile de la moitié sud de l'aire d'étude.	Moyen
Petite spéculaire *Legousia hybrida (L.) Delarbre, 1800*	-	-	LC	EN	-	RR		Cette espèce se développe sur les cultures extensives calcaires mésophiles à mésoxérophiles. D'après les données disponibles (CBNBP, 2020), une station est située à proximité (50 mètres de l'aire d'étude). Aucun individu n'a été observé durant la prospection au printemps 2022, elle est considérée comme présente sur l'aire d'étude en période d'observation optimale (saison estivale).	Fort
Espèces exotiques envahissantes									
Trois espèces végétales d'origine exotique à caractère envahissant ont été recensée sur l'aire d'étude rapprochée. Il s'agit du Robinier faux-acacia (*Robinia pseudoacacia* L., 1753), de la Vigne-vierge commune (*Parthenocissus inserta (A.Kern.) Fritsch, 1922*) et du Solidage géant (*Solidago gigantea Aiton, 1789*).									Nul

3

État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune (dit « Scénario de référence »)

Légende :
Europe : statut communautaire au titre de la Directive N° 92/43/CEE du 21/05/92, dite « Directive Habitats » qui regroupe les espèces animales et végétales d'intérêt communautaire dont la conservation nécessite la désignation de zones spéciales de conservation (ZSC) : An. II : inscrit à Annexe II de la Directive N° 92/43/CEE.
France : statut de protection. PN : Protection Nationale (annexe 1 de l'arrêté du 20 janvier 1982 modifié fixant la liste des espèces végétales protégées sur l'ensemble du territoire) ; PR : Protection Régionale en Champagne-Ardenne (Arrêté du 08 février 1988).
LRR : Liste rouge de la flore vasculaire de Champagne-Ardenne (INPN, 2019).
LRN : Liste rouge nationale = Liste rouge de la Flore vasculaire de France métropolitaine (UICN France, 2018)
CR : en danger critique ; EN : en danger ; VU : vulnérable ; NT : quasi-menacé ; LC : préoccupation mineure ; DD : données insuffisantes.
Dét. ZNIEFF : DZ : espèce déterminante pour la modernisation des ZNIEFF en région Champagne-Ardenne (INPN, Behr *et al*. 2013)
Niveau de rareté : rareté à l'échelle de la Champagne-Ardenne, issue de la Liste rouge (CSRPN, 2007) : RRR : rarissime / exceptionnelle ; RR : très rare ; R : rare.
Liste catégorisée des espèces végétales exotiques envahissantes de la région Grand Est. Pôle lorrain du futur Conservatoire Botanique National Nord-Est, Conservatoire Botanique d'Alsace et Conservatoire botanique du Bassin parisien (antenne de Champagne Ardenne ; 2020).



Bugle de Genève (Ajuga genevensis)



Réséda raiponce (Reseda phyteuma)

Flore remarquable de l'aire d'étude



Robinier faux-acacia (Robinia pseudoacacia)

Espèces exotiques envahissantes de l'aire d'étude

3 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune (dit « Scénario de référence »)

2.2.1 Bilan concernant les espèces végétales et enjeux associés

Les enjeux floristiques sont globalement **faibles** à l'échelle de l'aire d'étude rapprochée. Néanmoins, ils ne sont pas homogènes sur l'ensemble du fuseau d'étude et se trouvent **localement plus forts**. En effet, les enjeux sont plus importants au niveau de certaines zones cultivées, en particulier au nord. Cette zone est relativement proche d'une population connue de la Petite spéculaire (espèce en danger sur liste rouge régionale). Les deux autres espèces patrimoniales le Bugle de Genève (*Ajuga genevensis*) et le Réséda raiponce (*Reseda phyteuma*) et sont retrouvées sur des zones en friches.

Il faut également retenir la présence de 3 espèces végétales exotiques envahissantes : le Robinier faux-acacia (*Robinia pseudoacacia*), le Solidage géant (*Solidago gigantea*) et la Vigne-vierge commune (*Parthenocissus inserta*).

Carte 7 : Espèces végétales patrimoniales et/ou protégées



P/O LA SAS CHAMPIGNY LES SABLES

Espèces végétales patrimoniales et/ou protégées

Projet d'aménagement de la Zone Logistique et d'Activité de Champigny (51)
- Volet faune-flore de l'étude d'impact -

Légende

Aire d'étude rapprochée

Espèces patrimoniales

Bugle de Genève

Réséda raiponce

©SAS Champigny-lès-Sables - Tous droits réservés - Sources : ©IGN, 2022 - Cartographie : Biotope, 2022

Carte 8 : Espèces végétales exotiques envahissantes



©SAS Champigny-lès-Sables - Tous droits réservés - Sources : ©IGN, 2022 - Cartographie : Biotope, 2022

NORD EST

P/O LA SAS CHAMPIGNY LES SABLES

Espèces végétales exotiques envahissantes

Projet d'aménagement de la Zone Logistique et d'Activité de Champigny (51)
- Volet faune-flore de l'étude d'impact -

Légende

Aire d'étude rapprochée

Espèces exotiques envahissantes

- Robinier faux-acacia, Carouge
- Solidage géant
- Vigne-vierge commune
- Boisements et haies de Robinier faux-acacia

biotope

3 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune (dit « Scénario de référence »)

2.3 Zones humides

2.3.1 Contexte du site

Cf. Annexe II : « Méthodes d'inventaires »

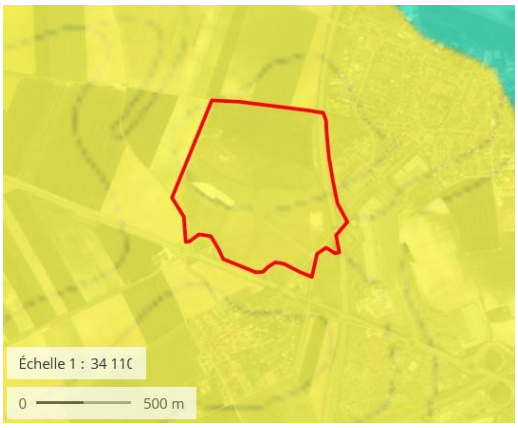
Cf. Annexe V : « Relevés pédologiques réalisés dans l'aire d'étude rapprochée »

Tableau 11 : Synthèse du contexte du site

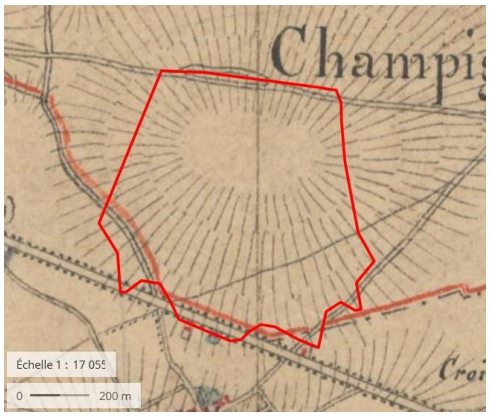
Type de donnée	Information	Caractère discriminant de la donnée
Évolution de l'occupation du sol	Absence de zone humide potentielle sur les cartes d'Etat Major. L'aire d'étude était entièrement cultivée au XIXème siècle.	Absence de zones humides probables
Géologie	L'aire d'étude se trouve essentiellement sur des roches crayeuses et des sables. Plus à l'est, autour de l'autoroute, le sol se forme à partir de limons de plateaux.	Absence de zones humides probables
Pédologie	Le sol sur l'aire d'étude correspond à des calcosols (ici ce sont des sols calcaires profonds avec des faibles pentes).	Absence de zones humides probables
Réseau hydrographique	Absence de cours d'eau sur site ou à proximité	Absence de zones humides probables

Le contexte de l'aire d'étude indique une très faible probabilité de sols hydromorphes caractéristiques de zones humides, l'aire d'étude se trouve en Champagne crayeuse sur des sols calcaires profonds et très perméables. Au XIXème siècle, la carte d'État-Major indique que cette zone était cultivée : à cette époque les zones plus humides étaient utilisées comme prairies du fait de la difficulté à les travailler.

3 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune (dit « Scénario de référence »)



Ex 1 : Pédologie



Ex 2 : Carte d'État-Major

Figure 4 : Données laissant supposer l'absence de zones humides sur l'aire d'étude rapprochée

2.4 Analyse bibliographique

Sollicitées par le Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Energie, 2 équipes de l'INRA d'Orléans (US InfoSol) et d'AGROCAMPUS OUEST à Rennes (UMR SAS) ont produit une carte des milieux potentiellement humides de la France métropolitaine.

Cette carte modélise les enveloppes qui, selon les critères géomorphologiques et climatiques, sont susceptibles de contenir des zones humides au sens de l'arrêté du 24 juin 2008 modifié par l'arrêté du 1er octobre 2009. Les enveloppes d'extension des milieux potentiellement humides sont représentées selon trois classes de probabilité : assez forte, forte et très forte.

Ce travail permet de disposer d'une base cartographique homogène au niveau national. La fiabilité des données est en adéquation avec l'échelle d'utilisation, annoncée du 1/100 000. Ces données ne présentent donc qu'un potentiel de présence de zones humides, mais ne peut se substituer à des observations et expertises de terrain.

D'après la cartographie des milieux potentiellement humides, la probabilité d'observer une zone humide est jugée assez forte au sud de l'aire d'étude à proximité de l'ancien bassin de récolte des eaux de ruissellement.

3 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune (dit « Scénario de référence »)

2.5 Analyse du critère « végétation »

La cartographie de la végétation est utilisée pour l'inventaire des zones humides. La délimitation est alors établie sur la base du contour des habitats identifiés selon la nomenclature Corine Biotopes (Bissardon, Guibal & Rameau, 1997) ou le Prodrome des végétations de France (Bardat *et al.*, 2004). Elle a ainsi permis de différencier les habitats au regard de l'arrêté du 24 juin 2008, modifié par l'arrêté du 1er octobre 2009 :

- « H. » pour humides ;
- « pro parte / p. » pour potentiellement ou partiellement humides ;
- « NC » pour non-caractéristiques.

Dans la majorité des cas, les habitats issus des travaux d'aménagement ou de plantations ne permettent pas dans leur intégralité de justifier du caractère humide ou non humide de la zone considérée. La méthode a alors consisté à relever les espèces végétales spontanées présentes sur le site concerné en se référant à la liste des espèces de l'annexe 2 de l'arrêté du 24 juin 2008.

En complément, ont été différenciés :

- Les zones aquatiques (pro parte/p. (A) : Zones en eau permanentes sans végétation sortant du cadre réglementaire des zones humides (article R.211-108 du Code de l'environnement) ;
- Les zones Non caractéristique (A)) : Végétation aquatique implantée en zone en eau permanente présentant des espèces non indicatrices de zones humides (annexe 2.1 de l'arrêté du 24 juin 2008) ;
- Les zones imperméabilisées Non caractéristiques (I) où toute analyse de la végétation est impossible au même titre que la réalisation de sondages pédologiques ;
- Les secteurs inaccessibles n'ayant pu être étudiés dans le cadre de cette mission.

L'analyse synthétique de la flore et la cartographie des habitats naturels qui en découlent ont permis de recenser dans l'aire d'étude rapprochée :

3 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune (dit « Scénario de référence »)

Tableau 12 : Synthèse des typologies d'habitats relevées selon la réglementation

Typologie d'habitat	Superficie concernée (ha)	% du périmètre total	Complément d'analyse
Pro parte / p.	22,72	36,86	Réalisation de sondages pédologiques
Non caractéristique	35,70	57,93	Réalisation de sondages pédologiques
Non caractéristique (I) Zone imperméabilisées (route, chemin, parking, zone bâtie)	3,21	5,21	Insondable
TOTAL	**61.63**	**100**	

Pour connaitre plus spécifiquement le détail des habitats caractéristiques de zones humides (H), il convient de se référer au tableau « Statuts et enjeux écologiques des habitats naturels présents dans l'aire d'étude rapprochée ».

2.6 Analyse du critère « sol » (sondages pédologiques)

40 sondages pédologiques (cf. Tableau 13) ont été effectués en 2018 de façon à couvrir l'ensemble des habitats pro parte ou non-caractéristiques. Les résultats des sondages pédologiques sont disponibles en annexe.

Cf. Carte 9 : Localisation des sondages pédologiques

Sur ces 40 sondages, 8 ne peuvent pas être classés humides au titre de l'arrêté du 01 octobre 2009. Les 32 autres, au vu de la profondeur maximum des sondages réalisés, ne permettent pas de conclure sur le caractère humide ou non.

Les études de sols réalisées par Ginger, permettent d'apporter des éléments complémentaires au caractère humide ou non de la parcelle. Des sondages pénétrométriques en août et septembre 2018 n'ont pas permis d'observer une arrivée d'eau quelconque. Il est précisé que des circulations d'eau ponctuelles/anarchiques ne sont pas à exclure au sein des formations superficielles ou même dans la craie notamment en cas de précipitations.

Des piézomètres ont également été installés permettant de relever les niveaux d'eau en août 2018. Ils informent que les niveaux d'eau relevés ont été rencontrés à une

profondeur comprise entre 7.00 et 11.00 m. En décembre 2018, aucun niveau d'eau n'a été rencontré lors de ce relevé. Les piézomètres étaient secs.

Ces informations amènent à conclure que la nappe est probablement assez profonde sans pour autant mesurer sa battance. Toutefois au vu de sa profondeur, il faudrait une battance d'au moins 6,50 mètres pour que la nappe affleure dans les premiers 50 cm du sol et offre un caractère humide au sol. Au regard de ces éléments, il parait donc peu probable que la parcelle présente un caractère humide.

Tableau 13: Synthèse des sondages pédologiques réalisés

N° point	Profondeur max. (cm)	Horizons tourbeux		Traits réductiques		Traits rédoxiques		Commentaires	Zone humide
		Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.		
1	9	-	-	-	-	-	-	Culture. Sol compact et pulvérulent.	IND
2	9	-	-	-	-	-	-	Culture. Sol compact et pulvérulent.	IND
3	9	-	-	-	-	-	-	Cuture. Sol compact et pulvérulent.	IND
4	9	-	-	-	-	-	-	Culture. Sol compact et pulvérulent.	IND
5	5	-	-	-	-	-	-	Culture. Sol trop compact.	IND
6	9	-	-	-	-	-	-	Aux abords du fossé au bord du talus. Sol très sec, très compact.	IND
7	5	-	-	-	-	-	-	Culture. Sol compact et pulvérulent.	IND
8	14	-	-	-	-	-	-	Culture.	IND
9	5	-	-	-	-	-	-	Culture. Sol pulvérulent.	IND
10	14	-	-	-	-	-	-	Culture. Sol compact et pulvérulent.	IND
11	9	-	-	-	-	-	-	Culture. Sol compact et pulvérulent.	IND
12	9	-	-	-	-	-	-	Culture. Sol compact et pulvérulent.	IND
13	27	-	-	-	-	-	-	Culture. Sol friable.	IND
14	34	-		-	-	-	-	Culture. Sol friable.	IND
15	36	-	-	-	-	-	-	Culture. Sol friable, très sableux.	IND
16	9	-	-	-	-	-	-	Culture.	IND
17	9	-	-	-	-	-	-	Culture. Sol pulvérulent.	IND
18	36	-	-	-	-	-	-	Forêt. Sol très sableux.	IND
19	54	-	-	-	-	-	-	Forêt. Sol très sableux.	NH
20	54	-	-	-	-	-	-	Forêt. Sol très sableux.	NH

3 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune (dit « Scénario de référence »)

N° point	Profondeur max. (cm)	Horizons tourbeux		Traits réductiques		Traits rédoxiques		Commentaires	Zone humide
21	54	-	-	-	-	-	-	Forêt. Sol très sableux.	NH
22	54	-	-	-	-	-	-	Forêt. Sol très sableux.	NH
23	54	-	-	-	-	-	-	Forêt. Sol très sableux.	NH
24	54	-	-	-	-	-	-	Forêt. Sol friable, très sableux.	NH
25	54	-	-	-	-	-	-	Forêt. Sol friable, très sableux.	NH
26	54	-	-	-	-	-	-	Forêt. Sol friable, très sableux.	NH
27	5	-	-	-	-	-	-	Culture. Sol trop friable pour le carottage.	IND
28	5	-	-	-	-	-	-	Culture. Sol trop friable pour le carottage.	IND
29	10	-	-	-	-	-	-	Culture. Blocage à 10 cm.	IND
30	54	-	-	-	-	-	-	Culture. Sol friable.	IND
31	18	-	-	-	-	-	-	Friche. Sol sableux.	IND
32	18	-	-	-	-	-	-	Friche. Sol sableux. Ne tient pas.	IND
33	9	-	-	-	-	-	-	Friche. Sol sableux.	IND
34	5	-	-	-	-	-	-	Friche. Sol pulvérulent.	IND
35	5	-	-	-	-	-	-	Culture. Sol pulvérulent.	IND
36	18	-	-	-	-	-	-	Culture. Sol sableux.	IND
37	5	-	-	-	-	-	-	Culture. Sol pulvérulent.	IND
38	18	-	-	-	-	-	-	Culture.	IND
39	5	-	-	-	-	-	-	Bordure de haie. Sol trop compact.	IND
40	9	-	-	-	-	-	-	Bordure de haie. Sol très friable.	IND

2.7 Bilan concernant les zones humides et enjeux associés

Au total, 40 sondages pédologiques ont été effectués (cf. Carte). Sur ces 40 sondages, 8 ne peuvent pas être classés humides au titre de l'arrêté du 01 octobre 2009. Les 32 autres, au vu de la profondeur maximum des sondages réalisés, ne permettent pas de conclure sur le caractère humide ou non.

Les études complémentaires réalisées par Ginger (sondages pénétrométriques, étude du niveau piézométrique) mettent en évidence l'absence d'arrivée d'eau

3 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune (dit « Scénario de référence »)

quelconque et la présence d'une nappe entre 7 mètres et 11 mètres de profondeur en période hivernale (hautes eaux). Au regard de ces éléments, de l'absence d'habitats caractéristiques de zones humides et de l'analyse contextuelle du site, la présence de zone humide au sein de l'aire d'étude rapprochée est écartée.

Localisation des sondages pédologiques - Champigny

biotope

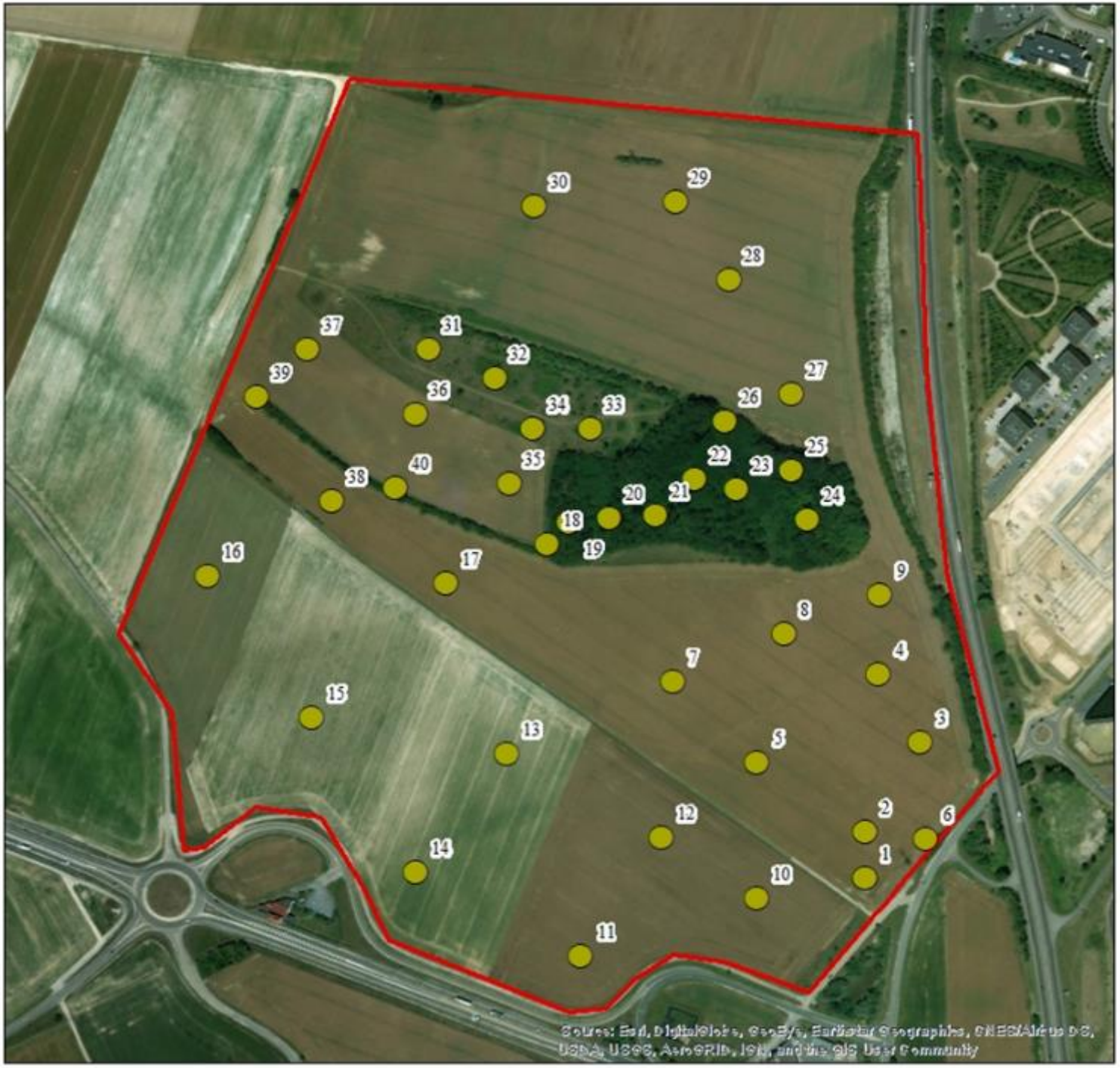
FloraGIS

Légende

- Périmètre d'étude
- Sondages pédologiques

N

0 150 300 m



3 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune (dit « Scénario de référence »)

3 Faune

3.1 Insectes

La synthèse proposée ici s'appuie sur les observations réalisées dans le cadre du présent travail, sur une analyse des potentialités d'accueil des milieux naturels de la zone d'étude du projet et sur la bibliographie récente disponible.

Cf. Annexe 2 : Méthodes d'inventaire de la faune, de la flore et des habitats

Pour rappel, les expertises de terrain des insectes ont été menées sur la zone d'étude du projet et a concerné les groupes des lépidoptères (papillons de jour et de nuit), des orthoptères (sauterelles, criquets, grillons), des odonates (libellules) et des coléoptères (scarabées).

Cf. Annexe 4 : Liste complète des espèces présentes dans la zone d'étude du projet

3.1.1 Analyse bibliographique

Il n'existe pas à notre connaissance de publications s'étant intéressées à l'entomofaune sur cette zone.

Une analyse des données issues du site communautaire faune-champagne-ardenne.org a été faite : une seule espèce d'insecte est citée sur la commune de Champigny : 9 espèces de papillons de jour (rhopalocères) et 9 espèces d'odonates (libellule) communes en France et en région Champagne-Ardenne.

Le site internet du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris (inpn.mnhn.fr) cite 14 espèces d'insectes sur la commune de Champigny (ni patrimoniales ni protégées) : 9 espèces d'odonates, 3 espèces de coléoptères ; 1 espèce d'orthoptère (criquet) et la Mante religieuse.

3.1.2 Espèces présentes dans la zone d'étude du projet

Aucune espèce d'insecte réglementée ni patrimoniale n'a été observée durant nos prospections. Nous avons ciblé nos recherches sur les espèces réglementées essentiellement au niveau des secteurs de friche thermophile.

- 19 espèces de papillons de jour (rhopalocères) très communs en France comme en Champagne-Ardenne ont été observées au sein de la zone d'étude.
- 11 espèces d'orthoptères (criquets, sauterelles, grillons) très communs en France comme en Champagne-Ardenne ont été observées au sein de la zone d'étude.

3 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune (dit « Scénario de référence »)

- 1 espèce d'odonate très commune en France comme en Champagne-Ardenne a été observée : l'Agrion à larges pattes (*Platycnemis pennipes*), elle ne peut pas se reproduire au sein de la zone d'étude en raison de l'absence d'eau libre.
- 2 espèces de coléoptères très communes dans la région comme en France ont été observées : la Lepture tachetée (*Rutpela maculata*) et le Petit Capricorne (*Cerambyx scopolii*).

Il y a certainement d'autres espèces communes et ubiquistes présentes au niveau de la zone d'étude. Aucune espèce réglementée d'insecte ne pourrait s'y reproduire.

La richesse entomologique est faible du fait du contexte agricole de la zone d'étude du projet et de l'absence d'habitats favorables à une forte diversité et à l'accueil d'espèces réglementées (pelouses sèches, prairies humides, étangs et cours d'eau végétalisés).

3.1.3 Habitats d'espèces et fonctionnalités des milieux

Aucun habitat naturel du site ne pourrait accueillir des espèces réglementées, les plantes hôtes pouvant permettre la reproduction de certaines espèces de rhopalocères réglementées sont rares et elles ont été inspectées avec minutie afin de repérer d'éventuelles pontes ou chenilles, en vain.

Seules des espèces communes en France comme en Champagne-Ardenne pourraient se retrouver sur la zone d'étude : des espèces ubiquistes et anthropophiles.

La zone d'étude offre tout de même de plusieurs milieux « naturels » aux insectes : friches thermophile enherbées plus ou moins rase (dont le substrat est très sablonneux), talus, haies.

Figure 5 : Habitats favorables aux insectes sur la zone d'étude du projet, photos prises sur site © Biotope.



Friche à végétation rase



Friche à végétation rase

3 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune (dit « Scénario de référence »)

3.1.4 Bilan concernant les insectes et enjeux associés

Aucune espèce d'insecte réglementée n'a été observée au niveau de la zone d'étude du projet. Les habitats naturels présents au sein de la zone d'étude ne pourraient pas permettre à des espèces réglementées de s'y reproduire.

Aucun secteur n'est essentiel pour le bon accomplissement du cycle biologique d'insectes protégés ou hautement patrimoniales.

Au regard de ces différents éléments, la zone d'étude du projet présente un intérêt considéré comme faible pour les insectes

3 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune (dit « Scénario de référence »)

3.2 Amphibiens

La synthèse proposée ici s'appuie sur les recherches de terrain réalisées dans le cadre du présent travail, sur une analyse des potentialités d'accueil des milieux naturels de la zone d'étude du projet et sur la bibliographie récente disponible.

Cf. Annexe 2 : Méthodes d'inventaire de la faune, de la flore et des habitats

Pour rappel, l'expertise de terrain des amphibiens a été menée sur la zone d'étude du projet et a concerné les groupes des anoures (crapauds, grenouilles) et des urodèles (tritons, salamandres).

Cf. Annexe 4 : Liste complète des espèces présentes dans la zone d'étude du projet

3.2.1 Analyse bibliographique

Il n'existe pas à notre connaissance de publications s'étant intéressées à la batrachofaune sur cette zone.

Une espèce d'amphibien est mentionnée sur la commune de Champigny sur le site communautaire faune-champagne-ardenne.org en 2018 : Grenouille verte indéterminée.

Aucune espèce d'amphibien n'est mentionnée sur la commune de Champigny sur le site internet du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris (inpn.mnhn.fr).

3.2.2 Espèces présentes dans la zone d'étude du projet

Aucune espèce d'amphibien n'a été vue ni entendue au sein de la zone d'étude.

3.2.3 Habitats d'espèces et fonctionnalités des milieux

La zone d'étude n'offre aucun habitat favorable à la reproduction d'amphibiens (mares plus ou moins temporaires, ornières en eau, étangs, bassins ….

3.2.4 Bilan concernant les amphibiens et enjeux associés

Aucune espèce d'amphibien n'est présente dans la zone d'étude du projet.

En raison de l'absence d'amphibien et d'habitats favorables à leur reproduction, la zone d'étude du projet constitue un enjeu faible pour ce groupe.

3 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune (dit « Scénario de référence »)

3.3 Reptiles

La synthèse proposée ici s'appuie sur les observations réalisées dans le cadre du présent travail, sur une analyse des potentialités d'accueil des milieux naturels de la zone d'étude du projet et sur la bibliographie récente disponible.

Pour rappel, l'expertise de terrain des reptiles a été menée sur la zone d'étude du projet et a concerné les groupes des squamates (lézards, serpents).

Cf. Annexe 2 : Méthodes d'inventaire de la faune, de la flore et des habitats

Cf. Annexe 4 : Liste complète des espèces présentes dans la zone d'étude du projet

Cf. Carte 10 : Observation de reptiles patrimoniaux et/ou protégés – contacts 2018

Carte 11 : Observation de reptiles patrimoniaux et/ou protégés – contacts 2022Carte 11 :

3.3.1 Analyse bibliographique

Il n'existe pas à notre connaissance de publications s'étant intéressées à l'herpétofaune sur cette zone.

Deux espèces de reptiles sont mentionnées sur la commune de Champigny (données faune-champagne-ardenne.org depuis 2015) : le Lézard des murailles (*Podarcis muralis*) et la Tortue de Floride (ou Trachémyde écrite) - *Trachemys scripta.*

Aucune espèce de reptile n'est citée sur la commune de Champigny sur le site internet du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris (inpn.mnhn.fr).

Compte-tenu de l'absence d'eau libre, seul le Lézard des murailles pourrait être présent au sein de la zone d'étude.

3.3.2 Espèces présentes dans la zone d'étude du projet

Trois espèces de reptiles sont présentes dans la zone d'étude du projet, 3 espèces observées lors de l'inventaire de terrain en 2018 et/ou 2022 :

- Lézard des souches *Lacerta agilis,*
- Orvet fragile *Anguis fragilis*
- Lézard des murailles *Podarcis muralis*

La richesse herpétologique est faible (27% des espèces naturellement présentes dans la région).

3.3.3 Habitats d'espèces et fonctionnalités des milieux

Tous les secteurs thermophiles (friches plus ou moins végétalisées, lisières de boisement et de haies thermophiles, talus) peuvent servir d'habitat de reproduction et d'alimentation aux trois espèces observées et pressenties.

3 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune (dit « Scénario de référence »)

Figure 6 : Habitats favorables aux reptiles sur la zone d'étude du projet, photos prises sur site © Biotope.



Friche thermophile



Talus

3.3.4 Statuts et enjeux écologiques des espèces remarquables

Le tableau suivant (cf. Tableau 14) précise, pour chaque espèce remarquable identifiée ses statuts réglementaires et/ou de patrimonialité, ses habitats et populations observés sur la zone d'étude du projet et le niveau d'enjeu écologique attribué localement. Conformément à la réglementation, l'approche est proportionnée avec un développement plus important des espèces constituant un enjeu écologique.

Tableau 14 : Statuts et enjeux écologiques des reptiles remarquables présents dans la zone d'étude du projet

Nom vernaculaire *Nom scientifique*	Statuts réglementaires		Statuts patrimoniaux			Éléments d'écologie et population observée dans la zone d'étude du projet	Enjeu écologique
	Europe	France	LRN	LRR	Niveau de rareté		
Espèces patrimoniales et/ou réglementées							
Lézard des souches *Lacerta agilis*	An IV	Art. 2	NT	V	C	Espèce thermophile, présente au niveau des zones thermophiles 2 individus observés en 2018 et 6 individus ont été observés en 2022 au niveau de friche thermophile.	Moyen
Orvet fragile *Anguis fragilis*	-	Art. 3	LC	-	CC	Espèce ubiquiste et anthropophile 1 individu a été observé en 2018 et 1 individu a été observé en 2022 au niveau de friche thermophile	Faible
Lézard des murailles *Podarcis muralis*	An IV	Art. 2	LC	-	CC	Espèce thermophile, présente au niveau des zones thermophiles Non-observée en 2018, l'espèce a été observée en 2022 (3 individus) au niveau des talus et de la friche thermophile, qui sont des habitats favorables	Faible

3 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune (dit « Scénario de référence »)

Nom vernaculaire *Nom scientifique*	Statuts réglementaires		Statuts patrimoniaux			Éléments d'écologie et population observée dans la zone d'étude du projet	Enjeu écologique
	Europe	France	LRN	LRR	Niveau de rareté		
3 espèces protégées au titre de l'arrêté du 19 novembre 2007 fixant les listes des amphibiens et des reptiles protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection : • 2 au titre de l'article 2 : le Lézard des murailles (*Podarcis muralis*) et le Lézard des souches (*Lacerta agilis*) • 1 au titre de l'article 3 : Orvet fragile (*Anguis fragilis*) L'Orvet fragile et le Lézard des murailles sont deux espèces très communes à l'échelle nationale et régionale contrairement au Lézard des souches qui est peu commun en Champagne-Ardenne et en France.							Faible

An. IV : espèces inscrites à l'annexe IV de la Directive N° 92/43/CEE du 21/05/92, dite « Directive Habitats ».
Art. 2 : espèces inscrites à l'article 2 de l'arrêté ministériel du 8 janvier 2021 : protection des individus et de leurs habitats de reproduction/repos.
Art. 3 : espèces inscrites l'article 3 de l'arrêté ministériel du 8 janvier 2021 : protection des individus.
LRN : Liste Rouge des espèces menacées en France, chapitre reptiles et amphibiens de France métropolitaine (UICN France, MNHN, SHF, 2015, 2016) : LC : préoccupation mineure.
LRR : Liste rouge régionale (CSRPN, 2007) : V : vulnérable.
Niveau de rareté : rareté à l'échelle régionale : C : commun, CC : très commun.

Figure 7 : Reptiles remarquables sur la zone d'étude du projet, photos prises hors site © Thomas ROUSSEL Biotope.

3 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune (dit « Scénario de référence »)



Lézard des murailles



Orvet fragile



Lézard des souches femelle

3 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune (dit « Scénario de référence »)

3.3.5 Bilan concernant les reptiles et enjeux associés

3 espèces de reptiles sont présentes dans la zone d'étude du projet : le Lézard des murailles, le Lézard des souches et l'Orvet fragile.

Elles présentent un caractère remarquable :

- Ces trois espèces sont protégées mais seuls le Lézard des murailles et le Lézard des souches font l'objet d'une protection intégrale (individus + habitats) ; seuls les individus de l'Orvet fragile sont protégés ;
- 1 espèce constitue un enjeu écologique moyen : le Lézard des souches ;
- 2 espèces constituent un enjeu écologique faible : l'Orvet fragile, le Lézard des murailles.

L'intégralité des zones « naturelles » de la zone d'étude (donc tout sauf les cultures) présente un enjeu pour les reptiles : elle peut servir d'habitat de reproduction, d'alimentation et d'hivernation.

Au regard de ces éléments, la zone d'étude du projet constitue un enjeu globalement faible et localement moyen pour les reptiles.

Carte 10 : Observation de reptiles patrimoniaux et/ou protégés – contacts 2018



P/O LA SAS CHAMPIGNY LES SABLES

Reptiles patrimoniaux et/ou protégés

Projet d'aménagement d'une zone logistique et d'activité sur la commune de Champigny (51)

Légende

- Zone d'étude du projet
- Zone de l'EBC

Espèces patrimoniales et/ou protégées

- Lézard des souches
- Orvet fragile

Habitats d'espèces

- Habitat de reproduction, d'alimentation et d'hivernage pour l'ensemble des reptiles

0 70 140 m

biotope

© SAS Champigny Les Sables - Tous droits réservés - Sources : ©Ekitain (2018) - fonds : IGN RGE BD ORTHO (Métropole) - Cartographies : Biotope - 2018

Carte 11 : Observation de reptiles patrimoniaux et/ou protégés – contacts 2022



© SAS Champigny-lès-Sables - Tous droits réservés - Sources : © BRGM BD ORTHO (2022) - Cartographie : Biotope (2022)

P/O LA SAS CHAMPIGNY LES SABLES

Observations de reptiles patrimoniaux et/ou protégées - contacts 2022

Projet d'aménagement de la Zone Logistique et d'Activité de Champigny
- Volet faune-flore de l'étude d'impact -

Périmètres

Aire d'étude rapprochée

Espèces patrimoniales et protégées

Lézard des murailles

Lézard des souches

Orvet fragile

Enjeux habitats d'espèces

Moyen

Faible

3 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune (dit « Scénario de référence »)

3.4 Oiseaux

La synthèse proposée ici s'appuie sur les observations réalisées dans le cadre du présent travail, sur une analyse des potentialités d'accueil des milieux naturels de la zone d'étude du projet et sur la bibliographie récente disponible.

Pour rappel, l'expertise de terrain des oiseaux a été menée sur la zone d'étude du projet et a concerné les espèces nicheuses et migratrices.

Cf. Annexe 2 : Méthodes d'inventaire de la faune, de la flore et des habitats

Cf. Annexe 4 : Liste complète des espèces présentes dans la zone d'étude du projet

Cf. Carte 12 : Observations d'oiseaux patrimoniaux et/ou protégées - contacts 2018

Cf. Carte 13 : Observations d'oiseaux patrimoniaux et/ou protégées - contacts 2022Carte 13 : Observations d'oiseaux patrimoniaux et/ou protégées - contacts 2022

3.4.1 Analyse bibliographique

Il n'existe pas à notre connaissance de publications ou études s'étant intéressées à l'avifaune sur cette zone.

À défaut d'études connues, récentes et fiables, sur le secteur étudié, seules ont été reprises les données issues de la base de données Faune Champagne-Ardenne pour la commune de Champigny.

Au niveau de cette commune, 119 espèces sont citées (données de faune-Champagne-Ardenne.org, de 1984 à 2022), dont 52 considérées comme patrimoniale dans la région. Parmi ces 52 espèces, 23 sont potentiellement nicheuse sur l'aire d'étude rapprochée : Alouette des champs (*Alauda arvensis*) ; Bouvreuil pivoine (*Pyrrhula pyrrhula*) ; Bruant des roseaux (*Emberiza schoeniclus*) ; Bruant jaune (*Emberiza citrinella*) ; Busard des roseaux (*Circus aeruginosus*) ; Busard Saint-Martin (*Circus cyaneus*) ; Caille des blés (*Coturnix coturnix*) ; Chardonneret élégant (*Carduelis carduelis*) ; Faucon crécerelle (*Falco tinnunculus*) ; Faucon hobereau (*Falco subbuteo*) ; Fauvette des jardins (*Sylvia borin*) ; Gobemouche gris (*Muscicapa striata*) ; Linotte mélodieuse (*Carduelis cannabina*) ; Locustelle tachetée (*Locustella naevia*) ; Oedicnème criard (*Burhinus oedicnemus*) ; Perdrix grise (*Perdix perdix*) ; Pic épeichette (*Dendrocopos minor*) ; Pie-grièche écorcheur (*Lanius collurio*) ; Pouillot fitis (*Phylloscopus trochilus*) ; Rousserolle verderolle (*Acrocephalus palustris*) ; Serin cini (*Serinus serinus*) ; Tourterelle des bois (*Streptopelia turtur*) ; Verdier d'Europe (*Carduelis chloris*).

3.4.2 Espèces présentes dans la zone d'étude du projet

Au total, 52 espèces ont été contactées sur le site, toutes périodes confondues. Deux d'entre elles sont inscrites en annexe 1 de la directive oiseaux (Natura 2000) : le Busard des roseaux (*Circus aeruginosus*) et l'Oedicnème criard (*Burhinus oedicnemus*). 1 espèce d'intérêt communautaire est également présente sur le site bien qu'elle n'ait pas été observée en 2022 : Le Busard cendré (*Circus pygargus*).

3 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune (dit « Scénario de référence »)

Parmi les espèces recensées, 37 sont protégées au niveau national et 20 espèces sont patrimoniales.

Les espèces potentiellement nicheuses mentionnées dans la bibliographie qui n'ont pas été contactées lors des inventaires sont toutes considérées comme absentes de l'aire d'étude rapprochée. Elles ont en effet toutes fait l'objet de recherches attentives.

En période de reproduction

42 espèces d'oiseaux sont présentes en période de reproduction sur l'aire d'étude rapprochée, toutes observées lors des inventaires de terrain :

- 33 espèces nicheuses sur l'aire d'étude du projet (5 nicheuses possibles, 17 nicheuses probables, 11 nicheuses certaines) ;
- 9 espèces non nicheuses mais utilisant le site en transit ou en alimentation ;

La liste complète des espèces présentes dans la zone d'étude du projet est présentée en annexe 4.

La richesse avifaunistiques est moyenne sur l'aire d'étude rapprochée. Le nombre d'espèces observée en 2022 à cette saison est sensiblement le même qu'en 2018. Les zones boisées, semi-ouvertes et les friches et prairies du site sont attractives pour les oiseaux étant donné le contexte très agricole aux alentours de la zone étudiée.

En période internuptiale

Un passage a été fait en 2018 concernant la migration postnuptiale pour vérifier la présence/absence de rassemblement d'Œdicnèmes criards en halte sur le site.

Les oiseaux se retrouvent essentiellement dans les milieux buissonnants au sein de l'aire d'étude rapprochée.

19 espèces d'oiseaux sont présentes en période internuptiale sur la zone d'étude du projet.

Quelques espèces non présentes en période de nidification ont été observées :

- Bergeronnette grise (*Motacilla alba*) ;
- Grive mauvis (*Turdus iliacus*) ;
- Pipit des arbres (*Anthus trivialis*)
- Pipit farlouse (*Anthus pratensis*)

Durant les recherches, seul deux Œdicnèmes criards ont été observés, probablement le couple ayant niché dans le secteur en période de reproduction. L'intérêt et l'attractivité de l'aire d'étude rapprochée pour les espèces d'oiseaux en migration est faible mais cet enjeu est à pondérer pour l'Œdicnème criard car seulement un

passage a été réalisé. De plus, ces deux dernières années, une diminution notable des rassemblements postnuptiaux d'Œdicnème en France est à noter sans connaître précisément les causes.

L'aire d'étude rapprochée constitue donc un enjeu écologique faible à moyen pour l'avifaune en période de migration postnuptiale.

En 2022, aucun passage dédié à l'avifaune n'a été réalisé en période internuptiale. Toutefois, les espèces d'oiseaux contactées lors de la recherche de gîtes potentiels à chiroptère, en hiver, ont été relevées.

23 espèces d'oiseaux hivernantes ont été contactées sur l'aire d'étude rapprochée, dont 12 protégées. Aucune d'entre elle n'est considérée comme patrimoniale en hiver dans la région.

La richesse avifaunistique est faible sur l'aire d'étude rapprochée en hiver malgré la présence d'habitats attractifs pour les oiseaux à cette saison (haies, buissons, boisements, bassins…).

3.4.3 Habitats d'espèces et fonctionnalités des milieux

Les espèces recensées peuvent être regroupées en 5 cortèges différents, en fonction des milieux qu'elles fréquentent préférentiellement, notamment en période de reproduction.

Tableau 15 : Synthèse des cortèges d'oiseaux en période de reproduction sur l'aire d'étude rapprochée

Cortège des oiseaux	Espèces nicheuses (dont protégées)	Espèces non nicheuses (dont protégées)	Milieu(x) fréquenté(s) par les cortèges
Milieux ouverts grandes cultures	6 (4)	3 (2)	Cultures.
Milieux buissonnants et semi-ouverts	8 (8)	0(0)	Haies, friches, buissons et fourrés.
Milieux boisés	16 (10)	1 (1)	Boisements, bosquets, alignements d'arbres.
Milieux humides	0(0)	2(2)	Boisements alluviaux, marais.
Milieux anthropiques (hors	3 (2)	3 (3)	Bâtiments, routes

3 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune (dit « Scénario de référence »)

Cortège des oiseaux	Espèces nicheuses (dont protégées)	Espèces non nicheuses (dont protégées)	Milieu(x) fréquenté(s) par les cortèges
aire d'étude)			
Total	**33(24)**	**9(8)**	**42(32)**

Milieux ouverts grandes cultures

L'aire d'étude rapprochée est essentiellement composée d'habitats ouverts, et notamment de cultures céréalières au nord, et de prairies et friches au sud. Les milieux agricoles sont très représentés aux alentours du site. Ce sont notamment les milieux de prédilection de l'Alouette des champs, du Bruant proyer, de l'Œdicnème criard et de la Perdrix grise. Ce sont aussi les territoires de chasse des rapaces comme le Busard des roseaux ou le Faucon crécerelle.

Tableau 16 : Espèces contactées des milieux ouverts

Nom vernaculaire	Nom scientifique
Busard cendré	*Circus pygargus Linnaeus, 1758*
Alouette des champs	*Alauda arvensis*
Bergeronnette printanière	*Motacilla flava*
Bruant proyer	*Emberiza calandra*
Busard des roseaux	*Circus aeruginosus*
Corbeau freux	*Corvus frugilegus*
Faucon crécerelle	*Falco tinnunculus*
Œdicnème criard	*Burhinus oedicnemus*
Perdrix grise	*Perdix perdix*
Traquet motteux	*Oenanthe oenanthe*

Milieux buissonnants et semi-ouverts

3 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune (dit « Scénario de référence »)

Principalement composé des buissons et haies au centre de l'aire d'étude rapprochée, et des alignements d'arbustes bordant l'autoroute, ces habitats sont assez attractifs pour l'avifaune en période de reproduction. Ils offrent en effet une source de nourriture et des sites de reproductions pour de nombreux oiseaux comme le Bruant jaune, la Linotte mélodieuse ou le Torcol fourmilier.

Tableau 17 : Espèces contactées des milieux buissonnants et semi-ouverts

Nom vernaculaire	Nom scientifique
Accenteur mouchet	*Prunella modularis*
Bruant jaune	*Emberiza citrinella*
Faisan de Colchide	*Phasianus colchicus*
Fauvette à tête noire	*Sylvia atricapilla*
Fauvette des jardins	*Sylvia borin*
Fauvette grisette	*Sylvia communis*
Hypolaïs polyglotte	*Hyppolais polyglotta*
Linotte mélodieuse	*Linaria cannabina*
Merle noir	*Turdus merula*
Pouillot fitis	*Phylloscopus trochilus*
Pouillot véloce	*Phylloscopus collybita*
Rossignol philomèle	*Luscinia megarhynchos*
Rougegorge familier	*Erithacus rubecula*
Torcol fourmilier	*Jynx torquilla*
Troglodyte mignon	*Troglodytes troglodytes*

Milieux forestiers

Le boisement de Robiniers faux-acacia au centre et les bosquets bordant les bassins au sud de l'aire d'étude rapprochée constituent les seuls habitats boisés du site. Ce

3 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune (dit « Scénario de référence »)

cortège, bien représenté, ne comprend que 3 espèces patrimoniales : le Chardonneret élégant, la Fauvette des jardins et le Pouillot fitis.

Tableau 18 : Espèces contactées de milieux forestiers

Nom vernaculaire	Nom scientifique
Buse variable	*Buteo buteo*
Chardonneret élégant	*Carduelis carduelis*
Corneille noire	*Corvus corone*
Épervier d'Europe	*Accipiter nisus*
Étourneau sansonnet	*Sturnus vulgaris*
Fauvette des jardins	*Sylvia borin*
Geai des chênes	*Garrulus glandarius*
Grive musicienne	*Turdus philomelos*
Grosbec casse-noyaux	*Coccothraustes coccothraustes*
Mésange bleue	*Cyanistes caeruleus*
Mésange charbonnière	*Parus major*
Pic épeiche	*Dendrocopos major*
Pic vert	*Picus viridis*
Pie bavarde	*Pica pica*
Pigeon ramier	*Columba palumbus*
Pinson des arbres	*Fringilla coelebs*
Tourterelle turque	*Streptopelia decaocto*
Grimpereau des jardins	*Certhia brachydactyla*
Merle noir	*Turdus merula*

3 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune (dit « Scénario de référence »)

Pinson des arbres	*Fringilla coelebs Linnaeus, 1758*
Pouillot fitis	*Phylloscopus trochilus (Linnaeus, 1758)*
Pouillot véloce	*Phylloscopus collybita (Vieillot, 1817)*
Rougegorge familier	*Erithacus rubecula (Linnaeus, 1758)*

Milieux humides

Les seuls milieux humides du site sont les bassins présents au sud de l'aire d'étude immédiate. Ils étaient toutefois quasiment tous vides lors des passages réalisés en période de reproduction. Les espèces de ce cortège contactée ne fréquente pas directement l'aire d'étude rapprochée et se contentent de la survoler.

Tableau 19 : Espèces contactées en milieux humides

Nom vernaculaire	Nom scientifique
Busard des roseaux	*Circus aeruginosus*
Héron cendré	*Ardea cinerea*
Hirondelle de rivage	*Riparia riparia*
Mouette rieuse	*Chroicocephalus ridibundus*

3 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune (dit « Scénario de référence »)

Milieux anthropiques (hors zone d'étude)

Hormis les routes et chemins, aucun habitat anthropique n'est présent sur l'aire d'étude rapprochée même. Les bâtiments entourant le site offrent toutefois des sites de reproductions pour des espèces spécialisées qui viennent s'alimenter sur la zone étudiée, à l'image de l'Hirondelle rustique, de l'Hirondelle de fenêtre ou du Martinet noir.

Tableau 20 : Espèces contactées en milieux anthropiques

Nom vernaculaire	Nom scientifique
Bergeronnette grise	*Motacilla alba*
Hirondelle de fenêtre	*Delichon urbicum*
Hirondelle rustique	*Hirundo rustica*
Martinet noir	*Apus apus*
Moineau domestique	*Passer domesticus*
Tourterelle turque	*Streptopelia decaocto*

3.4.4 Statuts et enjeux écologiques des espèces remarquables

Le tableau suivant (cf. Tableau 21) précise, pour chaque espèce remarquable identifiée ses statuts réglementaires et/ou de patrimonialité, ses habitats et populations observés sur la zone d'étude du projet et le niveau d'enjeu écologique attribué localement. Conformément à la réglementation, l'approche est proportionnée avec un développement plus important des espèces constituant un enjeu écologique.

Enfin, le cas de l'Œdicnème criard est traité dans la partie 3.4.5 suivante.

Tableau 21 : Statuts et enjeux écologiques des oiseaux remarquables présents dans la zone d'étude du projet

Nom vernaculaire *Nom scientifique*	Statuts réglementaires		Statuts patrimoniaux				Éléments d'écologie et population observée dans la zone d'étude du projet	Enjeu écologique
	Europe	France	LRN	LRR	Dét. ZNIEFF	Niveau de rareté		
Linotte mélodieuse *Linaria cannabina*	-	Art. 3	VU	-	-	C (repro)	**En période de reproduction** : Espèce caractéristique des milieux semi-ouvert, elles occupent sur la zone d'étude immédiate les landes buissonnantes. En 2018, au moins 10 couples ont été observés. En 2022, au moins 4 couples nicheurs ont été observés dans les zones semi-ouvertes de l'aire d'étude rapprochée. Des individus ont également été observé en alimentation dans les prairies/friches au sud du site. L'espèce est très bien représentée sur le site.	Fort
							En période de migration postnuptiale : En 2018, 31 individus ont été contactés durant le passage en migration, dont certains sont uniquement passé en vol et d'autres sont présents en halte au niveau de la lande buissonnante. **En hiver :** aucun individu n'a été observé, mais l'ensemble du site est favorable à l'espèce.	Faible
Bruant jaune *Emberiza citrinella*	-	Art. 3	VU	AP	-	SEC (repro)	**En période de reproduction** : Le Bruant jaune est un oiseau que l'on rencontre très souvent dans des paysages agricoles, il apprécie la présence de cultures avec des haies, buissons. On peut aussi le trouver au sein des lisières forestières et habitat semi-ouverts. En 2018, au moins deux couples sont présents sur le site au niveau de la parcelle boisées/friche.	Fort

3 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune (dit « Scénario de référence »)

Nom vernaculaire *Nom scientifique*	Statuts réglementaires		Statuts patrimoniaux				Éléments d'écologie et population observée dans la zone d'étude du projet	Enjeu écologique
	Europe	France	LRN	LRR	Dét. ZNIEFF	Niveau de rareté		
							En 2022, deux couples différents ont été contactés dans les buissons au centre de l'aire d'étude rapprochée, et dans les alignements d'arbustes bordant l'autoroute. L'espèce est nicheuse probable sur le site.	
							En période de migration postnuptiale : En 2018, un seul individu a été entendu passant en vol au-dessus de l'aire d'étude immédiate. **En hiver :** aucun individu n'a été observé, mais l'ensemble du site est favorable à l'espèce.	Faible
Fauvette des jardins *Sylvia borin*	-	Art. 3	NT	-	-	C (repro)	**En période de reproduction :** Cette fauvette a un plumage très neutre, on la retrouve le plus souvent dans des habitats type haies, bois à clairières et coupes. En 2018, un mâle chanteur est présent sur le site. En 2022, deux mâles chanteurs ont été contactés sur l'aire d'étude rapprochée, dont un à plusieurs reprises. L'espèce est nicheuse probable sur le site.	Moyen
Busard cendré *Circus pygargus*	An. I	Art. 3	NT	VU	DZ	PC (repro)	**En période de reproduction :** Le Busard cendré peut nicher dans une grande gamme d'habitats différents, il peut aussi bien nidifier en zones humides que dans des champs de céréales. C'est un oiseau migrateur. Il arrive en avril et repart en août-septembre. En 2018, un individu a été observé en transit au-dessus du site.	Faible

3 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune (dit « Scénario de référence »)

Nom vernaculaire *Nom scientifique*	Statuts réglementaires		Statuts patrimoniaux				Éléments d'écologie et population observée dans la zone d'étude du projet	Enjeu écologique
	Europe	France	LRN	LRR	Dét. ZNIEFF	Niveau de rareté		
							L'espèce n'a pas été contactée en 2022, mais fréquente possiblement toujours le site pour s'alimenter.	
Busard des roseaux *Circus aeruginosus*	An. I	Art. 3	NT	VU	DZ	LPC (repro)	**En période de reproduction** : L'habitat type de reproduction pour ce Busard est les roselières, mais il peut également s'adapter est nicher plus ponctuellement en prairies, friches, marais ou encore au niveau des grands cours d'eau. En 2018, un individu au moins est vu chassant à plusieurs reprises au sud du site presque au niveau de la route. En 2022, un mâle adulte a été observé en chasse au-dessus des cultures à l'ouest, à proximité de l'aire d'étude rapprochée. L'espèce fréquente probablement le site même pour s'alimenter ponctuellement. Il ne se reproduit toutefois pas sur le site cette année.	Moyen
Alouette des champs *Alauda arvensis*	-	Arr26	NT	AS	-	C (repro)	**En période de reproduction** : L'Alouette des champs apprécie les milieux très ouverts comme les cultures qui sont ces sites de nidifications favoris. Elle trouve sur le site de Champigny un milieu « riche » en cultures. En 2018, 16 mâles chanteurs au maximum y ont été entendu, mais au vu du potentiel d'accueil du site, d'autres couples sont peut-être présents dans et en périphérie de l'aire d'étude immédiate. En 2022, de nombreux couples et mâles chanteurs ont été contactés dans les milieux ouverts de	Moyen

3 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune (dit « Scénario de référence »)

Nom vernaculaire *Nom scientifique*	Statuts réglementaires		Statuts patrimoniaux				Éléments d'écologie et population observée dans la zone d'étude du projet	Enjeu écologique
	Europe	France	LRN	LRR	Dét. ZNIEFF	Niveau de rareté		
							l'aire d'étude rapprochée. L'espèce est nicheuse certaine sur le site.	
							En hiver 2022 : seul un oiseau a été contacté dans les friches/prairies au sud de l'aire d'étude rapprochée. Les effectifs observés sont très faibles pour la saison.	Faible
Hirondelle rustique *Hirundo rustica*	-	Art. 3	NT	AS	-	CC (repro)	**En période de reproduction** : Espèce anthropophile, ayant besoin de bâti pour y fabriquer son nid. En 2018, l'espèce n'a été vu qu'en chasse sur la zone. En 2022, seuls quelques individus nichant probablement aux alentours ont été vus en chasse sur l'aire d'étude rapprochée.	Faible
Martinet noir *Apus apus*	-	Art. 3	NT	-	-	CC (repro)	**En période de reproduction** : Cet oiseau rupestre, niche de façon naturelle en falaises, grottes et milieux rocheux. Mais, comme les hirondelles, il a su s'adapter et devenir lui aussi anthropophile, cherchant alors pour nicher les avancées de toit de maisons où il peut bâtir son nid sous les tuiles ou au sein d'anfractuosités dissimulées sur les vieux bâtiments industrielles. En 2018, comme pour les Hirondelles rustiques, les Martinets non été vu qu'en vol en chasse sur le	Faible

3 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune (dit « Scénario de référence »)

Nom vernaculaire *Nom scientifique*	Statuts réglementaires		Statuts patrimoniaux				Éléments d'écologie et population observée dans la zone d'étude du projet	Enjeu écologique
	Europe	France	LRN	LRR	Dét. ZNIEFF	Niveau de rareté		
							site. En 2022, seuls quelques individus nichant probablement aux alentours ont été vus en chasse sur l'aire d'étude rapprochée.	
Pouillot fitis *Phylloscopus trochilus*	-	Art. 3	NT	-	-	C (repro)	**En période de reproduction** : Le Pouillot fitis est lui aussi un occupant des milieux semi-ouverts. En 2018, un mâle chanteur a été répertorié sur la zone d'étude. En 2022, un mâle chanteur a été entendu en lisière du boisement de Robiniers. L'espèce est nicheuse possible sur l'aire d'étude rapprochée.	Moyen
Bruant proyer *Emberiza calandra*	-	Art. 3	LC	AS	-	C	**En période de reproduction** : Passereau fréquentant les milieux ouverts. Non-observée en 2018, l'espèce a été observée en 2022 : deux mâles chanteurs ont été entendus dans les milieux ouverts de l'aire d'étude rapprochée et en proche périphérie. Les prairies et friches du sud du site sont particulièrement favorables à l'espèce, qui est considérée comme nicheuse probable.	Moyen
Chardonneret élégant	-	Art. 3	VU	-	-	C	**En période de reproduction** : passereau fréquentant les boisements, les bosquets et les parcs arborés. Non-observée en 2018, l'espèce a été observée en 2022 : deux individus chanteurs ont été	Fort

3 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune (dit « Scénario de référence »)

Nom vernaculaire *Nom scientifique*	Statuts réglementaires		Statuts patrimoniaux				Éléments d'écologie et population observée dans la zone d'étude du projet	Enjeu écologique
	Europe	France	LRN	LRR	Dét. ZNIEFF	Niveau de rareté		
Carduelis carduelis							contactés dans les zones boisées de l'aire d'étude rapprochée. L'espèce est nicheuse probable sur le site.	
Faucon crécerelle *Falco tinnunculus*	-	Art. 3	NT	AS	-	C	**En période de reproduction** : petit rapace fréquentant les zones ouvertes parsemés de bosquets, de haies arborées ou de pylônes électriques. Non-observée en 2018, l'espèce a été observée en 2022 : un individu a été observé décollant d'un ancien nid de corvidé dans les arbres bordant l'autoroute. L'espèce est nicheuse certaine. D'autres individus ont été observés en chasse dans les zones ouvertes du site.	Moyen
Hirondelle de fenêtre *Delichon urbicum*	-	Art. 3	NT	AS	-	C	**En période de reproduction** : Espèce anthropophile, ayant besoin de bâti pour y fabriquer son nid. Non-observée en 2018, l'espèce a été observée en 2022 : quelques individus ont été vus en chasse sur l'aire d'étude rapprochée. L'espèce ne niche pas sur le site.	Faible
Hirondelle de rivages *Riparia riparia*	-	Art. 3	LC	AS	DZ	PC	**En période de reproduction** : Espèce rupestre nichant dans les berges sablonneuses des cours d'eau et des plans d'eau. Non-observée en 2018, l'espèce a été observée en 2022 : quelques migrateurs tardifs ont été observés en transit sur le site. L'espèce ne se reproduit pas sur l'aire d'étude.	Faible

3 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune (dit « Scénario de référence »)

Nom vernaculaire *Nom scientifique*	Statuts réglementaires		Statuts patrimoniaux				Éléments d'écologie et population observée dans la zone d'étude du projet	Enjeu écologique
	Europe	France	LRN	LRR	Dét. ZNIEFF	Niveau de rareté		
Mouette rieuse *Chroicocephalus ridibundus*	-	Art. 3	NT	VU	-	RR	**En période de reproduction** : Espèce fréquentant les zones humides en tout genre. Non-observée en 2018, l'espèce a été observée en 2022 : quelques individus ont été observés en vol au-dessus de l'aire d'étude rapprochée. L'espèce ne fréquente pas directement le site.	Faible
							En hiver 2022 : Quelques individus ont été observés en transit au-dessus de l'aire d'étude rapprochée. L'espèce n'est toutefois pas patrimoniale en hiver.	Faible
Perdrix grise *Perdix perdix*	-	-	LC	AS	-	C	**En période de reproduction** : Espèce fréquentant les milieux ouverts. Non-observée en 2018, l'espèce a été observée en 2022 : au moins deux couples différents ont été contactés dans les prairies et les cultures de l'aire d'étude rapprochée. L'espèce est nicheuse probable sur le site.	Moyen
Torcol fourmilier *Jynx torquilla*	-	Art. 3	LC	VU	DZ	R	**En période de reproduction** : Espèce fréquentant les milieux semi-ouverts et les boisements clairs. Non-observée en 2018, l'espèce a été observée en 2022 : un individu a été observé dans les buissons au centre de l'aire d'étude rapprochée. Il n'a pas été recontacté par la suite. Il s'agissait probablement d'un migrateur en halte. Les habitats de l'aire d'étude sont toutefois favorables à la reproduction de l'espèce.	Moyen
Traquet motteux	-	Art. 3	NT	R	DZ	NO	**En période de reproduction :** espèce fréquentant principalement les milieux rocailleux d'altitude et	Faible

3 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune (dit « Scénario de référence »)

Nom vernaculaire *Nom scientifique*	Statuts réglementaires		Statuts patrimoniaux				Éléments d'écologie et population observée dans la zone d'étude du projet	Enjeu écologique
	Europe	France	LRN	LRR	Dét. ZNIEFF	Niveau de rareté		
Oenanthe oenanthe							le littoral. Non-observée en 2018, l'espèce a été observée en 2022 : un individu migrateur tardif a été contacté. L'espèce ne se reproduit pas sur le site.	

An. I : espèces inscrites à l'annexe I de la directive européenne 2009/147/CE du 20 novembre 2009 concernant la conservation des oiseaux sauvages, ou directive « Oiseaux »

Art. 3 : espèces inscrites à l'article 3 de l'arrêté ministériel du 29 octobre 2009 : protection des individus et de leurs habitats de reproduction/repos.

Arr 26 : Arrêté du 26 juin 1987 fixant la liste des espèces de gibier dont la chasse est autorisée

LRN : Liste Rouge des espèces menacées en France, chapitre oiseaux de France métropolitaine (UICN France, MNHN, LPO, SEOF & ONCFS, 2016) : EN : en danger ; VU : vulnérable ; NT : quasi-menacé ; LC : préoccupation mineure.

LRR : Liste rouge régionale des oiseaux nicheurs de Champagne-Ardenne (CSRPN, 2007) : EN : en danger ; VU : vulnérable ; AS : à surveiller ; AP : à préciser.

Dét. ZNIEFF : DZ : Liste des espèces déterminantes de l'inventaire ZNIEFF en Champagne-Ardenne (INPN).

Niveau de rareté : rareté à l'échelle régionale : E : exceptionnel ; RR : très rare ; R : rare ; AR : assez rare ; PC : peu commun ; LPC : Localement peu commun ; AC : assez commun ; C : commun ; CC : très commun ; SEC : Sédentaire et erratique commun ; MNC : Migrateurs nordiques plus ou moins communs ; NO : Non observé.

Figure 8 : Oiseaux remarquables sur la zone d'étude du projet, photos prises sur site sauf mention contraire, ©Guillaume BACH Biotope.

3 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune (dit « Scénario de référence »)



Linotte mélodieuse



Héron cendré



Busard des roseaux



Œdicnèmes criards

Carte 12 : Observations d'oiseaux patrimoniaux et/ou protégées - contacts 2018



P/O LA SAS CHAMPIGNY LES SABLES

Oiseaux patrimoniaux et/ ou protégés

Projet d'aménagement d'une zone logistique et d'activité sur la commune de Champigny (51)

Légende

Zone d'étude du projet
Zone de l'EBC

Espèces patrimoniales nicheuses

- Alouette des champs
- Bruant jaune
- Fauvette des jardins
- Linotte mélodieuse
- Oedicnème criard
- Pouillot fitis

Espèces patrimoniales non nicheuses

- Busard cendré
- Busard des roseaux
- Hirondelle rustique, Hirondelle de cheminée
- Martinet noir

Dates de passages

- 12/05/2018
- 01/06/2018
- 30/06/2018
- 25/09/2018

Habitats des cortèges d'espèces

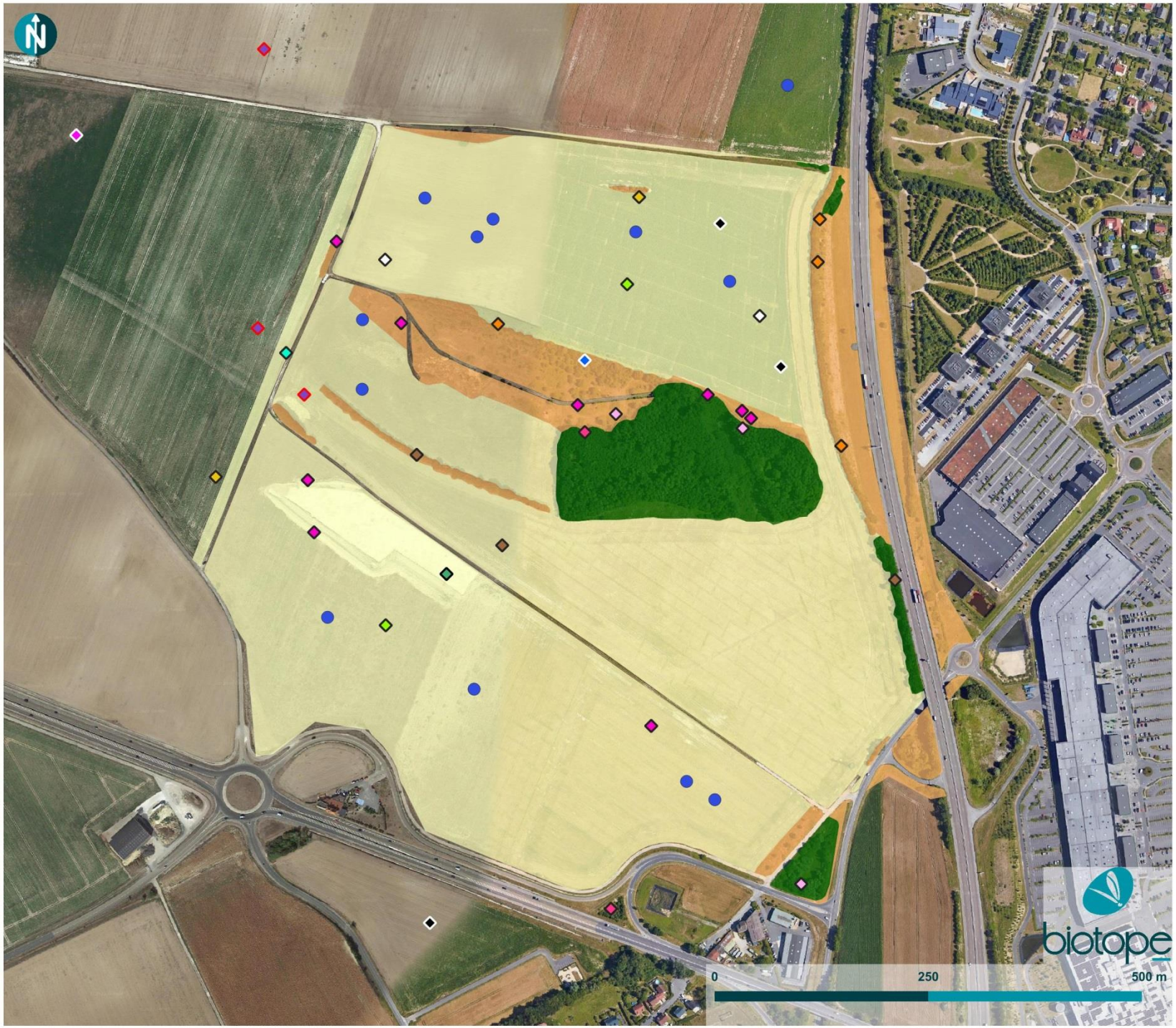
- Cortège des milieux buissonnants et semi-ouverts
- Cortège des milieux forestiers
- Cortèges des milieux ouverts (grandes cultures)

0 70 140 m

biotope

© SAS Champigny Les Sables - Tous droits réservés - Reproduction, diffusion ou modification interdite sans autorisation préalable de Biotope (2018) - Sources : IGN BDORTHO (Metropole) - Cartographie : Biotope - 2018

Carte 13 : Observations d'oiseaux patrimoniaux et/ou protégées - contacts 2022



NORD EST

P/O LA SAS CHAMPIGNY LES SABLES

Observations d'oiseaux patrimoniaux et/ou protégées - contacts 2022

Projet d'aménagement de la Zone Logistique et d'Activité de Champigny
- Volet faune-flore de l'étude d'impact -

Périmètres

- Aire d'étude rapprochée

Espèces patrimoniales non-protégées

- Alouette des champs

Espèces patrimoniales et protégées

- Bruant jaune
- Faucon crécerelle
- Hirondelle rustique
- Linotte mélodieuse
- Traquet motteux
- Chardonneret élégant
- Martinet noir
- Oedicnème criard
- Pouillot fitis
- Bruant proyer
- Fauvette des jardins
- Hirondelle de fenêtre
- Busard des roseaux
- Mouette rieuse

Habitats d'espèces

- Cortège des milieux boisés
- Cortège des milieux semi-ouverts
- Cortège des milieux ouverts

© SAS Champigny-lès-Sables - Tous droits réservés - Sources : © BRGM BD ORTHO (2022) - Cartographie : Biotope (2022)

3.4.5 Cas particulier de l'Œdicnème criard

En 2018, un couple d'Œdicnème criard a été observé durant les trois passages avifaunistiques effectués en période de reproduction. De même, deux individus, probablement les mêmes, ont été observés le 25 septembre 2018. Au regard de son comportement, de sa présence attestée au nord de l'aire d'étude pendant toute la période de reproduction et des critères de nidification utilisés, l'espèce est considérée comme nicheuse probable. La nidification certaine d'un couple d'Œdicnème criard reste difficile à appréhender si un suivi spécifique n'est pas mis en place compte tenu de l'écologie de l'espèce.

Ainsi, pour préciser les observations et ajuster au mieux les futures mesures compensatoires concernant l'espèce, trois passages ont été réalisés en 2019, durant la période de reproduction.

La méthodologie utilisée durant ces passages a été :

- Recherche à vue d'individus/couple en journée en avril, mai et début juillet ;
- Repasse et écoutes crépusculaires en avril et début juillet (l'oiseau est peu discret en dehors de la période de couvaison).

Ces recherches ont été réalisés au sein et à proximité directe de la zone d'étude ainsi que dans un secteur de 12 800 ha aux environs de la zone d'étude immédiate.

Les prospections réalisées en 2022 visant à préciser l'utilisation de l'aire d'étude rapprochée par l'espèce, des transects de jours ont été réalisés sur le site et sa périphérie afin de repérer d'éventuels couples cantonnés. Ces recherches ont été complétées par des points d'écoute et des transects crépusculaires sans repasse, afin de déterminer les zones d'alimentation de l'espèce.

Favorabilité des habitats

Tout d'abord, une cartographie des zones d'habitats favorables à l'Œdicnème criard a été réalisé dans la zone de recherche ciblée. Ce secteur a été délimité à dire d'expert dans un rayon de 5 km² (correspondant au domaine vital d'un couple d'Œdicnème criard) autour des observations réalisées en 2018. Cependant, les secteurs urbanisés de l'agglomération rémoise ainsi que les secteurs situés au Nord de la Vesle, considérés comme défavorables à l'espèce ont été déportés à l'Ouest et au Sud, ce qui donne la forme particulière du secteur de recherche.

Dans cette aire d'étude, la favorabilité des habitats a été définie comme suit :

- Secteur favorable : secteur d'habitats de substitution favorable. Ces habitats correspondent essentiellement aux secteurs de grandes cultures. Les habitats y sont réellement favorables pour l'espèce lorsque ces cultures sont de type betterave, tournesol, millet, soja, colza de printemps, maïs à semis précoce, …

3 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune (dit « Scénario de référence »)

- Secteur moyennement favorable. Ces zones correspondent aux zones de vignes et de cultures enclavées. Dans ce secteur, les vignes ne semblent pas favorables en raison de la pente des terrains et du dérangement (travaux d'entretien de la vigne) des individus nicheurs en période de reproduction.
- Secteur défavorable. Correspond au secteur urbanisés ou boisés, où l'Œdicnème criard ne trouve pas d'habitats de substitution lui étant favorable.

Sur l'ensemble du territoire cartographié, plus de 55 % du territoire est jugé favorable. Cette favorabilité des habitats est néanmoins dépendante du type d'assolement réalisé. Enfin près de 30 % de la zone est jugé défavorable.

Prospections ciblées

Les points de repasse/écoute ont été localisés dans les secteurs les plus favorables à la présence de l'espèce, à dire d'experts, au sein de grandes zones de cultures ouvertes. De plus, un point d'écoute/repasse a été réalisé à proximité de l'aire immédiate du projet.

Ainsi, en 2019, un couple était de nouveau présent (observations réalisées lors du premier passage et du troisième passage) sur et aux environs proches de la zone d'étude (entre 150 et 500 mètres). Il est fort probable que ces individus soient les mêmes que ceux vus en 2018, compte tenu de la fidélité des couples à leurs sites de nidification. Ainsi, les parcelles du secteur offrent un habitat de substitution favorable à l'implantation de cette espèce (sols à caractère drainant et présentant des éléments minéraux grossiers, cultures à larges inter-rangs à hauteur de végétation inférieur à 30 centimètres lorsque l'espèce débute sa reproduction) si tant est que les cultures soient favorables.

En sus, les prospections réalisées en 2019 ont permis de localiser 3 couples probables (2 individus vus en couple et un chanteur) dans l'aire de prospection ciblée. À noter que ce comptage ne peut être considéré comme exhaustif : d'autres couples peuvent fréquenter cette même zone.

En 2022, les prospections sur l'aire d'étude rapprochée et en périphérie ont permis de mettre en évidence la présence d'un couple nicheur certain à proximité du site.

Cf. Carte 14 : Œdicnème criard : favorabilité des habitats

Cf. Carte 15 : Localisation de l'Œdicnème criard dans et à proximité de l'aire d'étude

Cf. Carte 16 : Localisation de l'Œdicnème criard au niveau de l'aire d'étude rapprochée – contact 2018 & 2019

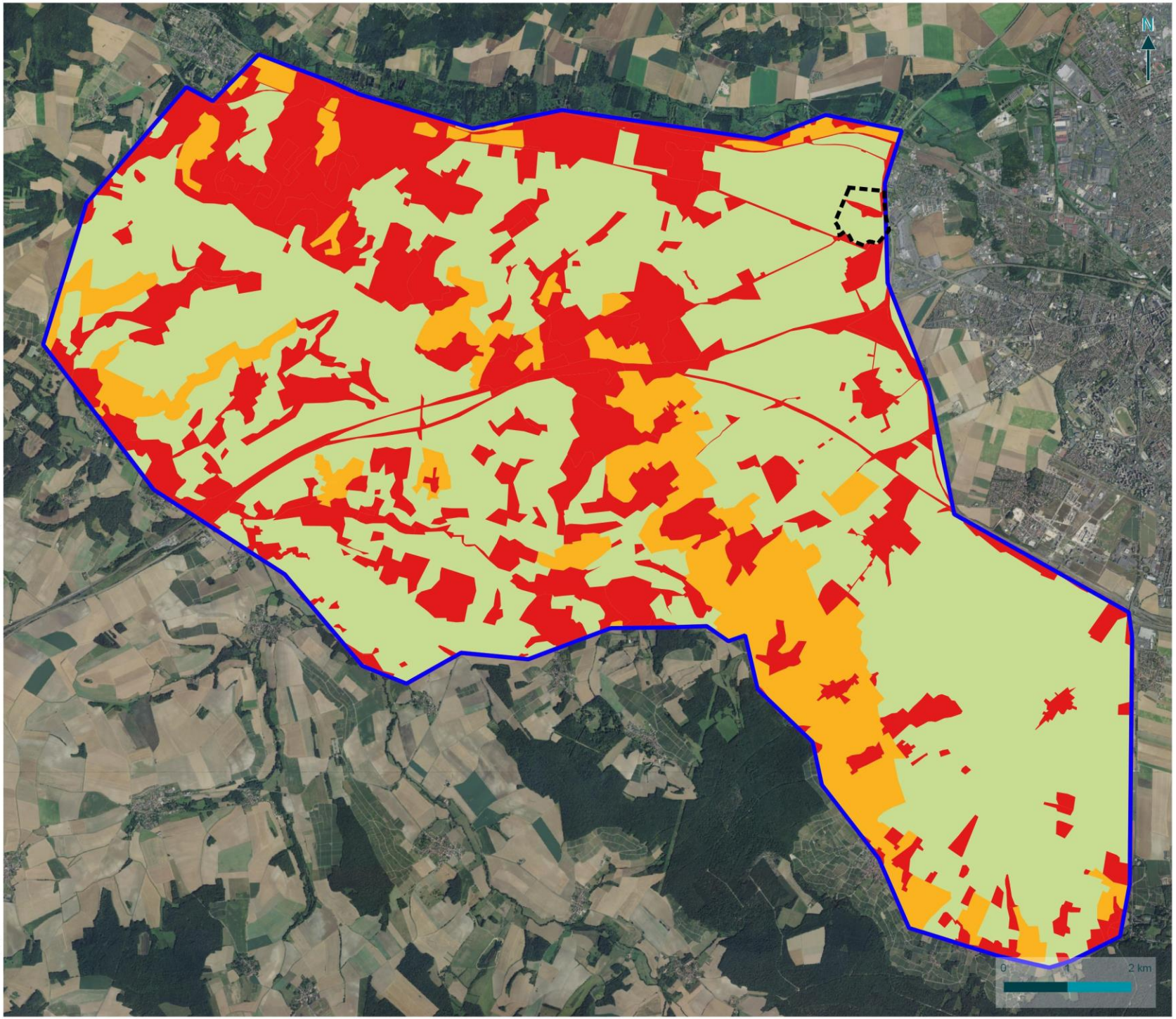
Cf. Carte 17 : Localisation de l'Œdicnème criard au niveau de l'aire d'étude rapprochée – contact 2022Carte 16 : Localisation de l'Œdicnème criard au niveau de l'aire d'étude rapprochée – contact 2018

Tableau 22 : Synthèse de l'Œdicnème criard sur l'aire d'étude immédiate et enjeu écologique associé

Nom vernaculaire *Nom scientifique*	Statuts de protection		Statuts de rareté / menace			Niveau de rareté	Statut nicheur Localisation de l'espèce	Enjeu écologique
	Directive Europe	Protection nationale	LR F	LRR	Dét. ZNIEFF			
Œdicnème criard *Burhinus œdicnemus*	An. I	Art. 3	LC	V	DZ	LPC (reproducteur) PC (migration postnuptial)	En période de reproduction : L'Œdicnème criard est un limicole terrestre appréciant les milieux chauds et secs comme les terrains calcaires caillouteux, on le retrouve également nicheurs dans les cultures de maïs, colza et blé par exemple. En 2018 : deux individus ont été observés durant les trois passages à cette période. À deux reprises dans l'aire d'étude immédiate, au nord-ouest et une fois en dehors du site dans un champs également au nord-ouest. 1 couple En 2019 : un couple était présent dans et aux environs de la zone d'étude. 3 autres couples probables ont été localisés dans la zone de prospection ciblée. En 2022 : un couple a été contacté à plusieurs reprises dans les parcelles cultivées aux alentours de l'aire d'étude rapprochée. **Les comportement observés (alarme, simulation de blessures…) indiquent que l'espèce est nicheuse certaine à proximité du site**. De plus, lors d'un passage crépusculaire, un individu a été observé en vol en direction de l'aire d'étude. Le soir, ces oiseaux se déplacent pour aller s'alimenter. **L'espèce fréquente donc l'aire d'étude rapprochée pour s'alimenter, mais ne se reproduit pas sur l'aire d'étude même.**	Moyen
							En période de migration postnuptiale : **deux individus ont été observés en dehors de l'aire d'étude au nord-ouest, il ne semble pas y avoir de regroupement postnuptial.**	Moyen

An. I : espèces inscrites à l'annexe I de la directive européenne 2009/147/CE du 20 novembre 2009 concernant la conservation des oiseaux sauvages, ou directive « Oiseaux »
Art. 3 : espèces inscrites à l'article 3 de l'arrêté ministériel du 29 octobre 2009 : protection des individus et de leurs habitats de reproduction/repos.
LR Fr. : Liste Rouge des espèces menacées en France, chapitre oiseaux de France métropolitaine (UICN France, MNHN, LPO, SEOF & ONCFS, 2016) : LC : préoccupation mineure.
LRR : Liste rouge régionale des oiseaux nicheurs de Champagne-Ardenne (CSRPN, 2007) : V : vulnérable
Dét. ZNIEFF : DZ : Liste des espèces déterminantes de l'inventaire ZNIEFF en Champagne-Ardenne (INPN).
Niveau de rareté : rareté à l'échelle régionale : PC : peu commun ; LPC : Localement peu commun

Carte 14 : Œdicnème criard : favorabilité des habitats



P/O LA SAS CHAMPIGNY LES SABLES

Œdicnème criard : favorabilité des habitats

Projet d'aménagement d'une zone logistique et d'activité sur la commune de Champigny (51)

Légende

Périmètre du site

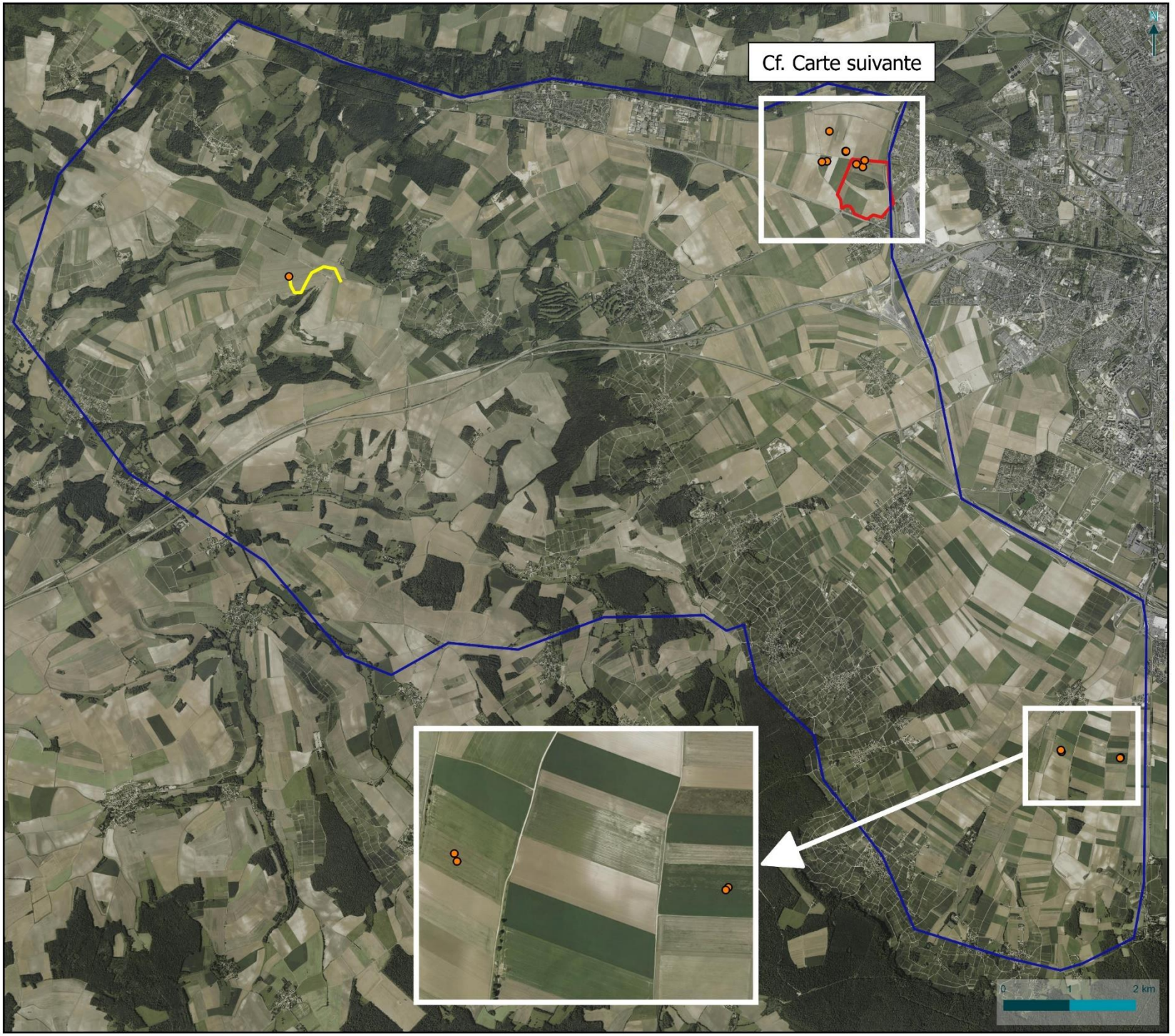
- Zone d'étude immédiate
- Zone de recherche ciblée de l'Oedicnème criard

Favorabilité des habitats pour l'Oedicnème criard

- Secteur favorable
- Secteur moyennenment favorable
- Secteur non favorable

© SAS Champigny les Sables - Tous droits réservés - Fonds : Ortho RVB Marne 2016 Région GE - Cartographie : Biotope, 2019

Carte 15 : Localisation de l'Œdicnème criard dans et à proximité de l'aire d'étude



P/O LA SAS CHAMPIGNY LES SABLES

Localisation de l'Oedicnème criard dans et à proximité de l'aire d'étude

Projet d'aménagement d'une zone logistique et d'activité sur la commune de Champigny (51)

Légende

- Aire d'étude immédiate
- Aire de recherche ciblée de l'Oedicnème criard
- Individu d'Oedicnème criard
- Trajectoire Oedicnème criard

biotope

© Nord-Est Aménagement - Tous droits réservés - Sources : ©IGn Orthophotographie- Cartographie : Biotope, 2019

Carte 16 : Localisation de l'Œdicnème criard au niveau de l'aire d'étude rapprochée – contact 2018 & 2019



P/O LA SAS CHAMPIGNY LES SABLES

Localisation de l'Oedicnème criard au niveau de l'aire d'étude immédiate

Projet d'aménagement d'une zone logistique et d'activité sur la commune de Champigny (51)

Légende

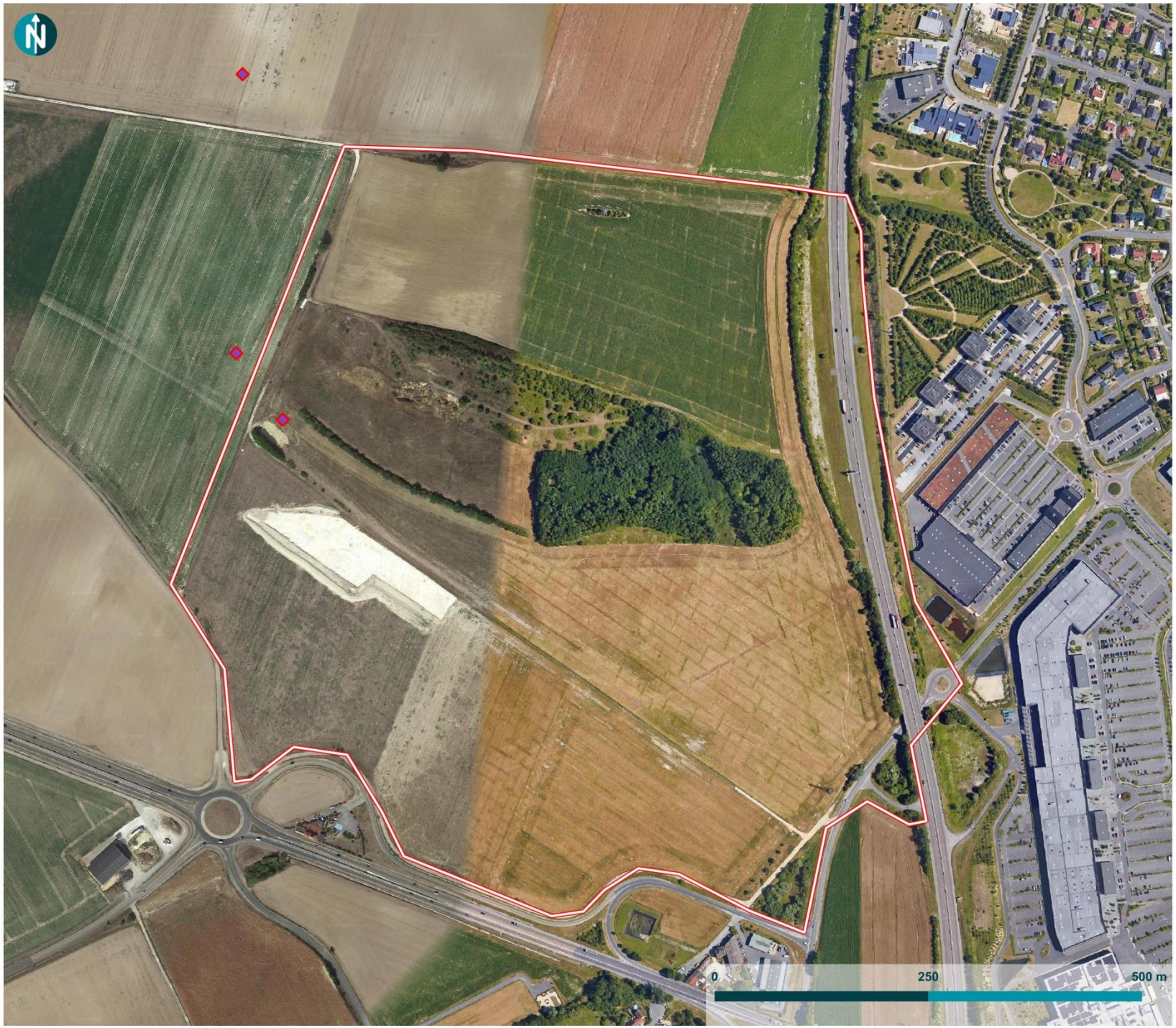
- Aire d'étude immédiate
- Aire de recherche ciblée de l'Oedicnème criard

Individus d'Oedicnème criard

- Données du suivi avifaune réalisé en 2018
- Données du suivi spécifique Oedicnème criard réalisé en 2019

© Nord-Est Aménagement - Tous droits réservés - Sources : ©IGn Orthophotographie- Cartographie : Biotope, 2019

Carte 17 : Localisation de l'Œdicnème criard au niveau de l'aire d'étude rapprochée – contact 2022



© SAS Champigny-lès-Sables - Tous droits réservés - Sources : © BRGM BD ORTHO (2022) - Cartographie : Biotope (2022)

NORD EST

P/O LA SAS CHAMPIGNY LES SABLES

Observation de l'Oedicnème criard en 2022

Projet d'aménagement de la Zone Logistique et d'Activité de Champigny
- Volet faune-flore de l'étude d'impact -

Périmètres

- Aire d'étude rapprochée
- Oedicnème criard

biotope

3 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune (dit « Scénario de référence »)

3.4.7 Bilan concernant les oiseaux et enjeux associés

Les principaux enjeux au sein de l'aire d'étude rapprochée reposent sur le fait que, le site étant en majeure partie en culture, certaines espèces comme l'Œdicnème criard ou l'Alouette des champs ont trouvé l'opportunité de potentiellement y nicher.

Certaines des espèces présentes sont plutôt abondantes et communes sur le site, c'est le cas de l'Alouette des champs, du Pinson des arbres et du Pigeon ramier. D'autres sont moins communes sur le site (Œdicnème criard, Pouillot fitis, Bruant jaune) d'où l'importance de les conserver ainsi que leurs habitats.

Les enjeux principaux identifiés sur le site sont :

1) La présence d'un couple nicheur très probable d'Œdicnème criard en 2018 utilisant pour son cycle biologiques (reproduction, chasse) les cultures situées au nord de l'aire d'étude immédiate. À ce titre, l'espèce utilise 12,8 ha de milieux favorables en termes de zone de nidification, de repos et d'alimentation au vu des observations réalisées et des habitats. La zone probable de nidification se situe donc au nord de l'aire d'étude. Ces deux individus ont également été observés ponctuellement en dehors du site à deux reprises. Enfin, les prospections complémentaires réalisées en 2019, ont permis de recontacter deux individus, très probablement les mêmes, le 24 avril ainsi que le 1er juillet, à proximité de l'aire d'étude immédiate.

Le passage automnal effectué en 2018 a également permis de vérifier la présence/absence de rassemblement postnuptiale qui est une des caractéristiques biologiques de l'espèce. Suite à ce passage, aucun regroupement d'oiseaux n'a été vu, cependant, il est à noter que cette année 2018 voire l'année précédente, il y a une chute des effectifs en rassemblements postnuptiale voire une désertion de l'espèce sur des sites d'intérêt majeure sans que l'on puisse comprendre pourquoi.

En 2022, les cultures présentes au nord de l'aire d'étude rapprochée ne sont plus favorables à la reproduction de l'Œdicnème criard. Seules les prairies et friches de la moitié sud du site constituent des zones d'alimentation pour l'espèce. Toutefois, dans le cas où l'assolement des parcelles alentours devaient changer dans les années à venir, le maintien des parcelles au sud de l'aire d'étude en prairie ou en friche rase rendrait le site favorable à la reproduction et à l'alimentation de cette espèce.

En période de reproduction

En 2018, 38 espèces d'oiseaux ont été recensées. En 2022, 42 espèces d'oiseaux sont présentes sur l'aire d'étude rapprochée.

Parmi elles, plusieurs présentent un caractère remarquable :

3 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune (dit « Scénario de référence »)

- 32 espèces d'oiseaux sont protégées :
  - 24 espèces nicheuses ;
  - 8 espèces non nicheuses mais présentes ponctuellement en période de reproduction ;
    - 2 espèces d'intérêt communautaire ;
    - 3 espèces avec un enjeu écologique fort ;
    - 9 espèces avec un enjeu écologique moyen ;
    - 7 espèces avec un enjeu écologique faible.

La friche buissonnante est particulièrement attractive pour un grand nombre d'espèces, comme la Linotte mélodieuse, le Bruant jaune, la Fauvette à tête noire et la Fauvette des jardins), pour la plupart patrimoniales et sensibles à la perte de ce type d'habitat.

Le boisement central semble moins riche et moins attractif pour la nidification des oiseaux. Il accueille toutefois des passereaux remarquables comme le Chardonneret élégant, la Fauvette des jardins ou le Pouillot fitis.

Les cultures présentent également un enjeu car certaines espèces comme l'Œdicnème criard ou l'Alouette des champs trouvent l'opportunité d'y nicher. La culture présente au nord de l'aire d'étude rapprochée peut accueillir la reproduction de l'Œdicnème criard bien que la reproduction ne soit pas avérée en 2022. En effet, cela reste variable en fonction des périodes d'assolement mis en œuvre.

Le site dans sa globalité offre la possibilité aux oiseaux de nicher en période de nidification mais aussi à certaines espèces d'y faire halte en période internuptiale.

Au regard de ces éléments, les zones boisées et semi-ouvertes représentent un enjeu fort. Les milieux ouverts (cultures, prairies et friches) représentent un enjeu moyen. Enfin, le reste du site ne constitue qu'un enjeu faible pour les oiseaux.

En période internuptiale

19 espèces d'oiseaux sont présentes dans l'aire d'étude rapprochée pour un effectif cumulé de 369 individus.

Parmi elles, 1 espèces est inscrite à l'annexe 1 de la directive oiseaux (Natura 2000), il s'agit de l'œdicnème criard. 12 espèces sont protégées, 7 sont chassables (Alouette des champs, Étourneau sansonnet, Grive mauvis, Grive musicienne, Perdrix grise, Pigeon ramier, Vanneau huppé), et aucune n'est inscrite sur la liste rouge des oiseaux de passage.

Parmi elles, plusieurs présentent un caractère remarquable :

3 espèces avec un enjeu écologique moyen.

3 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune (dit « Scénario de référence »)

L'aire d'étude rapprochée est également utilisée par les oiseaux en halte migratoire mais avec des effectifs moindres et ce pour plusieurs raisons : le contexte, la superficie de l'aire d'étude, ainsi que l'écologie générale des espèces contactées au sein de l'aire d'étude rapprochée la rende moins intéressante pour l'avifaune. Ces éléments mettent en effet en évidence un enjeu plutôt faible pour l'avifaune en migration postnuptiale.

3.5 Mammifères (hors chiroptères)

La synthèse proposée ici s'appuie sur les observations réalisées dans le cadre du présent travail, sur une analyse des potentialités d'accueil des milieux naturels de la zone d'étude du projet et sur la bibliographie récente disponible.

Cf. Annexe 2 : Méthodes d'inventaire de la faune, de la flore et des habitats

Pour rappel, l'expertise de terrain des mammifères (hors chiroptères) a été menée sur la zone d'étude du projet et a concerné les groupes des mammifères terrestres (écureuil, hérisson…).

Cf. Annexe 4 : Liste complète des espèces présentes dans la zone d'étude du projet

3.5.1 Analyse bibliographique

Il n'existe pas à notre connaissance de publications s'étant intéressées aux mammifères sur cette zone.

Au niveau de la commune de Champigny, 4 espèces sont citées (données faune-champagne-ardenne.org) : le Chevreuil européen (*Capreolus capreolus*), la Fouine (*Martes foina*), le Ragondin (*Myocastor coypus*) et le Rat musqué (*Ondatra zibethicus*).

Le site internet du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris (inpn.mnhn.fr) cite 5 espèces de mammifères terrestres sur le territoire communal de Champigny : 3 espèces chassables : le Chevreuil européen, le Sanglier (*Sus scrofa*), le Lièvre d'Europe (*Lepus europaeus*) et le Rat musqué, ainsi qu'une espèce réglementée : l'Écureuil roux (*Sciurus vulgaris*).

Au regard des habitats présents au niveau de la zone d'étude du projet, toutes ces espèces pourraient être présentes, à l'exception du Ragondin et du Rat musqué : il n'y a pas d'eau libre au sein de la zone d'étude.

3.5.2 Espèces présentes dans la zone d'étude du projet

Cinq espèces chassables ont été observées sur la zone d'étude en 2018 :

- Le Lièvre d'Europe (*Lepus europaeus*) ;
- Le Sanglier (*Sus scrofa*) ;

- Le Lapin de garenne (*Oryctolagus cuniculus*) ;
- Le Blaireau européen (*Meles meles*) ;
- Renard roux (*Vulpes vulpes*).

Le lièvre d'Europe et le Lapin de garenne ont également été observés en 2022 des prospections dédiées aux autres groupes.

Deux espèces réglementées non observées peuvent être considérées comme présentes compte-tenu des habitats présents au sein de la zone d'étude :

- L'Écureuil roux (*Sciurus vulgaris*) ;
- Le Hérisson d'Europe (*Erinaceus europaeus*).

De nombreuses espèces chassables (non observées) peuvent être considérées comme présentes compte-tenu des habitats présents au sein de l'zone d'étude :

- La Belette (*Mustela nivalis*) ;
- La Fouine (*Martes foina*).

La richesse est faible. Il se peut tout à fait que de nombreuses autres espèces réglementée ou chassables soient présentes plus ou moins ponctuellement.

3.5.3 Habitats d'espèces et fonctionnalités des milieux

L'ensemble des secteurs de la zone d'étude pourrait permettre aux deux espèces pressenties de se déplacer, cependant, seuls les secteurs non cultivés (friches et haies) pourraient leur permettre de réaliser l'intégralité de leurs cycles biologiques.

Figure 9 : Habitats favorables aux mammifères sur la zone d'étude du projet, photos prises sur site © Biotope.



Friche sablonneuse



Haie boisée

3 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune (dit « Scénario de référence »)

3.5.4 Statuts et enjeux écologiques des espèces remarquables

Le tableau suivant (cf. Tableau 23) précise, pour chaque espèce remarquable identifiée ses statuts réglementaires et/ou de patrimonialité, ses habitats et populations observés sur la zone d'étude du projet et le niveau d'enjeu écologique attribué localement. Conformément à la réglementation, l'approche est proportionnée avec un développement plus important des espèces constituant un enjeu écologique.

3 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune (dit « Scénario de référence »)

Tableau 23 : Statuts et enjeux écologiques des mammifères remarquables (hors chiroptères) présents dans la zone d'étude du projet

Nom vernaculaire *Nom scientifique*	Statuts réglementaires en France	Statuts patrimoniaux			Éléments d'écologie et population observée dans la zone d'étude du projet	Enjeu écologique
		LRN	LRR	Niveau de rareté		
Chevreuil européen *Capreolus capreolus*	Chassable	LC	-	CC	Espèce liée aux boisements Nombreuses traces observées sur l'intégralité de la zone d'étude	Faible
Lièvre d'Europe *Lepus europaeus*	Chassable	LC	AS	CC	Espèce liée aux boisements Plusieurs traces et individus observés sur l'intégralité de la zone d'étude	Faible
Blaireau européen *Meles meles*	Chassable	LC	AS	CC	Espèce liée aux boisements Nombreuses traces observées sur l'intégralité de la zone d'étude	Faible
Lapin de garenne *Oryctolagus cuniculus*	Chassable	NT	-	CC	Espèce liée aux milieux sablonneux Nombreuses traces et individus observées sur l'intégralité de la zone d'étude	Faible
Sanglier *Sus scrofa*	Chassable	LC	-	CC	Espèce liée aux boisements Nombreuses traces observées sur l'intégralité de la zone d'étude	Faible
Renard roux *Vulpes vulpes*	Chassable	LC	-	CC	Espèce relativement ubiquiste Plusieurs traces et individus observés sur l'intégralité de l'zone d'étude	Faible

3 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune (dit « Scénario de référence »)

Nom vernaculaire *Nom scientifique*	Statuts réglementaires en France	Statuts patrimoniaux			Éléments d'écologie et population observée dans la zone d'étude du projet	Enjeu écologique
		LRN	LRR	Niveau de rareté		
Hérisson d'Europe *Erinaceus europaeus*	Art. 2	LC	-	CC	Espèce ubiquiste qui se retrouve autant dans les forêts que dans des parcs urbains et des jardins Espèce potentiellement présente	Faible
Écureuil roux *Sciurus vulgaris*	Art. 2	LC	AS	CC	Espèce ubiquiste qui se retrouve autant dans les forêts que dans des parcs urbains et des jardins Espèce potentiellement présente	Faible
6 espèces chassables ont été observées, **2 espèces protégées** au titre de l'arrêté du 23 avril 2007 fixant les listes des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection sont très potentiellement présence sur la zone d'étude : l'Écureuil roux et le Hérisson d'Europe. Ces espèces sont communes à l'échelle nationale et régionale. Notons que plusieurs espèces chassables sont inscrites à la liste rouge des mammifères de Champagne-Ardenne (cette liste n'a pas été bâtie sur les critères de l'UICN) : le Lièvre d'Europe et le Blaireau européen. Le Lapin de garenne est considéré comme quasi menacé en France.						Faible

Art. 2 : espèces inscrites à l'article 2 de l'arrêté ministériel du 23 avril 2007 : protection des individus et de leurs habitats de reproduction/repos.
LRN : La Liste rouge des espèces menacées en France – Chapitre Mammifères de France métropolitaine. UICN France, MNHN, SFEPM & ONCFS (2017) : NT : quasi-menacé ; LC : préoccupation mineure.
LRR : Liste rouge régionale des mammifères (CSRPN 2007) : AS : à surveiller.
Niveau de rareté : rareté à l'échelle régionale : CC : très commun.

Figure 10 : Mammifères protégés potentiellement présentes sur la zone d'étude du projet, photos prises hors site ©Thomas ROUSSEL - Biotope.

3 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune (dit « Scénario de référence »)



Hérisson d'Europe



Écureuil roux

3 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune (dit « Scénario de référence »)

3.5.5 Bilan concernant les mammifères et enjeux associés

Huit espèces de mammifères sont considérées comme présentes dans la zone d'étude du projet : 2 espèces protégées fortement potentielles (Écureuil roux et Hérisson d'Europe) ainsi que 6 espèces chassables observées, 2 sont inscrites comme « A Surveiller » à la liste rouge des mammifères de Champagne-Ardenne de 2007 : le Blaireau européen et le Lièvre d'Europe. Notons que le Lapin de garenne, bien que chassable, est considéré comme quasi-menacé en France.

Toutes ces espèces présentent un enjeu écologique faible.

Les principaux secteurs à enjeux au sein de la zone d'étude du projet concernent les friches et les haies qui peuvent servir à la reproduction de l'ensemble des mammifères présents. Les autres milieux peuvent leur servir de zone d'alimentation et de déplacement.

Au regard de ces éléments, la zone d'étude du projet constitue un enjeu globalement faible pour les mammifères terrestres.

3 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune (dit « Scénario de référence »)

3.6 Chiroptères

La synthèse proposée ici s'appuie sur les observations réalisées dans le cadre du présent travail, sur une analyse des potentialités d'accueil des milieux naturels de la zone d'étude du projet et sur la bibliographie récente disponible. Pour rappel, l'expertise de terrain des chiroptères a été menée sur la zone d'étude du projet et a concerné toutes les espèces susceptibles d'être présentes dans le secteur d'étude.

Cf. Annexe 2 « Méthodes d'inventaire de la faune, de la flore et des habitats »

Cf. Annexe 4 « Liste complète des espèces présentes dans la zone d'étude du projet »

Cf. Carte 18 : Chiroptères patrimoniaux et/ou protégés (2018)

Cf. Carte 19 : Arbres présentant des cavités, favorables au gîte des chiroptères

3.6.1 Analyse bibliographique

La région Grand-Est accueille 23 espèces connues de chauves-souris dont certaines ont déjà été contactées sur la commune de Champigny ou à proximité (ZNIEFF 210000726 Vallée de la Vesle de Livry-Louvercy à Courlandon). Il s'agit de :

- Murin de Daubenton (*Myotis daubentonii*) ;
- Murin à moustaches (*Myotis mystacinus*) ;
- Murin de Natterer (*Myotis nattereri*) ;
- Oreillard roux (*Plecotus auritus*).

3.6.2 Espèces présentes dans la zone d'étude du projet

L'analyse des écoutes réalisées sur l'aire d'étude rapprochée a permis d'identifier **6 espèces de chauves-souris** et **2 groupes d'espèces** non identifiés à l'espèce en activité de chasse et/ou de transit sur les 24 espèces de chauves-souris recensées en Champagne-Ardenne, soit environ 25 % des espèces connues dans la région. Il s'agit de :

- Grand Rhinolophe – *Rhinolophus ferrumequinum* ;
- Noctule commune – *Nyctalus noctula* (transects) ;
- Oreillard roux – *Plecotus auritus* ;
- Pipistrelle commune – *Pipistrellus pipistrellus* ;
- Pipistrelle de Nathusius – *Pipistrellus nathusii* ;
- Sérotine commune – *Eptesicus serotinus* ;
- Le groupe des Pipistrelles/ Minioptère de Schreibers ;
- Le groupe Sérotine/Noctules.

Le Minioptère de Schreiber est considéré comme très rare en Champagne-Ardenne et étant donné les habitats présents, il n'est pas considéré comme présent sur le site.

Sur les 24 espèces de chauves-souris présentes en région, les 6 espèces recensées représentent environ 25 % des espèces connues en Champagne-Ardenne.

3 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune (dit « Scénario de référence »)

Les tableaux ci-après présentent les résultats des observations de chauves-souris réalisées sur l'ensemble de l'aire d'étude immédiate. L'activité est mesurée à partir de l'identification soit à l'espèce ou au groupe d'espèces. Ainsi « OREILLARDS » rassemble l'Oreillard roux (*Plecotus auritus*) et l'Oreillard gris (*Plecotus austriacus*), alors que « RHINOLOPHES » concerne plusieurs espèces de Rhinolophes.

Tableau 24 : Synthèse de l'activité des chiroptères enregistrés sur l'aire d'étude

Nom vernaculaire *Nom scientifique*	Occurrence Point d'écoute N= 2 passages avec 2 enregistreurs	Moyenne Contact – Point d'écoute	Maximum Contact – Point d'écoute	Activité médiane observée	Activité maximum observée
Grand rhinolophe *Rhinolophus ferrumequinum*	25%	0,25	1	Faible	Faible
Sérotine commune *Eptesicus serotinus*	25%	0,5	2	Moyenne	Moyenne
Noctule commune *Nyctalus noctula*	Contact en transit uniquement – pas de mesure d'activité				
Groupe Sérotine/Noctules *Eptesicus serotinus/Nyctalus sp.*	100%	5,75	11	Moyenne	Moyenne
Pipistrelle commune *Pipistrellus pipistrellus*	100%	47	64	Moyenne	Moyenne
Pipistrelle de Nathusius *Pipistrellus nathusii*	50%	0,5	1	Faible	Faible
Oreillard roux *Plecotus auritus*	25%	0,25	1	Faible	Faible
Groupe des PIPISTRELLES *Pipistrellus sp.*	**100%**	**48**	**65**	**Moyenne**	**Moyenne**

3 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune (dit « Scénario de référence »)

Nom vernaculaire *Nom scientifique*	Occurrence Point d'écoute N= 2 passages avec 2 enregistreurs	Moyenne Contact – Point d'écoute	Maximum Contact – Point d'écoute	Activité médiane observée	Activité maximum observée
Bilan toutes espèces	**100%**	**53**	**74**	**Moyenne**	**Moyenne**

Les enregistrements réalisés sur l'aire d'étude rapprochée dans le cadre de cette étude font apparaître **un niveau d'activité moyen** toutes espèces confondues, en comparaison avec le référentiel Actichiro.

Espèces d'intérêt européen

Parmi les espèces recensées, toutes sont inscrites à l'annexe IV de la directive européenne « Habitats – faune – flore » qui liste les espèces animales et végétales d'intérêt européen qui nécessitent une protection stricte sur le territoire des états membres de l'Union européenne. Le **Grand rhinolophe** est également **inscrit à l'annexe II de la directive « Habitats – faune – flore »** qui liste les espèces animales et végétales d'intérêt européen dont la conservation nécessite la désignation de zones spéciales de conservation au sein du réseau européen Natura 2000.

Espèces protégées

Toutes les chauves-souris sont protégées au titre de l'article 2 de l'arrêté ministériel du 23 avril 2007 fixant la liste des mammifères protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection.

Espèces rares/menacées

Parmi les espèces observées sur l'aire d'étude rapprochée, **plusieurs ont un statut de rareté/menace inquiétant sur le territoire** sur la liste rouge nationale et/ou nationale.

3.6.3 Habitats d'espèces et fonctionnalités des milieux

Toutes les espèces identifiées avec certitude sont présentées dans le tableau en synthèse de l'expertise des chauves-souris ci-après.

Le site est composé en son centre d'un boisement de jeunes arbres avec quelques possibilités de gîtes (fissures, écorces décollées), de haies et d'un milieu ouvert de type prairie. En sa périphérie, plusieurs parcelles agricoles sont présentes.

3 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune (dit « Scénario de référence »)

La Pipistrelle commune est l'espèce la plus observée en activité de chasse sur le site. En effet, c'est une espèce ubiquiste. Elle peut aussi bien chasser autour de lampadaires ou dans les parcs, dans les agglomérations que dans des milieux boisés, des zones humides… L'essentiel des espèces observées appartiennent au groupe des pipistrelles ou à celui du groupe Sérotine/Noctules, qui sont dans l'ensemble des espèces ubiquistes.

Le Grand rhinolophe est passé en transit sur le site d'étude le long de la haie nord de l'aire d'étude. En effet cette espèce se rend vers ses zones de chasse en suivant des corridors boisés depuis son gîte.

Recherche de gîtes arboricoles en 2022 :

Sur l'ensemble des parties boisées de l'aire d'étude, **6 arbres** présentant des cavités ou des écorces décollées ont été trouvés sur l'aire d'étude, tous dans le boisement de Robinier faux-acacia au centre du site. Ces arbres mesurent entre 8 et 12m de haut et font tous moins de 40cm de diamètre.

Ce bosquet, assez jeune, est le seul secteur présentant des gîtes arboricoles potentiels. Les alignements d'arbres longeant l'autoroute A26 ainsi que ceux bordant le bassin au sud-est de l'aire d'étude sont très jeunes et ne présentent aucun arbre favorable aux chiroptères.

Compte tenu de ces éléments, seul le bosquet du centre de l'aire d'étude représente une **potentialité d'accueil moyenne pour les chiroptères**. Le reste des zones boisées représente une **potentialité d'accueil très faible.**



Haie servant de corridor aux chauves-souris



Parcelles agricoles et boisement du site au loin



Figure 13: Habitats favorables aux chiroptères sur la zone d'étu

Figure 12: Exemple d'arbre avec de l'écorce décollée



Figure 11 : Vue d'ensemble du boisement de Robinier faux-acacia au centre de l'aire d'étude

3 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune (dit « Scénario de référence »)

3.6.4 Statuts et enjeux écologiques des espèces remarquables

Le tableau suivant précise, pour chaque espèce remarquable identifiée ses statuts réglementaires et/ou de patrimonialité, ses habitats et populations observés sur la zone d'étude du projet et le niveau d'enjeu écologique attribué localement. Conformément à la réglementation, l'approche est proportionnée avec un développement plus important des espèces constituant un enjeu écologique.

Tableau 25 : Statuts et enjeux écologiques des chiroptères remarquables présents dans la zone d'étude du projet

Nom vernaculaire *Nom scientifique*	Statuts réglementaires		Statuts patrimoniaux		Éléments d'écologie et population observée dans l'aire d'étude rapprochée	Enjeu écologique
	Europe	France	LRN	LRR		
Grand rhinolophe *Rhinolophus ferrumequinum*	An. II et IV	Protection nationale	LC	E	Contacté à une reprise sur le site (transit), il utilise les lisières, les boisements ou les haies du site d'étude comme corridor pour accéder à ses zones de chasse.	Fort
Noctule commun *Nyctalus noctula*	An. IV	Protection nationale	VU	V	Les zones humides et boisements constituent des milieux appréciés par cette espèce car ce sont à la fois des milieux riches en insectes et des milieux offrant de nombreuse possibilité de gîtes arboricoles. Elle a été contactée à une reprise sur le site (transit pendant les transects).	Fort
Sérotine commun *Eptesicus serotinus*	An. IV	Protection nationale	NT	AS	La Sérotine commune chasse dans des milieux relativement variés. Elle est présente dans des milieux ouverts ou encore dans des paysages de bocage où elle chasse au-dessus des prairies et le long des lisières. Elle apprécie également les zones humides (étangs, rivières, …). Étant donné la présence du groupe **« Sérotine commune/ Noctules »,** sa présence ne peut être exclue sur tout le site.	Moyen
Pipistrelle commune *Pipistrellus pipistrellus*	An. IV	Protection nationale	NT	AS	La Pipistrelle commune est l'espèce qui a le plus souvent été observée sur le site d'étude avec une activité moyenne. C'est une espèce ubiquiste que l'on retrouve dans l'ensemble des milieux et qui a été contactée sur toute l'aire d'étude.	Moyen
Pipistrelle de Nathusius *Pipistrellus nathusii*	An. IV	Protection nationale	NT	R	Contacté à une reprise sur le site (transit), la Pipistrelle de Nathusius a été contacté le long de la haie Nord sur le site. Cette pipistrelle fréquente les milieux forestiers diversifiés et riches en zones humides et peut également chasser le long des haies et des lisières, au-dessus des prairies humides ou des cours d'eau. Les boisements et marais constituent des habitats favorables à cette espèces (site de chasse et gîte	Fort

3 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune (dit « Scénario de référence »)

Nom vernaculaire *Nom scientifique*	Statuts réglementaires		Statuts patrimoniaux		Éléments d'écologie et population observée dans l'aire d'étude rapprochée	Enjeu écologique
	Europe	France	LRN	LRR		
					arboricoles).	
Oreillard roux *Plecotus auritus*	An. IV	Art. 2	LC	AS	L'Oreillard roux fréquente surtout les milieux forestiers, particulièrement les forêts stratifiées, avec des sous-étages encombrés d'arbustes et de branchages, mais aussi les vallées alluviales, les parcs et les jardins. Il a été contacté à une reprise également en transit au niveau du boisement.	Moyen

Europe – An. II/IV : espèces inscrites aux annexes II et/ou IV de la Directive N° 92/43/CEE du 21/05/92, dite « Directive Habitats ».
France – Art. 2 : espèces inscrites à l'article 2 de l'arrêté ministériel du 23 avril 2007 : protection des individus et de leurs habitats de reproduction/repos. Art. 3 : espèces inscrites à l'article 3 de l'arrêté ministériel du 19 novembre 2007 : protection des individus.
LRN – La Liste rouge des espèces menacées en France – Chapitre Mammifères de France métropolitaine. UICN France, MNHN, SFEPM & ONCFS (2017) : EN : en danger ; VU : vulnérable ; NT : quasi-menacé ; LC : préoccupation mineure.
LRR – Atlas des mammifères sauvages de Champagne-Ardenne (LPO Champagne-Ardenne, 2012) : E : en danger ; V : vulnérable ; R : rare ; AS : à surveiller ; NM : non menacée ; AP : à préciser ; NE : non évalué

3 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune (dit « Scénario de référence »)

3.6.5 Bilan concernant les chiroptères et enjeux associés

6 espèces de chiroptères et 2 groupes d'espèces sont présents dans l'aire d'étude rapprochée :

- Grand Rhinolophe – *Rhinolophus ferrumequinum* ;
- Noctule commune – *Nyctalus noctula* (transects) ;
- Oreillard roux – *Plecotus auritus* ;
- Pipistrelle commune – *Pipistrellus pipistrellus* ;
- Pipistrelle de Nathusius – *Pipistrellus nathusii* ;
- Sérotine commune – *Eptesicus serotinus* ;
- Le groupe des Pipistrelles ;
- Le groupe Sérotine/Noctules.

Parmi elles, plusieurs présentent un caractère remarquable :

- **Toutes sont protégées ;**
- 2 espèces constituent un enjeu écologique fort : le Grand rhinolophe et la Noctule commune ;
- 3 espèces constituent un enjeu écologique moyen : la Sérotine commune, la Pipistrelle commune et la Pipistrelle de Nathusius ;
- 1 espèce constitue un enjeu écologique faible : l'Oreillard roux.

Au regard de ces éléments, **l'enjeu écologique global pour le groupe des chiroptères est considéré comme moyen** pour le site d'étude du fait de l'utilisation du boisement et des haies comme corridor pour accéder aux zones de chasse par plusieurs espèces de chauves-souris montrant un statut de conservation national et/ou régional défavorable. D'autant plus que le contexte de grandes cultures offre peu de relique de haies.

Carte 18 : Chiroptères patrimoniaux et/ou protégés (2018)



P/O LA SAS CHAMPIGNY LES SABLES

Chiroptères patrimoniaux et/ou protégés

Projet d'aménagement d'une zone logistique et d'activité sur la commune de Champigny (51)

Légende

- Zone d'étude du projet
- Zone de l'EBC

Espèces protégées et/ou patrimoniales

- Grand rhinolophe
- Oreillard roux
- Pipistrelle commune
- Pipistrelle de Nathusius
- Pipistrelle sp./ Minioptère
- Sérotine commune
- Sérotine/Noctules
- Noctule commune

Méthodes d'inventaires
Position des enregistreurs

- SM1 20180507
- SM1H 20180719
- SM2B 20180507
- SM2B 20180719
- Transects réalisés

0 70 140 m

biotope

© BAS Champigny Les Sables - Tous droits réservés - Sources : ©Biotope (2018) - Fonds : GEOPORTAIL/IGN/SCAN25/CNES/AIRBUS DS - Cartographie : Biotope, 2018

Carte 19 : Arbres présentant des cavités, favorables au gîte des chiroptères



© SAS Champigny-lès-Sables - Tous droits réservés - Sources : © IGN BD ORTHO 20 cm (2022) - Cartographie : Biotope (2022)

P/O LA SAS CHAMPIGNY LES SABLES

Arbres présentant des cavités, favorables au gîte des chiroptères

Projet d'aménagement de la Zone Logistique et d'Activité de Champigny
- Volet faune-flore de l'étude d'impact -

Périmètres

- Aire d'étude rapprochée
- Arbres à cavités

4 Continuités et fonctionnalités écologiques

4.1 Position de la zone d'étude du projet dans le fonctionnement écologique régional

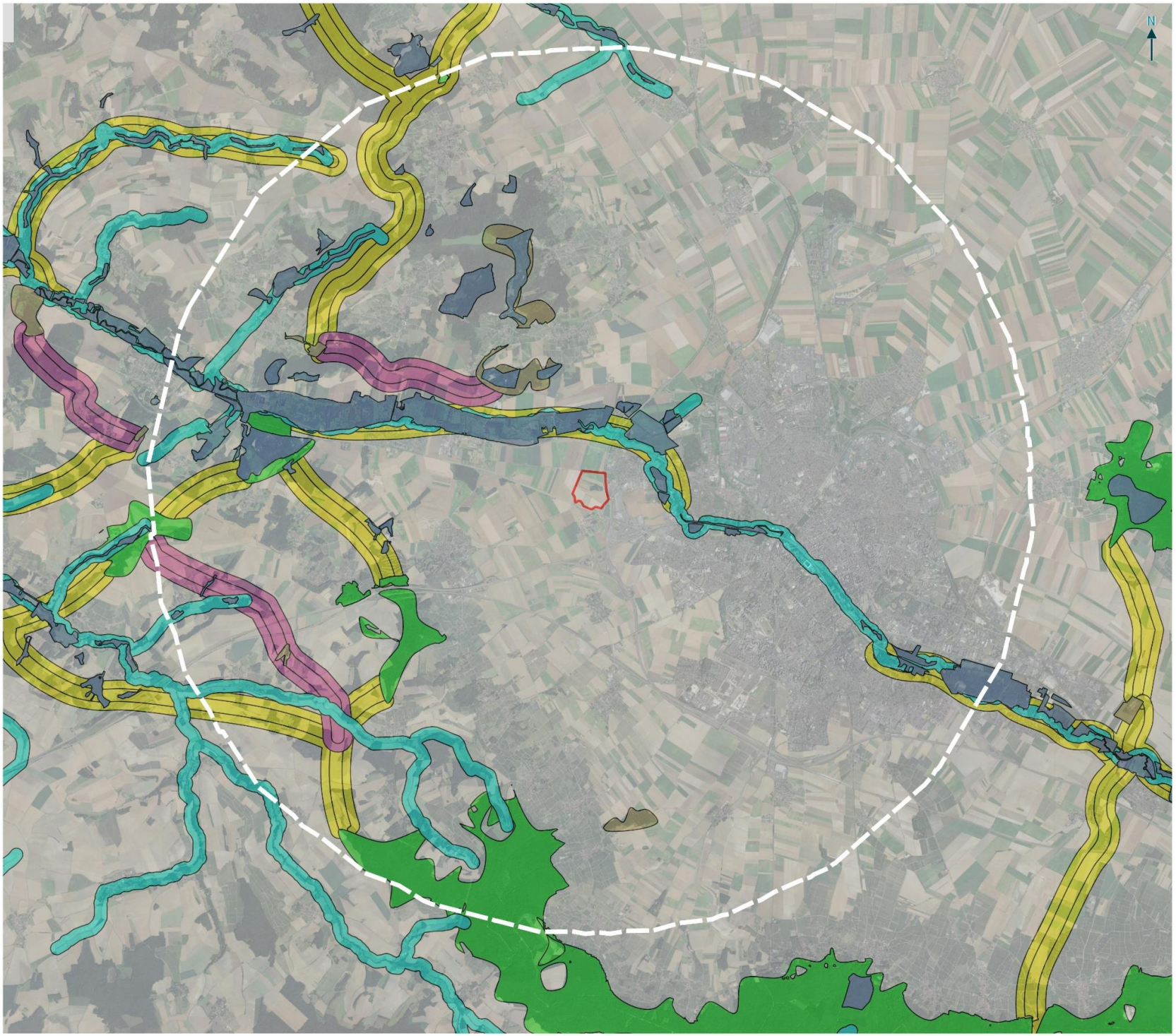
Cf. Carte 20 : SRCE Champagne Ardenne

La zone d'étude élargie intercepte trois réservoirs de biodiversité (milieux boisés, milieux ouverts et milieux humides) et trois corridors (milieux boisés, milieux ouverts et milieux humides).

La zone d'étude du projet n'est pas concernée par des réservoirs de biodiversité ni par des corridors écologiques.

Aucun réservoir ni corridor n'est à prendre en compte.

Carte 20 : SRCE Champagne Ardenne



P/O LA SAS CHAMPIGNY LES SABLES

SRCE Champagne Ardenne

Projet d'aménagement d'une zone logistique et d'activité sur la commune de Champigny (51)

Légende

- zone d'étude du projet
- zone d'étude éloignée de 10 km
- corridor milieux boisés
- corridor milieux ouverts
- corridor milieux humides
- réservoir de biodiversité - trame humide
- réservoir de biodiversité - trame boisée
- réservoir de biodiversité - trame ouverte

0 1.5 3 km

biotope

© SAS Champigny Les Sables - Tous droits réservés - Sources : ©Biotope (2018) - fonds : Ortho RVB Marne 2016 Région GE - Cartographie : Biotope, 2018

3 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune (dit « Scénario de référence »)

4.2 Fonctionnalités écologiques à l'échelle de la zone d'étude du projet

La zone d'étude est à 80% constituée de cultures ou de friches agricoles. Les habitats propices à la biodiversité sont restreints et dégradés mais ils participent à la fonctionnalité écologique local en tant que microréservoirs puisqu'ils constituent les seules reliques de haies et de boisements en milieu de culture en frange d'un milieu urbain. Ils peuvent également constitués des petits corridors au sein du contexte anthropique du site.

Les habitats naturels de la zone d'étude peuvent constituer un support de continuités écologiques de la trame verte à l'échelle locale en permettant le transit et le repos de certaines espèces (oiseaux, insectes, chiroptères entre autres).

5 Synthèse des enjeux écologiques au sein de la zone d'étude du projet

Tableau 26 ci-après). Il précise, pour chaque groupe le niveau d'enjeu écologique, estimé sur la base de la richesse spécifique (par rapport à la potentialité du site), la patrimonialité des espèces (statuts de rareté / menace) et de l'utilisation de l'zone d'étude par les espèces.

Il est important de préciser que cette évaluation est relative à la zone d'étude du projet et non à l'emprise du projet.

Les différentes données collectées dans le cadre de cette étude ont permis d'appréhender l'intérêt des milieux de la zone d'étude du projet.

Une hiérarchisation en cinq niveaux d'enjeu écologique a été établie : enjeu nul à très fort.

Une carte de localisation et de synthèse des enjeux écologiques à l'échelle de la zone d'étude du projet est présentée ci-après.

Pour une connaissance approfondie de ces enjeux écologiques, il convient de se référer aux chapitres présentés précédemment relatifs aux différentes thématiques faune-flore.

3 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune (dit « Scénario de référence »)

Tableau 26 : Synthèse des enjeux écologiques à l'échelle de la zone d'étude du projet

Groupe biologique étudié	Enjeux écologiques sur la zone d'étude du projet Description	Évaluation du niveau d'enjeu écologique
Habitats naturels	Une majorité de milieux ouverts en cultures avec un boisement de Robinier à faibles enjeux pour la biodiversité – une zone de friche semi-ouverte présentant un intérêt pour la flore patrimoniale et pour la faune, mais très localisée.	Faible
Flore	Diversité moyenne : 188 espèces végétales recensées. 3 espèces végétales patrimoniales (dont 1 espèce non-observée mais considérée comme présente) mais aucune protégée.	Moyen
Insectes	Odonates : Richesse faible : 1 espèce très commune recensée sur la zone d'étude.	Faible
	Lépidoptères : Richesse plutôt faible, seulement 19 espèces de papillons de jour (rhopalocères) très communs en France comme en Champagne-Ardenne ont été observées au sein de la zone d'étude.	Faible
	Orthoptères : 11 espèces d'orthoptères (criquets, sauterelles, grillons) très communs en France comme en Champagne-Ardenne ont été observées au sein de la zone d'étude.	Faible
	Coléoptères : 2 espèces de coléoptère très commune dans la région comme en France a été observée : la Lepture tachetée (*Rutpela maculata*)	Faible
Amphibiens	Aucune espèce d'amphibien n'est présente dans la zone d'étude du projet, ni aucun habitat de reproduction susceptible de leur être favorable	Nul
Reptiles	La richesse herpétologique est faible (27% des espèces naturellement présentes dans la région). 3 espèces protégées et patrimoniales sont présentes sur la zone d'étude dont une quasi-menacée (Lézard des souches).	Faible à moyen localement

3 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune (dit « Scénario de référence »)

Groupe biologique étudié	Enjeux écologiques sur la zone d'étude du projet Description	Évaluation du niveau d'enjeu écologique
Oiseaux	<u>En période de reproduction :</u> Diversité moyenne : 24 espèces nicheuses au sein de la zone d'étude. Les principaux enjeux se concentrent au niveau de la friche et des quelques éléments arbustifs et boisés au centre de l'aire d'étude (Linotte mélodieuse, Bruant jaune, Fauvette des jardins, etc.). Les milieux ouverts, dominés par les cultures sont peu favorables à l'avifaune à l'exception de quelques espèces s'y alimentant ou pouvant y nicher (Alouette des champs, Perdrix grise, etc.). L'Œdicnème criard niche à proximité mais pas au sein même de l'aire d'étude rapprochée. <u>En période internuptiale :</u> 23 espèces ont été recensées sur l'aire d'étude rapprochée dont 12 protégées toutefois aucune n'est patrimoniale. L'aire d'étude présente peu d'enjeu pour l'avifaune en période internuptiale.	**Moyen à fort localement** au niveau des lisières, haies et boisement au centre
Mammifères terrestres (hors chiroptères)	Diversité faible : 6 espèces chassables ont été observées sur la zone d'étude du projet. 2 espèces réglementées sont potentiellement présentes : Hérisson d'Europe et Écureuil roux	Faible
Chiroptères	Diversité moyenne : 6 espèces recensées sur la zone d'étude du projet Utilisation des boisements et des haies comme corridor pour accéder aux zones de chasse par plusieurs espèces de chauves-souris montrant un statut de conservation national et/ou régional défavorable 3 espèces présentent des enjeux fort sur la zone d'étude : le Grand Rhinolophe, la Noctule commune et la Pipistrelle de Nathusius.	**Moyen pouvant être forts localement** notamment sur les éléments structurants le paysage local

Carte 21 : Synthèse des enjeux écologiques



© SAS Champigny-lès-Sables - Tous droits réservés - Sources : © IGN BD ORTHO 20 cm (2022) - Cartographie : Biotope (2022)

P/O LA SAS CHAMPIGNY LES SABLES

Synthèse des enjeux écologiques

Projet d'aménagement de la Zone Logistique et d'Activité de Champigny
- Volet faune-flore de l'étude d'impact -

Périmètres

Aire d'étude rapprochée

Niveaux d'enjeu

Fort

Moyen

Faible

4

Bibliographie

Propriété de Biotope
Ne peut être diffusée sans autorisation préalable de Biotope

4 Bibliographie

1 Bibliographie générale

- BIOTOPE, 2002 - La prise en compte des milieux naturels dans les études d'impact - Guide pratique. DIREN Midi Pyrénées. 53 p.
- CARSIGNOL J., BILLON V., CHEVALIER D., LAMARQUE F., LANISART M., OWALLER M., JOLY P., GUENOT E., THIEVENT P. & FOURNIER P., 2005 - Guide technique – Aménagements et mesures pour la petite faune. Aurillac, SETRA, 264 p.
- AUTORITÉ ENVIRONNEMENTALE DU CONSEIL GÉNÉRAL DE L'ENVIRONNEMENT ET DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, 2016 - Note de l'Autorité environnementale sur les évaluations des incidences Natura 2000 - Note de l'Ae n° 2015-N-03 adoptée lors de la séance du 16 mars 2016. 28 p.
- MEEM, 2016 - GUIDE RELATIF A L'ELABORATION DES ETUDES D'IMPACTS DES PROJETS DE PARCS EOLIENS TERRESTRES, 188 P.
- PROGRAMME DE DEVELOPPEMENT RURAL, 2017. France -Rural Development Programme (Regional) -Champagne-Ardenne. 592 pages

SITES INTERNET

- INPN : HTTP://INPN.MNHN.FR/ISB/INDEX.JSP (DERNIERE CONSULTATION LE 23 AOUT 2019.

2 Bibliographie relative aux habitats naturels

- BARDAT J., BIORET F., BOTINEAU M., BOULLET V., DELPECH R., GÉHU J.-M., HAURY J., LACOSTE A., RAMEAU J.-C., ROYER J.-M., ROUX G. & TOUFFET J., 2004 - Prodrome des végétations de France. Muséum national d'Histoire naturelle. Patrimoines naturels 61, Paris, 171 p.
- BENSETTITI F., RAMEAU J.-C. & CHEVALLIER H. (coord.), 2001 - « Cahiers d'habitats » Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 1 - Habitats forestiers. MATE/MAP/MNHN. Éd. La Documentation française, Paris, 2 volumes, 339 p. & 423 p.
- BENSETTITI F., BIORET F., ROLAND J. & LACOSTE J.-P. (coord.), 2004a - « Cahiers d'habitats » Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 2 - Habitats côtiers. MEDD/MAAPAR/MNHN. Éd. La Documentation française, Paris, 399 p.
- BENSETTITI F., GAUDILLAT V. & HAURY J. (coord.), 2002a - « Cahiers d'habitats » Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 3 - Habitats humides. MATE/MAP/MNHN. Éd. La Documentation française, Paris, 457 p.

4 Bibliographie

- BENSETTITI F., BOULLET V., CHAVAUDRET-LABORIE C. & DENIAUD J. (coord.), 2005 - « Cahiers d'habitats » Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 4 - Habitats agropastoraux. MEDD/MAAPAR/MNHN. Éd. La Documentation française, Paris, 2 volumes, 445 p. & 487 p.

- BENSETTITI F., HERARD-LOGEREAU K., VAN ES J. & BALMAIN C. (coord.), 2004b - « Cahiers d'habitats » Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 5 - Habitats rocheux. MEDD/MAAPAR/MNHN. Éd. La Documentation française, Paris, 381 p.

- BENSETTITI F., GAUDILLAT V. & QUERE E., 2002a - " Cahiers d'habitats " Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 6 - Espèces végétales. MATE/MAP/MNHN. Éd. La Documentation française, Paris, 271 p.

- BISSARDON M., GUIBAL L. & RAMEAU J-C., 1997 - CORINE Biotopes, version originale. Types d'habitats français. ENGREF-ATEN, 217 p.

- COMMISSION EUROPEENNE DG ENVIRONNEMENT, 2013 - Manuel d'interprétation des habitats de l'Union Européenne – EUR 28. 144 p.

- GUBBAY S., SANDERS N., HAYNES T., JANSSEN J., RODWELL JR., NIETO S., GARCIA CRIADO M., BEAL S., BORG J., KENNEDY M., MICU D., OTERO M., SAUNDERS G., CALIX M., AIROLDI L., ALEXANDROV VV., ALCAZAR E., DE ANDALUCIA J., BABBINI L., BAKRAN-PETRICIOLI T., BALLESTEROS E., BENARES ESPANA E., BARICHE M., BASTOS E., BASSO D., BAT L., BATTELLI C., BAZAIRI H., BIANCHI CN., BITAR G., BO M., BRAZIER P., BUSH L., CANESE S., CATRENSE SP., CEFALÌ ME., CERRANO C., CHEMELLO R., CHERNYSHEVA EB., CONNOR D., COOK R., DANKERS N., DARR A., DAVIS AR., DOLENC-ORBANIĆ N., DUBOIS S., ESPINO F., FLORES MOYA A., FORD J., FOULQUIE M., FOWLER S., FOURT M., FRASCHETTI S., FULLER I., FÜRHAUPTER K., GALIL B., GEROVASILEIOU V., GIANGRANDE A., GIUSEPPE C., GORIUP P., GRALL J., GRAVINA MF., GUELMAMI A., GÜREŞEN A., HADJIOANNOU L., HALDIN JM., HALL-SPENCER JM., HARMELIN JG., HAROUN-TABRAE R., HARRIES D., HERKÜL K., HETMAN T., HISCOCK K., HOLT R., ISSARIS Y., JACKSON EL., JEUDI A., JIMINEZ C., KARAMITA C., KARLSSON A., KERSTING D., KESKINEN E., KLINGE F., KLISSUROV L., KNITTWEIS-MIFSUD L., KOPIY V., KOROLESOVA D., KRUŽIĆ P., KOMAKHIDZE G., LA PORTA B., LEINIKKI J., LEHTONEN P., LINARES C., LIPEJ L., MAČIĆ V., MANGIALAJO L., MARIANI S., MELIH C., METALPA R., MIELKE E., MIHNEVA V., MILCHAKOVA N., MILONAKIS K., MINGUELL C., MIRONOVA NV., NÄSLUND J., NUMA C., NYSTRÖM J., OCAÑA O., OTERO NF., PEÑA FREIRE V., PERGENT C., PERKOL-FINKEL S., PIBOT A., PINEDO S., POURSANIDIS D., RAMOS A., REVKOV NK., ROININEN J-T., ROSSO A., RUIZ J., SALOMIDI M., SCHEMBRI P., SHIGANOV T., SIMBOURA N., SINI M., SMITH C., SOLDO A., SOMERFIELD PJ., TEMPLADO J., TERENTYEV A., THIBAUT T., TOPÇU NE., TRIGG C., TURK R., TYLER-WALTERS H., TUNESI L., VERA K., VIERA M., WARZOCHA J., WELLS S., WESTERBOM

M., WIKSTRÖM S., WOOD C., YOKES B., ZIBROWIUS H., 2016 - European Red List of Habitats. Part 1. Marine habitats. Luxembourg, Publications Office of the European Union, 50 p.

- JANSSEN J.A.M., RODWELL J.S., GARCIA CRIADO M., GUBBAY S., HAYNES T., NIETO A., SANDERS N., LANDUCCI F., LOIDI J., SSYMANK A., TAHVANAINEN T., VALDERRABANO M., ACOSTA A., ARONSSON M., ARTS G., ALTORRE F., BERGMEIER E., BIJLSMA R.-J., BIORET F., BITĂ-NICOLAE C., BIURRUN I., CALIX M., CAPELO J., ČARNI A., CHYTRY M., DENGLER J., DIMOPOULOS P., ESSI F., GARDFJEIL H., GIGANTE D., GIUSSO DEL GAIDO G., HAJEK M., JANSEN F., JANSEN J., KAPFER J., MICKOLAJCZAK A., MOLINA J.A., MOLNAR Z., PATERNOSTER D., PIERNIK A., POULIN B., RENAUX B., SCHAMINEE J. H. J., ŠUMBEROVA K., TOIVONEN H., TONTERI T., TSIRIPIDIS I., TZONEV R., VALACHOVIČ M., 2016 - European Red List of Habitats. Part 2. Terrestrial and freshwater habitats. Luxembourg, Publications Office of the European Union, 38 p.

- LOUVEL J., GAUDILLAT V. & PONCET L., 2013 - EUNIS, European Nature Information System, Système d'information européen sur la nature. Classification des habitats. Traduction française. Habitats terrestres et d'eau douce. MNHN-DIREV-SPN, MEDDE, Paris, 289 p.

- LOUVEL-GLASER J. & GAUDILLAT V., 2015 - Correspondances entre les classifications d'habitats CORINE Biotopes et EUNIS. MNHN-DIREV-SPN, MEDDE, Paris, 119 p.

- RAMEAU JC., MANSION D. & DUME G., 1989 - Flore forestière française (guide écologique illustré), tome 1 : Plaine et collines. Institut pour le Développement Forestier, 1 785 p.

3 Bibliographie relative à la flore

- BILZ M., KELL S.P., MAXTED N. & LANSDOWN R.V., 2011 - European Red List of Vascular Plants. Luxembourg: Publications Office of the European Union. 130 p.

- BOURNERIAS M., PRAT D. et al. (Collectif de la Société Française d'Orchidophilie), 2005 – Les Orchidées de France, Belgique et Luxembourg. Deuxième édition, Biotope, Mèze, (collection Parthénope), 504 p.

- COSTE H., 1900-1906 - Flore descriptive et illustrée de la France, de la Corse et des contrées limitrophes, 3 tomes. Nouveau tirage 1998. Librairie scientifique et technique Albert Blanchard, Paris. [I] : 416 p., [II] : 627 p., [III] : 807 p.

- EGGENBERG S. & MÖHL A., 2008 - Flora Vegetativa. Un guide pour déterminer les plantes de Suisse à l'état végétatif. Rossolis, Bussigny, 680 p.

- GONARD A., 2010 - Renonculacées de France – Flore illustrée en couleurs. SBCO, nouvelle série, numéro spécial n°35. 492 p.

- JAUZEIN P., 1995 – Flore des champs cultivés. Ed. SOPRA et INRA. Paris, 898 p.
- MULLER S. (coord.), 2004 - Plantes invasives en France. MNHN (Patrimoines naturels, 62). Paris. 168 p.
- OLIVIER L., GALLAND J.-P. & MAURIN H., 1995 - Livre Rouge de la flore menacée de France. Tome I : espèces prioritaires. Collection Patrimoines naturels – volume n°20, Série Patrimoine génétique. Muséum National d'Histoire Naturelle, Conservatoire Botanique National de Porquerolles, Ministère de l'Environnement ; Institut d'Écologie et de Gestion de la Biodiversité, Service du Patrimoine naturel. Paris. 486 p. + annexes.
- PRELLI R., 2002 – Les Fougères et plantes alliées de France et d'Europe occidentale. Éditions Belin. 432 p.
- TISON J.-M. & DE FOUCAULT B. (coords.), 2014 - Flora Gallica. Flore de France. Biotope, Mèze, xx + 1 196 p.
- TISON J.-M., JAUZEIN P. & MICHAUD H., 2014 - Flore de la France méditerranéenne continentale. Conservatoire botanique national méditerranéen de Porquerolles. Naturalia publications, 2 078 p.
- UICN FRANCE, MNHN, FCBN & SFO, 2009 - La Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Orchidées de France métropolitaine. Paris, France. 12 p.
- UICN FRANCE, FCBN & MNHN, 2012 - La Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Flore vasculaire de France métropolitaine : premiers résultats pour 1 000 espèces, sous-espèces et variétés. Dossier électronique. 34 p.

Sites Internet

- Tela Botanica : http://www.tela-botanica.org/site:accueil

4 Bibliographie relative aux zones humides

- BAIZE D. & GIRARD M.C. (coord.), 2009 - Référentiel Pédologique 2008. Quae Éditions, Paris. 432 p.
- CHAMBAUD F., LUCAS J. & OBERTI D., 2012 - Guide pour la reconnaissance des zones humides du bassin Rhône– Méditerranée. Volume 1 : méthode et clés d'identification. Agence de l'eau Rhône - Méditerranée & Corse, 138 p. + annexes.
- MEDDE, GIS SOL, 2013 - Guide pour l'identification et la délimitation des sols de zones humides. Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie, Groupement d'Intérêt Scientifique Sol, 63 p.

5 Bibliographie relative aux insectes

- BENSETTITI F. & GAUDILLAT V. (coord.), 2002 - « Cahiers d'habitats » Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 7 - Espèces animales. MEDD/MAAPAR/MNHN. Éd. La Documentation française, Paris, 353 p
- BERGER P., 2012 - Coléoptères Cerambycidae de la faune de France continentale et de Corse. Actualisation de l'ouvrage d'André Villiers, 1978. ARE (Association Roussillonnaise d'Entomologie), 664 p.
- DOUCET G., 2010 – Clé de détermination des exuvies des Odonates de France, SFO, Bois d'Arcy, 64 p.
- DUPONT P., 2010 - Plan national d'actions en faveur des Odonates. Office pour les insectes et leur environnement / Société Française d'Odonatologie – Ministère de Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer, 170 p.
- GRAND D. & BOUDOT J.-P., 2006 – Les libellules de France, Belgique et Luxembourg. Parthénope, Mèze, 480 p.
- GRAND D., BOUDOT J.-P. & DOUCET G., 2014 – Cahier d'identification des libellules de France, Belgique, Luxembourg et Suisse. Biotope, Mèze, 136 p.
- HERES A., 2009 - Les Zygènes de France. Avec la collaboration de Jany Charles et de Luc Manil. Lépidoptères, Revue des Lépidoptéristes de France, vol. 18, n°43 : 51-108.
- HEIDEMANN H., SEIDENBUSH R., 2002 – Larves et exuvies de libellules de France et d'Allemagne (sauf Corse). Société Française d'Odonatologie, Bois-d'Arcy, 415 p.
- HOCHKIRCH A., NIETO A., GARCIA CRIADO M., CALIX M., BRAUD Y., BUZZETTI F.M., CHOBANOV D., ODE B., PRESA ASENSIO J.J., WILLEMSE L., ZUNA-KRATKY T., BARRANCO VEGA P., BUSHELL M., CLEMENTE M.E., CORREAS J.R., DUSOULIER F., FERREIRA S., FONTANA P., GARCIA M.D., HELLER K-G., IORGU I.Ș., IVKOVIC S., KATI V., KLEUKERS R., KRISTIN A., LEMONNIER-DARCEMONT M., LEMOS P., MASSA B., MONNERAT C., PAPAPAVLOU K.P., PRUNIER F., PUSHKAR T., ROESTI C., RUTSCHMANN F., ŞIRIN D., SKEJO J., SZÖVENYI G., TZIRKALLI E., VEDENINA V., BARAT DOMENECH J., BARROS F., CORDERO TAPIA P.J., DEFAUT B., FARTMANN T., GOMBOC S., GUTIERREZ-RODRIGUEZ J., HOLUSA J., ILLICH I., KARJALAINEN S., KOCAREK P., KORSUNOVSKAYA O., LIANA, A., LOPEZ, H., MORIN, D., OLMO-VIDAL, J.M., PUSKAS, G., SAVITSKY, V., STALLING, T. & TUMBRINCK J., 2016 - European Red List of Grasshoppers, Crickets and Bush-crickets. Luxembourg : Publications Office of the European Union. 86 p.
- KALKMAN V.J., BUDOT J.-P., BERNARD R., CONZE K.-J., DE KNIFJ G., DYATLOVA E., FERREIRA S., JOVIC S., OTT J., RISERVATO E. & SAHLEN G., 2010 - European Red List of Dragonflies. Luxembourg : Publications Office of the European Union, 40 p.

LAFRANCHIS T., 2000 - Les papillons de jour de France, Belgique et Luxembourg et leurs chenilles. Collection Parthénope, éditions Biotope, Mèze, 448 p.

NIETO A. & ALEXANDER K.N.A., 2010 - European Red List of Saproxylic Beetles. Luxembourg : Publications Office of the European Union, 56 p.

SARDET E. & DEFAUT B., 2004 – Les Orthoptères menacés en France. Liste rouge nationale et listes rouges par domaines biogéographiques. Matériaux orthoptériques et entomocénotiques, 9, 2004 : 125-137

SARDET E., ROESTI C. & BRAUD Y., 2015 – Cahier d'identification des Orthoptères de France, Belgique, Luxembourg et Suisse. Biotope, Mèze, (collection Cahier d'identification), 304 p.

UICN FRANCE, MNHN, OPIE & SEF, 2012 - La Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Papillons de jour de France métropolitaine. Dossier électronique, 18 p.

UICN FRANCE, MNHN, OPIE & SFO, 2016 - La Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Libellules de France métropolitaine. Paris, 12 p.

VAN SWAAY C., CUTTELOD A., COLLINS S., MAES D., LOPEZ MUNGUIRA M., ŠASIC M., SETTELE J., VEROVNIK R., VERSTAEL T., WARREN M., WIEMERS M. & WYNHOFF I., 2010 – European Red List of Butterfies Luxembourg : Publications Office of the European Union, 60 p.

6 Bibliographie relative aux amphibiens et aux reptiles

BENSETTITI F. & GAUDILLAT V. (coord.), 2002 - « Cahiers d'habitats » Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 7 - Espèces animales. MEDD/MAAPAR/MNHN. Éd. La Documentation française, Paris, 353 p

COX N.A. & TEMPLE H.J., 2009 - European Red List of Reptiles. Luxembourg : Office for Official Publications of the European Communities, 32 p.

DUGUET R. & MELKI F., 2003 - Les amphibiens de France, Belgique et Luxembourg – Collection Parthénope, éditions Biotope, Mèze (France), 480 p.

GASC J.-P., CABELA A., CRNOBRNJA-ISAILO-VIC J., DOLMEN D., GROSSENBACHER K., HAFFNER P., LESCURE P., MARTENS H., MARTINEZ RICA J.P., MAURIN H., OLIVEIRA M.E., SOFIANIDOU T.S., VEITH M. & ZUIDERWIJK A. (Eds.), 2004 – Atlas of amphibians and reptiles in Europe. 2nd édition. Collection Patrimoines naturels 29. Societas Europaea Herpetológica & Muséum National d'Histoire Naturelle (IEGB/SPN), Paris, 516 p.

- LESCURE J. & MASSARY DE J.-C., (coord.), 2013 - Atlas des Amphibiens et Reptiles de France. Biotope, Mèze ; Muséum national d'Histoire naturelle, Paris (collection Inventaires & biodiversité), 272 p.
- MIAUD C. & MURATET J., 2004 - Identifier les œufs et les larves des amphibiens de France. Collection Techniques pratiques, I.N.R.A, Paris, 200 p.
- MURATET J., 2008 – Identifier les Amphibiens de France métropolitaine. Guide de terrain. Ecodiv : 291 p.
- TEMPLE H.J. & COX N.A., 2009 - European Red List of Amphibians. Luxembourg : Office for Official Publications of the European Communities, 32 p.
- UICN FRANCE, MNHN & SHF, 2015 - La Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Reptiles et Amphibiens de France métropolitaine. Paris, France, 12 p.
- UICN FRANCE, MNHN & SHF, 2016 - La Liste rouge des espèces menacées en France- Chapitre Reptiles et Amphibiens de France métropolitaine. Rapport d'évaluation. Paris, 103 p.
- VACHER J.-P. & GENIEZ M. (coord.), 2010 - Les reptiles de France, Belgique, Luxembourg et Suisse. Biotope, Mèze (Collection Parthénope) ; Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 544 p.

7 Bibliographie relative aux oiseaux

- BIRDLIFE INTERNATIONAL, 2004 – Birds in the European Union : a status assessment. Wageningen. Netherlands. BirdLife International. 50 p.
- BIRDLIFE INTERNATIONAL, 2015 – European Red List of Birds. Luxembourg : Office for Official Publications of the European Communities. 67 p.
- GEORGET H., 1996 – Première estimation de la population nicheuse d'Œdicnème criard (*Burhinus oedicnemus*) en Champagne-Ardenne. LPO Champagne-Ardenne, *L'Orfraie*, 34 : 75-77.
- GEROUDET P., 2006 – Les Rapaces d'Europe : Diurnes et Nocturnes. 7e édition revue et augmentée par Michel Cuisin. Delachaux et Niestlé, Paris. 446 p.
- GEROUDET P., 2010 – Les Passereaux d'Europe. Tome 1. Des Coucous aux Merles.5e édition revue et augmentée. Delachaux et Niestlé, Paris. 405 p.
- GEROUDET P., 2010 – Les Passereaux d'Europe. Tome 2. De la Bouscarle aux Bruants.5e édition revue et augmentée. Delachaux et Niestlé, Paris. 512 p.
- GIZART L., 1995. Etude d'une population d'Œdicnème criard (*Burhinus oedicnemus*) dans les Ardennes. ReNArd, *In'fox*, 1995 : 35.

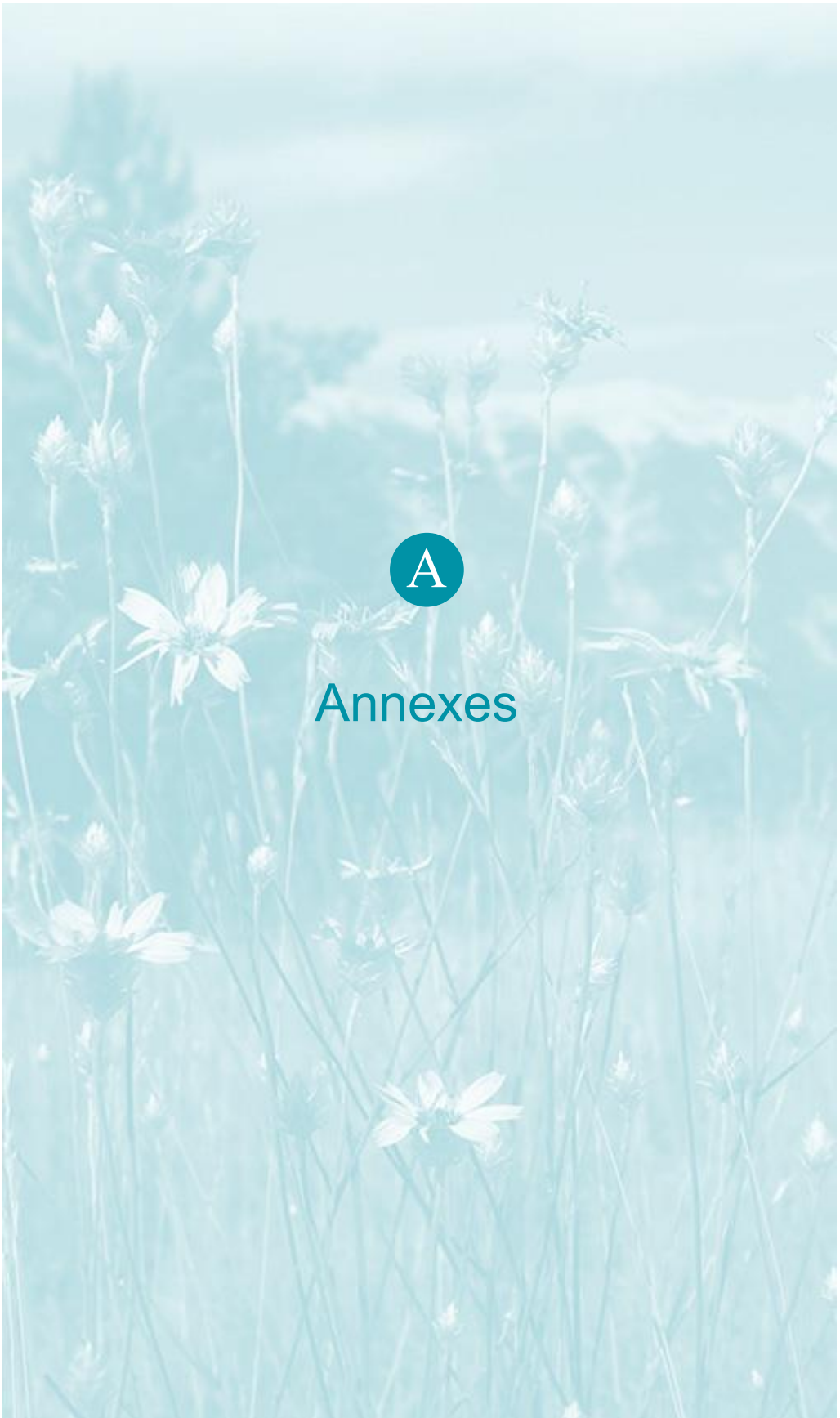
- ISSA N. & MULLER Y. (coord.), 2015 – Atlas des oiseaux de France métropolitaine. Nidification et présence hivernale. LPO / SEOF / MNHN. Delachaux & Niestlé, Paris, 1 408 p.
- LPO Champagne-Ardenne, 2016. Les Oiseaux de Champagne-Ardenne. Nidification, Migration, Hivernage. Ouvrage collectif des ornithologues champardennais. Delachaux et Niestlé, Paris, 576 p.
- SVENSSON L. & GRANT Peter J., 2007 - Le guide ornitho. Delachaux et Niestlé, Paris. 400 p.
- THIOLAY J.-M. & BRETAGNOLLE V., 2004 – Rapaces nicheurs de France. Distribution, effectifs et conservation. Delachaux et Niestlé, Paris. 176 p.
- UICN FRANCE, MNHN, LPO, SEOF & ONCFS, 2016 - La Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Oiseaux de France métropolitaine. Paris, France. 31 p. + annexes

8 Bibliographie relative aux mammifères (hors chiroptères)

- BENSETTITI F. & GAUDILLAT V. (coord.), 2002 - « Cahiers d'habitats » Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 7 - Espèces animales. MEDD/MAAPAR/MNHN. Éd. La Documentation française, Paris, 353 p
- LPO CHAMPAGNE-ARDENNE, 2012. ATLAS DES MAMMIFERES SAUVAGE DE CHAMPAGNE-ARDENNE. LPO CHAMPAGNE-ARDENNE. 248 P.
- MITCHELL-JONES A.J., AMORI G., BOGDANOWICZ W., KRYŠTUFEK B., REIJNDERS P.J.H., SPITZENBERGER F., STUBBE M., THISSEN J.B.M., VOHRALÍK V. & ZIMA J., 1999 - The atlas of European mammals, Societas Europaea Mammalogica, Poyser National History, 484 p.
- MOUTOU F., ZIMA J., HAFFNER P., AULAGRIER S. & MITCHELL-JONES T., 2008 - Guide complet des mammifères d'Europe, d'Afrique du Nord et du Moyen-Orient. Edition Delachaux & Niestlé- Paris. 271 p.
- TEMPLE H.J. & TERRY, A. (coord.), 2007 - The Status and Distribution of European Mammals. Luxembourg : Office for Official Publications of the European Communities. viii + 48 p.
- UICN FRANCE, MNHN, SFEPM & ONCFS, 2009 - La Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Mammifères de France métropolitaine. Paris, France, 12 p.

9 Bibliographie relative aux chiroptères

- ARTHUR L. & LEMAIRE M., 2009 - Les Chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse. Biotope, Mèze (Collection Parthénope) ; Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 544 p.
- BENSETTITI F. & GAUDILLAT V. (coord.), 2002 - « Cahiers d'habitats » Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 7 - Espèces animales. MEDD/MAAPAR/MNHN. Éd. La Documentation française, Paris, 353 p.
- LMPENS H.J.G.A., TWISK P. & VEENBAAS G., 2005 – Bats and road construction. Rijkswaterstaat, 24 p.
- LPO CHAMPAGNE-ARDENNE, 2012. ATLAS DES MAMMIFERES SAUVAGE DE CHAMPAGNE-ARDENNE. LPO CHAMPAGNE-ARDENNE. 248 P.
- MITCHELL-JONES A.J., AMORI G., BOGDANOWICZ W., KRYŠTUFEK B., REIJNDERS P.J.H., SPITZENBERGER F., STUBBE M., THISSEN J.B.M., VOHRALÍK V. & ZIMA J., 1999 - The atlas of European mammals, Societas Europaea Mammalogica, Poyser National History, 484 p.
- NOWICKI F., 2016 – Chiroptères et infrastructures de transport, guide méthodologique. Collection Références. 167 p.
- TEMPLE H.J. & TERRY, A. (coord.), 2007 - The Status and Distribution of European Mammals. Luxembourg : Office for Official Publications of the European Communities. viii + 48 p.
- UICN FRANCE, MNHN, SFEPM & ONCFS, 2009 - La Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Mammifères de France métropolitaine. Paris, France, 12 p.



A

Annexes

Propriété de Biotope
Ne peut être diffusée sans autorisation préalable de Biotope

Annexe 1 : Synthèse des statuts règlementaires des habitats naturels, de la faune et de la flore

Tableau 27 : Synthèse des textes de protection faune/flore applicables sur l'zone d'étude

Groupe d'espèces	Niveau européen	Niveau national	Niveau régional et/ou départemental
Flore	Directive 92/43/CEE du 21 mai 1992, dite directive « Habitats / Faune / Flore », articles 12 à 16	Arrêté du 20 janvier 1982 (modifié) relatif à la liste des espèces végétales protégées sur l'ensemble du territoire	Arrêté du 08 février 1988 relatif à la liste des espèces végétales protégées en région Champagne Ardenne (NOR: ENVN8800025A)
Insectes	Directive 92/43/CEE du 21 mai 1992, dite directive « Habitats / Faune / Flore », articles 12 à 16	Arrêté du 23 avril 2007 fixant les listes des insectes protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection (NOR : DEVN0752762A)	(néant)
Reptiles Amphibiens	Directive 92/43/CEE du 21 mai 1992, dite directive « Habitats / Faune / Flore », articles 12 à 16	Arrêté du 8 janvier 2021 fixant la liste des amphibiens et des reptiles représentés sur le territoire métropolitain protégés sur l'ensemble du territoire national et les modalités de leur protection NOR : TREL2034632A Arrêté du 9 juillet 1999 fixant la liste des espèces de vertébrés protégées menacées d'extinction en France et dont l'aire de répartition excède le territoire d'un département (NOR : ATEN9980224A)	(néant)
Oiseaux	Directive 2009/147/CE du 30 novembre 2009, dite directive « Oiseaux »	Arrêté du 29 octobre 2009 fixant la liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire (NOR : DEVN0914202A)	(néant)

A Annexe 1 : Synthèse des statuts règlementaires des habitats naturels, de la faune et de la flore

Groupe d'espèces	Niveau européen	Niveau national	Niveau régional et/ou départemental
		Arrêté du 9 juillet 1999 fixant la liste des espèces de vertébrés protégées menacées d'extinction en France et dont l'aire de répartition excède le territoire d'un département (NOR : ATEN9980224A)	
Mammifères dont chauves-souris	Directive 92/43/CEE du 21 mai 1992, dite directive « Habitats / Faune / Flore », articles 12 à 16	Arrêté du 23 avril 2007 (modifié) fixant la liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection (NOR : DEVN0752752A) Arrêté du 9 juillet 1999 fixant la liste des espèces de vertébrés protégées menacées d'extinction en France et dont l'aire de répartition excède le territoire d'un département (NOR: ATEN9980224A)	(néant)

Annexe 2 : Méthodes d'inventaire de la faune, de la flore et des habitats

1.1 Habitats naturels

Sur le terrain, la végétation (par son caractère intégrateur synthétisant les conditions de milieux et le fonctionnement de l'écosystème) est considérée comme le meilleur indicateur de tel habitat naturel et permet donc de l'identifier.

Les communautés végétales recensées au cours de l'expertise ont été identifiées au moyen de typologies et de catalogue d'habitats naturels de référence au niveau national et régional (Villaret et al., 2019 ; Voirin M., 2017).

Une reconnaissance floristique des structures de végétation homogènes a ainsi été menée sur l'ensemble de l'aire d'étude immédiate afin de les rattacher à la nomenclature EUNIS (Louvel et al., 2013) à l'aide des espèces végétales caractéristiques de chaque groupement phytosociologique. Ce référentiel de l'ensemble des habitats présents en France et en Europe attribue un code et un nom à chaque habitat naturel, semi-naturel ou artificiel listé.

La phytosociologie fournit pour toutes les communautés végétales définies une classification dont s'est inspirée la typologie EUNIS. L'unité fondamentale de base en est l'association végétale, correspondant au type d'habitat élémentaire. Les associations végétales définies se structurent dans un système de classification présentant plusieurs niveaux emboîtés (association < alliance < ordre < classe). Dans le cadre de cette étude, des relevés phytosociologiques n'ont pas été réalisés pour tous les habitats, mais il leur a été préféré des relevés phytocénotiques, qui rassemblent toutes les espèces observées entrant dans la composition d'un habitat donné (une liste d'espèces a été dressée par grandes unités de végétation). En revanche, dans le cas d'habitats patrimoniaux devant être finement caractérisés ou précisés du fait de dégradations ou d'un mauvais état de conservation, des relevés phytosociologiques ont pu être réalisés.

L'interprétation des relevés a permis d'identifier les habitats à minima jusqu'au niveau de l'alliance phytosociologique, selon le Prodrome des végétations de France (Bardat et al., 2004), voire au niveau de l'association pour des habitats « patrimoniaux » et plus particulièrement des habitats d'intérêt communautaire et/ou des habitats menacés.

Les habitats naturels d'intérêt communautaire listés en annexe I de la directive européenne 92/43/CEE, dite directive « Habitats, faune, flore », ont été identifiés d'après les références bibliographiques européennes du manuel d'interprétation des

habitats de l'Union Européenne (Commission Européenne DG Environnement, 2013), nationales des cahiers d'habitats (Bensettiti et al., 2005, 2004a, 2004b 2002a, 2001) ou régionales (Voirin M., 2017).

Nota : la typification et la cartographie des habitats boisés d'intérêt communautaire ont fait l'objet d'échanges entre Biotope, le CBN MC et le CEN Auvergne en 2017. Les résultats de ces échanges ont permis de valider une cartographie des habitats actualisée et conforme aux travaux en cours de mise à jour de la cartographie du document d'objectifs du site Natura 2000 FR8301038.

Nomenclature

En ce qui concerne les habitats naturels, la nomenclature utilisée est celle de Corine Biotopes, référentiel de l'ensemble des habitats présents en France et en Europe. Dans ce document, un code et un nom sont attribués à chaque habitat naturel décrit. Les habitats naturels d'intérêt communautaire listés en annexe I de la directive européenne 92/43/CEE, dite directive « Habitats, faune, flore », possèdent également un code spécifique. Parmi ces habitats d'intérêt européen, certains possèdent une valeur patrimoniale encore plus forte et sont considérés à ce titre comme « prioritaires » (leur code Natura 2000 est alors complété d'un astérisque *).

1.2 Flore

L'expertise de la flore est une précision de l'expertise des habitats naturels. Elle vise à décrire la diversité végétale au sein de l'aire d'étude et à identifier les espèces à statut patrimonial ou réglementaire mises en évidence lors de la synthèse des connaissances botaniques (bibliographie, consultations) ou attendues au regard des habitats naturels présents.

L'ensemble de l'aire d'étude a été parcouru, s'appuyant sur une méthode par transect. Cette méthode consiste à parcourir des itinéraires de prospection répondant au mieux aux réalités du terrain, de manière à couvrir une diversité maximale d'entités végétales sur l'ensemble du site. La définition de ces cheminements nécessite de visiter chaque grand type d'habitat identifié.

Les espèces végétales recensées au cours de l'expertise ont été identifiées au moyen de flores de référence au niveau national (Coste, 1985 ; Fournier, 2000 ; Tison & De Foucault, 2014) ou régional (Floraine, 2020).

Les inventaires ont été axés sur la recherche des plantes « patrimoniales » et plus particulièrement de plantes protégées. La mise en évidence du caractère patrimonial des espèces végétales repose à la fois sur les bases juridiques des arrêtés relatifs à la liste des espèces végétales protégées sur l'ensemble du territoire national (1982) et

en Champagne-Ardenne (1988), mais également sur la base de la liste rouge de la flore vasculaire de Champagne-Ardenne (CBNBP, 2020).

Ces stations de plantes patrimoniales ont été localisées au moyen d'un GPS avec une précision oscillant entre 3 et 6 m en fonction de la couverture satellitaire. Leur surface et/ou le nombre de spécimens ont été estimés. Des photographies des stations et des individus ont également été réalisées.

Nomenclature

La nomenclature des plantes à fleurs et des fougères utilisée dans cette étude est celle de la Base de Données Nomenclaturale de la Flore de France (BDNFF, consultable en ligne sur le site www.tela-botanica.org).

1.3 Zones humides

Point sur la réglementation

L'arrêté du 24 juin 2008 du MEEDDAT, modifié le 1er octobre 2009, établit les critères de définition et de délimitation des zones humides au sens de la loi sur l'eau : un espace sera considéré comme une zone humide s'il présente des critères de sols ou de végétation définis précisément.

Schéma de décision théorique

La circulaire du 18 janvier 2010 relative à la délimitation des zones humides en application des articles L.214-7-1 et R.211-108 du Code de l'environnement fournit une méthodologie sur la réalisation technique de la délimitation.

A Annexe 2 : Méthodes d'inventaire de la faune, de la flore et des habitats

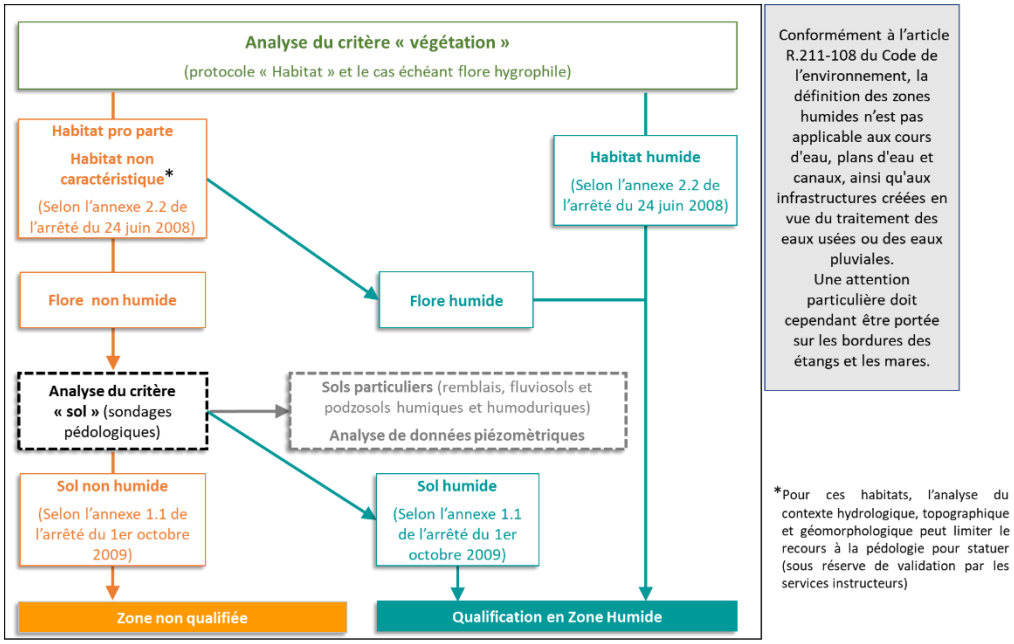


Figure 14 : Schématisation de la méthodologie de délimitation des zones humides selon la Circulaire du 18 janvier 2010, en application de l'arrêté du 24 juin 2008 (modifié par l'arrêté du 1er octobre 2009) (©Biotope 2019).

Démarche méthodologique réglementaire (selon arrêté 2008, modifié en 2009)

Un espace peut être considéré comme zone humide au sens du code de l'environnement dès qu'il présente l'un des critères suivants :

Sa végétation, si elle existe, est caractérisée :

- soit par des « habitats », caractéristiques de zones humides, identifiées selon la méthode et la liste correspondante figurant à l'annexe 2.2. ;
- soit par des espèces indicatrices de zones humides, liste d'espèces figurant à l'annexe 2.1 + liste additive d'espèces arrêtée par le préfet si elle existe.

Arrêt du conseil d'État du 22 février 2017

L'arrêté du 24 juin 2008 modifié précisant les critères de définition et de délimitation des zones humides en application des articles L.214-7-1 et R.211-108 du Code de l'environnement indique qu'une zone est considérée comme humide si elle présente l'un des critères sol ou végétation qu'il fixe par ailleurs.

Amené à préciser la portée de cette définition légale, le Conseil d'État a considéré dans un arrêt récent (CE, 22 février 2017, n° 386325) « qu'une zone humide ne peut être caractérisée, lorsque de la végétation y existe, que par la présence simultanée

de sols habituellement inondés ou gorgés d'eau et, pendant au moins une partie de l'année, de plantes hygrophiles ». Il considère en conséquence que les deux critères pédologique et botanique sont, en présence de végétation, « cumulatifs, (...) contrairement d'ailleurs à ce que retient l'arrêté (interministériel) du 24 juin 2008 précisant les critères de définition des zones humides en application des articles L. 214-7-1 et R. 211-108 du Code de l'environnement. »

Une note technique a été rédigée par le ministre de la Transition écologique en date du 26 juin 2017 à destination des préfets et de l'Agence Française pour la biodiversité et précise les éléments suivants :

- Précisions de la notion de « végétation »

Cette note précise la notion de « végétation » comme végétation botanique, c'est-à-dire correspondant à une végétation « spontanée ». Pour que l'analyse soit faite, il convient que la végétation soit attachée naturellement aux conditions du sol, et exprime – encore – les conditions écologiques du milieu (malgré les activités ou aménagements qu'elle subit ou a subis) : c'est par exemple le cas des jachères hors rotation, des landes, des friches, des boisements naturels, même éventuellement régénérés dès lors que ceux-ci sont peu exploités ou n'ont pas été exploités depuis suffisamment longtemps.

Ne saurait, au contraire, constituer un critère de caractérisation d'une zone humide, une végétation « non spontanée », puisque résultant notamment d'une action anthropique (par exemple, végétation présente sur des parcelles labourées, plantées, cultivées, coupées ou encore amendées, etc.).

L'arrêt du Conseil d'État jugeant récemment que les deux critères, pédologique et botanique, de caractérisation des zones humides, sont cumulatifs en présence de végétation ne trouve donc pas application en cas de végétation « non spontanée ».

- Conséquences sur les inventaires de zones humides

Il est précisé qu'à l'exception des inventaires préfectoraux réalisés sur le fondement de l'article L. 214-7 du Code de l'environnement, les inventaires de zones humides préexistants réalisés sur le fondement du Code de l'environnement constituent de simples « porter à connaissance » et valent uniquement présomption d'existence de zones humides.

Positionnement de BIOTOPE

Dans ce cadre, pour le présent dossier et sur la base de données de terrain déjà recueillies, BIOTOPE retient, en accord avec les services de l'État (réunion DDT du 20 juillet 2017), une caractérisation des zones humides au sens du Conseil d'état

Annexe 2 : Méthodes d'inventaire de la faune, de la flore et des habitats

considérant (i) les secteurs avec végétation et sol caractéristiques de zone humide (critères cumulatifs) et (ii) les secteurs sans végétation dont le sol est caractéristique de zone humide. Les autres secteurs (notamment avec végétation humide mais sol non humide) n'étant plus considérés comme zones humides.

L'état initial présenté ci-après présente la démarche qui a été mise en œuvre, en deux temps : en 2014 suivant la méthodologie et le cadre réglementaire qui s'imposaient à l'époque ; en 2017 suivant la jurisprudence issue de l'arrêt du Conseil d'état.

Point sur la méthodologie

La note technique rédigée par le ministre de la Transition écologique en date du 26 juin 2017 à destination des préfets et de l'Agence Française pour la biodiversité, précise que l'arrêté du 24 juin 2008 modifié demeure applicable dans sa dimension technique détaillant lesdits critères.

Le critère « Végétation »

Sa végétation, si elle existe, est caractérisée :

- Soit par des « habitats », caractéristiques de zones humides, identifiées selon la méthode et la liste correspondante figurant à l'annexe 2.2.,
- Soit par des espèces indicatrices de zones humides, liste d'espèces figurant à l'annexe 2.1 de l'arrêté du 24 juin 2008 + liste additive d'espèces arrêtée par le préfet si elle existe.

Il a été priorisé la réalisation d'une cartographie de végétation qui permet de couvrir relativement rapidement de grandes surfaces. Elle a permis de différencier les habitats dits « humides » (H) des habitats « potentiellement ou partiellement humides » pro parte (p) ou encore les habitas « non concernés » (NC).

Le critère « Sols »

L'annexe 1 de l'arrêté du 01 octobre 2009 modifiant l'arrêté du 24 juin 2008 présente les méthodes de terrain pour la délimitation des zones humides selon des critères pédologiques ainsi que la liste des sols caractéristiques des zones humides. Toutefois, ces sondages n'ont pas été systématiques mais ils ont concerné les végétations humides (pour critères cumulatifs) ou les parcelles dont la position topographique laissait présumer de la présence d'une zone humide dégradée sans végétation caractéristique. Les sondages pédologiques ont été réalisés à l'aide d'une tarière manuelle.

A Annexe 2 : Méthodes d'inventaire de la faune, de la flore et des habitats

L'examen des sols a porté prioritairement sur des points situés de part et d'autre de la frontière de l'zone d'étude, suivant des transects perpendiculaires à cette frontière. Le nombre, la répartition et la localisation précise de ces points varient selon la taille et l'hétérogénéité du site, avec un sondage par secteur homogène du point de vue des conditions du milieu naturel. Les relevés ont été effectués jusqu'à 120cm dans la mesure du possible (cf. §1.2.3.). Seuls certains prélèvements dont le caractère humide était avéré dans les 80 premiers centimètres n'ont pas subi de carottage plus profond. Selon l'arrêté du 01 octobre 2009, les sols des zones humides se répartissent en 3 grandes catégories : (cf. annexe 1 de la circulaire du 1er octobre 2009) :

- 1. Les histosols. Ils sont gorgés d'eau en permanence ce qui provoque l'accumulation de matières organiques peu ou pas décomposées. Ces sols correspondent aux classes d'hydromorphie H du GEPPA modifié.
- 2. Les réductisols. Ils sont gorgés d'eau de façon permanente mais à faible profondeur (horizon réductique débutant à moins de 50 centimètres de profondeur dans le sol. Ces sols correspondent aux classes VI (c et d) du GEPPA.
- 3. Les autres sols. Ils sont caractérisés par :
  - Des traits rédoxiques débutant à moins de 25 centimètres du sol et se prolongeant en profondeur. Ces sols correspondent aux classes V (a, b, c et d) du GEPPA.
  - Des traits rédoxiques débutant à moins de 50 centimètres s'intensifiant plus en profondeur et des traits réductiques entre 80 et 120 centimètres. Ces sols correspondent à la classe IVd du GEPPA.

Dans le cas où il n'est pas possible de réaliser des sondages pédologiques sur une profondeur suffisante pour conclure en la présence de sol humide, la réglementation prévoit la mise en place de piézomètres afin de suivre l'évolution du toit de la nappe et notamment « pour apprécier la saturation prolongée par l'eau dans les 50 premiers centimètres de sol ».

Protocole de relevés de terrain

À chaque sondage réalisé sur le terrain, une fiche est remplie avec les indications sur les conditions mésologiques, ainsi que le tableau suivant présentant les profondeurs et la nature de l'hydromorphie rencontrée.

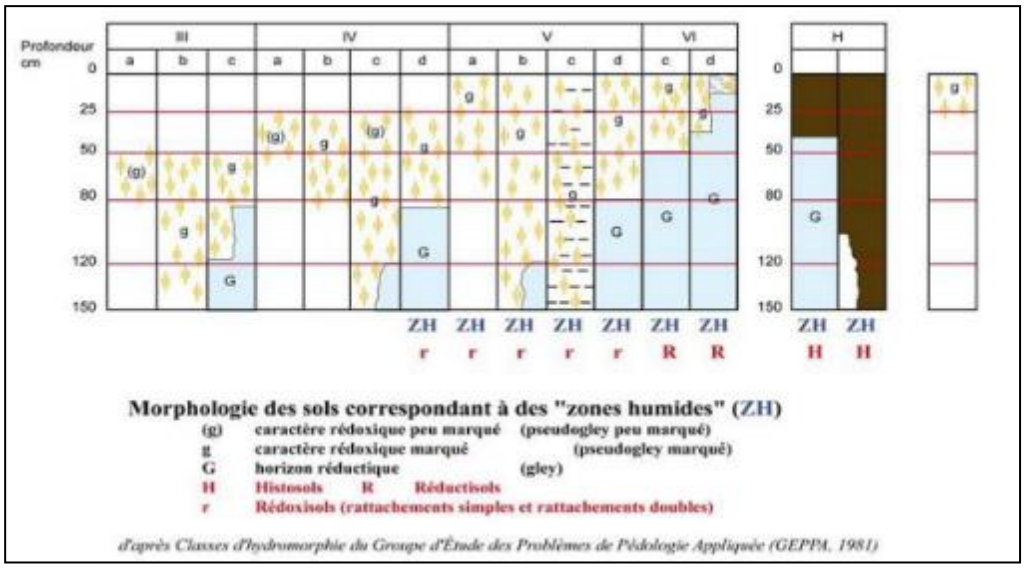
Tableau 28 : Exemple de rendu

Date	N° point	Prof. max	Horizons tourbeux	Traits réductiques		Traits rédoxiques		Commentaires	Sol humide
				Min	Max	Min	Max		

A Annexe 2 : Méthodes d'inventaire de la faune, de la flore et des habitats

Date	N° point	Prof. max	Horizons tourbeux	Traits réductiques		Traits rédoxiques		Commentaires	Sol humide
				Min	Max	Min	Max		
25/11/2013	20	40	-	-	-		-	Aucune trace d'hydromorphie, arrêt mécanique	Non
25/11/2013	21	85	-	-	-	50	85	Arrêt mécanique	Non
25/11/2013	22	60	-		-	0	60	Engorgé	Oui

Ensuite, le type de sol est déterminé en fonction du schéma suivant, issu de l'Annexe IV de la circulaire de janvier 2010 : « Illustration des caractéristiques des sols de zones humides. »



1.4 Insectes

Pour chacun des groupes d'insectes étudiés, des méthodes différentes d'inventaires et/ou de captures ont été utilisées, parfois assez spécifiques :

- Repérage à l'aide d'une paire de jumelles, pour l'examen global des milieux et la recherche des insectes (libellules, papillons) ;
- Identification sans capture à l'aide de jumelle pour tous les groupes d'insectes, lorsque les identifications sont simples ;

- Recherches des indices de présence sur les arbres âgés pour les coléoptères saproxylophages.

Les inventaires ont été axés sur la recherche des espèces protégées et/ou patrimoniales.

1.5 Amphibiens

La méthodologie généralement employée pour les amphibiens est triple, elle comprend une détection visuelle, une détection auditive et une capture en milieu aquatique.

La détection visuelle est appliquée aussi bien en milieu terrestre qu'en milieu aquatique. Sur les sites de reproduction, tous les stades de développement sont étudiés (adulte, larves, œufs…). L'arpentage du milieu terrestre s'organise selon un itinéraire de recensement destiné à mettre en évidence les voies de déplacements des animaux. Les visites, souvent nocturnes, peuvent se pratiquer à pied mais aussi en voiture.

Certaines espèces utilisent des signaux sonores pour indiquer leur position à leurs rivaux et aux femelles. Ces chants sont caractéristiques de chaque espèce et peuvent être entendus à grande distance d'un site de reproduction. Les recherches auditives ont eu lieu principalement de nuit.

Une technique classique de capture est la pêche à l'épuisette, très utile dans des points d'eau turbides et/ou envahis de végétation. Cette technique, susceptible de perturber le milieu naturel, est utilisée avec parcimonie. Les animaux capturés sont rapidement libérés sur place.

1.6 Reptiles

Les inventaires des reptiles ont été guidés par des recherches ciblées au niveau de refuges naturels au sein de l'aire d'étude (plaques de métal et/ou de bois posées sur le sol), et complémentaires sur les haies et les lisières ont été conduites aux premières heures du jour, en période printanière, afin de détecter des individus en héliothermie matinale.

Ainsi, les individus observés sur le site ont fait l'objet d'une notification. Les éléments susceptibles d'abriter des individus (tôles, parpaings, pierres, planches) ont été soulevés systématiquement et remis en place à l'identique.

Annexe 2 : Méthodes d'inventaire de la faune, de la flore et des habitats

1.7 Oiseaux

Une méthode d'échantillonnage classique par points d'écoutes a été employée, basée sur les Indices Ponctuels d'Abondance (IPA), élaborée et décrite par Blondel, Ferry et Frochot en 1970.

Cette méthode consiste à noter l'ensemble des oiseaux observés et/ou entendus durant 20 minutes à partir d'un point fixe du territoire. Chaque point d'écoute est choisi de façon à couvrir l'ensemble de l'zone d'étude et des habitats naturels présents. Tous les contacts auditifs ou visuels avec les oiseaux sont notés sans limitation de distance. Ils sont reportés sur une fiche prévue à cet effet à l'aide d'une codification permettant de différencier tous les individus et le type de contact (chant, cris, mâle, femelle, couple...). À la fin du dénombrement, le nombre d'espèces et d'individus de chacune d'elles est totalisé en nombre de couples.

Le comptage doit être effectué par temps relativement calme (les intempéries, le vent fort et le froid vif doivent être évités), durant la période comprise entre le début et 4 à 5 heures après le lever du soleil.

Cette méthode a été complétée par une observation précise du comportement des rapaces diurnes et des espèces non-chanteuses (ardéidés, limicoles…), afin d'identifier précisément les espèces présentes et la manière dont elles exploitent la zone d'étude.

Méthodologie spécifique aux passages automnal et hivernal

Un inventaire automnal a été mené dans le cadre de cette étude. En revanche, aucun passage hivernal n'a été réalisé.

Quelques différences subsistent entre la période de nidification et la période de migration postnuptiale. En effet, en période de migration, pour détecter au mieux les espèces, il faut être attentif aux cris qu'elles émettent en vol, ces cris étant différents des chants en période de reproduction. Ensuite, il est également possible d'observer des groupes d'oiseaux en vol passant sans émettre de son. Il faut alors, à l'aide de jumelles et/ou d'une longue vue, identifier à vue et compter le nombre d'oiseaux.

Le comportement (migration active/ halte migratoire) des oiseaux observés est un autre renseignement important qui est donc noté pour chaque oiseaux ou groupe d'oiseaux.

Pour ce type de contexte, un regard attentif est porté sur la recherche de limicoles en halte migratoire sur le site.

A Annexe 2 : Méthodes d'inventaire de la faune, de la flore et des habitats

1.8 Mammifères (hors chiroptères)

Lors des prospections de terrain, les individus observés ainsi que les indices de présence permettant d'identifier les espèces (recherches de cadavres, restes de repas, déjections, dégâts sur la végétation (frottis, écorçage…), terriers, traces, coulées, etc.) ont été notées. Il a été recherché en priorité des indices de présences des espèces patrimoniales : nids d'Écureuil roux, tas de noisettes de Muscardin…

La nature des indices de présence et les observations des animaux dans leur milieu permettent aussi de caractériser la fonctionnalité de la zone et de l'habitat concerné. Une attention particulière a été portée sur la détection des coulées et voies de passages afin d'identifier les principaux corridors de déplacement.

Une cartographie précise des habitats d'espèces protégées a été réalisée, en tenant compte de ses exigences écologiques.

Une attention particulière a été portée sur l'évaluation de la fonctionnalité des milieux et des corridors utilisés par ces espèces.

1.9 Chiroptères

Enregistrement automatique des émissions ultrasonores

Les chiroptères perçoivent leur environnement par l'ouïe notamment en pratiquant l'écholocation. À chaque battement d'ailes, elles émettent un cri dans le domaine des ultrasons, à raison de 1 à 25 cris par seconde. L'écoute des ultrasons au moyen de matériel spécialisé permet donc de détecter immédiatement la présence de ces mammifères.

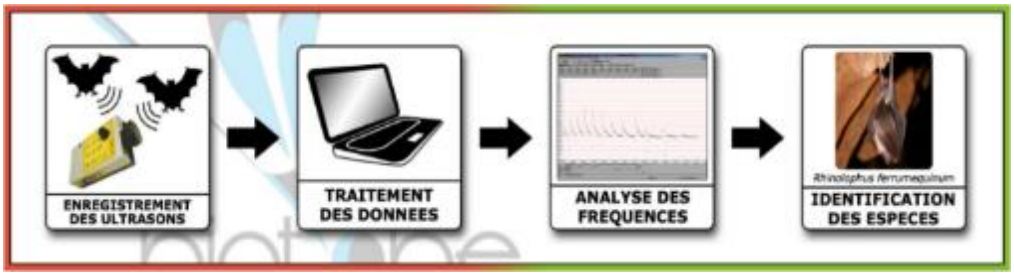


Schéma du principe de détection des chauves-souris et de définition de l'activité par suivi ultrasonore

Annexe 2 : Méthodes d'inventaire de la faune, de la flore et des habitats

L'inventaire a été réalisé à l'aide d'enregistreurs automatiques « SM2BAT » (enregistrement direct). Ces détecteurs d'ultrasons enregistrent chaque contact de chauve-souris, référencé par la date et l'heure d'enregistrement. Les fichiers collectés sont analysés sur ordinateur à l'aide d'un logiciel d'analyse acoustique (Syrinx ou BatSound) qui permet d'obtenir des sonogrammes et ainsi de déterminer les espèces ou les groupes d'espèces présents. Le nombre de points d'écoute acoustique a été défini selon la surface des sites, les habitats présents et la nature des corridors de vol avérés ou potentiels. Chaque espèce a des caractéristiques acoustiques qui lui sont propres. L'analyse des signaux qu'elles émettent permet donc de réaliser des inventaires d'espèces.

Il existe une abondante bibliographie sur ce sujet, citons notamment Zingg (1990), Tupinier (1996), Russ (1999), Parsons & Jones (2000), Barataud (2002, 2012), Russo & Jones (2002), Obrist et al. (2004), Preatoni et al. (2005).

L'analyse des données issues des SM2BAT s'appuie sur le programme Sonochiro® développé par le département « Recherche & Innovation » de Biotope. Ce programme permet un traitement automatique et rapide d'importants volumes d'enregistrements.

Cette méthode permet de réaliser une « prédétermination » des enregistrements qui sont ensuite validés par un expert.

Toutes les espèces ont des critères acoustiques qui leurs sont propres. Néanmoins, les cris sonar de certaines espèces sont parfois très proches, voire identiques dans certaines circonstances de vol, c'est pourquoi les déterminations litigieuses sont rassemblées en groupes d'espèces.

Périodes et durées d'enregistrement

Les enregistrements ont ciblé deux périodes correspondant aux pics d'activités des chauves-souris :

- La fin de printemps/début d'été lorsque les colonies de reproduction sont installées ;
- La fin d'été lors de la dispersion des jeunes.

Recherche de gîtes

Les secteurs favorables à la présence de gîtes à chiroptères ont été visités de jour, afin d'identifier l'éventuelle présence de colonies, d'individus isolés ou encore de gîte de repos nocturne (vieux bâti, combles de maisons, arbres à cavités potentiellement favorables…) dans la mesure du possible du fait du caractère privatif

A Annexe 2 : Méthodes d'inventaire de la faune, de la flore et des habitats

de certaines parcelles ou de certains bâtiments. Ces inventaires ont été réalisés au printemps et été 2014.

Les traces de « guano » ont été particulièrement recherchées. Ce terme regroupe le mélange sous la colonie des crottes et des éléments non comestibles des proies des chauves-souris (ailes de papillons, carapaces de coléoptères…).

Annexe 3 : Synthèse des documents de référence pour la définition des statuts de rareté ou menaces de la flore et la faune

Tableau 29 : Synthèse des documents de référence pour la définition des statuts de rareté ou menaces de la flore et la faune

Niveau européen	Niveau national	Niveau local
Habitats naturels, flore, bryophytes		
- Manuel d'interprétation des habitats de l'Union européenne EUR 28 (Commission européenne, 2013) - « Cahiers d'habitats » Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire (Bensettiti *et al.* (coord.), 2001, 2002ab, 2004ab, 2005) - European Red List of Vascular Plants (Bilz, Kell, Maxted & Lansdown, 2011)	- Liste rouge de la Flore vasculaire de France métropolitaine (UICN France, FCBN & MNHN, 2012) - Liste rouge des orchidées de France métropolitaine (UICN France, MNHN FCBN & SFO, 2009) - Livre rouge de la flore menacée de France. Tome I : espèces prioritaires (Olivier *et al.,* 1995) - Mousses et hépatiques de France (Hugonnot, Celle & Pépin)	- Liste rouge de la flore vasculaire de Champagne-Ardennes (2007)
Insectes		
- European Red List of dragonflies (Kalkman *et al.,* 2010) - European Red List of butterflies (Van Swaay *et al.,* 2010) - European Red List of saproxilics beetles (Nieto & Alexander., 2010) « Cahiers d'habitats » Natura 2000.	- Liste rouge des Papillons de jour de France métropolitaine (UICN France, MNHN, OPIE & SEF, 2012). - Liste rouge des Libellules de France métropolitaine (UICN France, MNHN, OPIE & SFO, 2016) - Les Papillons de jour de France, Belgique, Luxembourg (Lafranchis,	- Liste rouge des insectes de Champagne-Ardenne (CSRNP, 2007)

A Annexe 3 : Synthèse des documents de référence pour la définition des statuts de rareté ou menaces de la flore et la faune

Niveau européen	Niveau national	Niveau local
Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire (Bensettiti & Gaudillat (coord.), 2002) - European Red List of Grasshoppers, Crickets and Bush-crickets (Hochkirch *et al*., 2016)	2000) - Les orthoptères menacés de France. Liste rouge nationale et liste rouge par domaine biogéographique (Sardet et Defaut, 2004) - Les Libellules de France, Belgique, Luxembourg (Grand & Boudot, 2006) - Cahier d'identification des Orthoptères de France, Belgique, Luxembourg et Suisse (Sardet, Roesti & Braud, 2015) - Coléoptères saproxyliques et valeur biologique des forêts françaises (Brustel, 2004)	
Reptiles - Amphibiens		
- European Red List of Reptiles (Cox & Temple, 2009) - European Red List of Amphibiens (Temple & Cox, 2009) - Atlas of amphibians and reptiles in Europe (Gasc et al., 2004) « Cahiers d'habitats » Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire (Bensettiti & Gaudillat (coord.), 2002)	- Atlas des amphibiens et reptiles de France (Lescure J. et Massary J-C., 2013) - Les reptiles de France, Belgique, Luxembourg et Suisse (Vacher & Geniez, 2010) - Liste rouge Reptiles et Amphibiens de France métropolitaine (UICN France, MNHN & SHF, 2015, 2016)	-Pré-atlas des amphibiens et reptiles de Champagne - Ardenne. -Liste rouge des amphibiens de Champagne-Ardenne (CSRNP, 2007) -Liste rouge des reptiles de Champagne-Ardenne (CSRNP, 2007)
Oiseaux		
- Birds in the European Union : a status assessment (Birdlife	- Atlas des oiseaux de France Métropolitaine (Issa & Muller, 2015)	- Liste des espèces déterminantes de l'inventaire ZNIEFF en

A Annexe 3 : Synthèse des documents de référence pour la définition des statuts de rareté ou menaces de la flore et la faune

Niveau européen	Niveau national	Niveau local
International, 2004) - European Red List of Birds (Birdlife International, 2015)	- Liste rouge des Oiseaux de France métropolitaine (UICN France, MNHN, LPO, SEOF & ONCFS, 2016)	Champagne-Ardenne (INPN) - Liste rouge de Champagne-Ardenne, Oiseaux nicheurs (B. FAUVEL, V. TERNOIS, E. LE ROY, S. BELLENOUE, A. SAUVAGE, J-M THIOLLAY, 2007) - Les Oiseaux de Champagne-Ardenne. Nidification, migration, hivernage (LPO Champagne-Ardenne, 2016)
Mammifères		
- The Status and distribution of European mammals (Temple & Terry, 2007) - « Cahiers d'habitats » Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire (Bensettiti & Gaudillat (coord.), 2002)	- Les Chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse (Arthur & Lemaire, 2009) - La Liste rouge des espèces menacées en France – Chapitre Mammifères de France métropolitaine. UICN France, MNHN, SFEPM & ONCFS (2017)	- Liste rouge des mammifères de Champagne-Ardenne (CSRNP, 2007)

Annexe 4 : Liste complète des espèces présentes dans la zone d'étude du projet

4.1 Espèces végétales

Nom scientifique	Nom français	Indigénat Champagne-Ardenne	Rareté Champagne-Ardenne	LR C-A	Protection
Acer campestre L., 1753	Érable champêtre ; Acéraille	Ind.	CCC	LC	0
Acer pseudoplatanus L., 1753	Érable sycomore	Ind.	CCC	LC	0
Achillea millefolium L., 1753	Achillée millefeuille ; Herbe au charpentier	Ind.	CCC	LC	0
Ajuga genevensis L., 1753	Bugle de Genève	Ind.	RR	NT	0
Alopecurus myosuroides Huds., 1762	Vulpin des champs	Ind.	CC	LC	0
Anisantha sterilis (L.) Nevski, 1934	Brome stérile	Ind.	CCC	LC	0
Anthriscus sylvestris (L.) Hoffm., 1814	Cerfeuil des bois	Ind.	CC	LC	0
Arctium lappa L., 1753	Grande bardane	Ind.	CC	LC	0
Arrhenatherum elatius (L.) P.Beauv. ex J.Presl & C.Presl, 1819	Fromental élevé	Ind.	CCC	LC	0
Artemisia vulgaris L., 1753	Armoise commune	Ind.	CCC	LC	0
Bellis perennis L., 1753	Pâquerette vivace ; Pâquerette	Ind.	CCC	LC	0
Betula pendula Roth, 1788	Bouleau verruqueux	Ind.	CCC	LC	0
Bromus hordeaceus L., 1753	Brome mou	Ind.	CCC	LC	0
Bryonia dioica Jacq., 1774	Bryone dioïque	Nat (E.)	CCC	-	0
Carex disticha Huds., 1762	Laîche distique	Ind.	AR	LC	0
Carex hirta L., 1753	Laîche hérissée	Ind.	CC	LC	0
Carex sylvatica Huds., 1762	Laîche des bois	Ind.	CCC	LC	0
Castanea sativa Mill., 1768	Châtaignier	Nat. (E.)	AR	-	0
Cerastium fontanum Baumg., 1816	Céraiste commun	Ind.	CCC	LC	0
Cerastium glomeratum Thuill., 1799	Céraiste aggloméré	Ind.	C	LC	0
Chelidonium majus L., 1753	Grande chélidoine ; Herbe à la	Ind.	CCC	LC	0

A Annexe 4 : Liste complète des espèces présentes dans la zone d'étude du projet

	verrue				
Cirsium arvense (L.) Scop., 1772	Cirse des champs	Ind.	CCC	LC	0
Cirsium vulgare (Savi) Ten., 1838	Cirse commun ; Cirse à feuilles lancéolées	Ind.	CCC	LC	0
Clematis vitalba L., 1753	Clématite des haies	Ind.	CCC	LC	0
Colutea arborescens L., 1753	Baguenaudier ; Arbre à vessies	Ind.	RR	DD	0
Convolvulus arvensis L., 1753	Liseron des champs	Ind.	CCC	LC	0
Cornus mas L., 1753	Cornouiller mâle	Ind.	C	LC	0
Cornus sanguinea L., 1753	Cornouiller sanguin	Ind.	CCC	LC	0
Coronilla varia L., 1753	Coronille bigarrée	Ind.	CC	LC	0
Crataegus monogyna Jacq., 1775	Aubépine à un style ; Épine blanche	Ind.	CCC	LC	0
Cynoglossum officinale L., 1753	Cynoglosse officinale	Ind.	RR	LC	0
Cytisus scoparius (L.) Link, 1822	Genêt à balais	Ind.	AC	LC	0
Dactylis glomerata L., 1753	Dactyle aggloméré	Ind.	CCC	LC	0
Dipsacus fullonum L., 1753	Cabaret des oiseaux ; Cardère à foulon	Ind.	CCC	LC	0
Equisetum arvense L., 1753	Prêle des champs	Ind.	CCC	LC	0
Erodium cicutarium L.., 1789	Bec-de-Grue	Ind.	CC	LC	0
Eryngium campestre L., 1753	Panicaut champêtre ; Chardon Roland	Ind.	C	LC	0
Euonymus europaeus L., 1753	Fusain d'Europe	Ind.	CCC	LC	0
Festuca arundinacea Schreb., 1771	Fétuque faux-roseau	Ind.	CCC	LC	0
Festuca pratensis Huds., 1762	Fétuque des près	Ind.	CCC	LC	0
Ficaria verna Huds., 1762	Ficaire fausse-renoncule	Ind.	C	LC	0
Fraxinus excelsior L., 1753	Frêne élevé	Ind.	CCC	LC	0
Galium aparine L., 1753	Gaillet gratteron	Ind.	CCC	LC	0
Galium mollugo L., 1753	Gaillet mollugine ; Caille-lait blanc	Ind.	?	DD	0
Galium verum L., 1753	Gaillet jaune ; Caille-lait jaune	Ind.	CC	LC	0
Geranium molle L., 1753	Géranium à feuilles molles	Ind.	CCC	LC	0
Geranium pyrenaicum Burm.f., 1759	Géranium des Pyrénées	Ind.	CC	LC	0

A Annexe 4 : Liste complète des espèces présentes dans la zone d'étude du projet

Geum urbanum L., 1753	Benoîte des villes ; Benoîte commune	Ind.	CCC	LC	0
Glechoma hederacea L., 1753	Lierre terrestre	Ind.	CCC	LC	0
Heracleum sphondylium L., 1753	Berce commune ; Berce sphondyle ; Patte d'ours	Ind.	CCC	LC	0
Hesperis matronalis L., 1753	Julienne des dames	Cult.	0	-	0
Himantoglossum hircinum (L.) Spreng., 1826	Orchis bouc	Ind.	AR	LC	0
Holcus lanatus L., 1753	Houlque laineuse	Ind.	CCC	LC	0
Hypochaeris radicata L., 1753	Porcelle enracinée	Ind.	C	LC	0
Inula conyzae (Greiss.) DC., 1836	Herbe aux mouches	Ind.	C	LC	0
Juglans regia L., 1753	Noyer commun	Nat. (E.)	CC	-	0
Lamium album L., 1753	Lamier blanc ; Ortie blanche	Ind.	CC	LC	0
Lapsana communis L., 1753	Lampsane commune ; Graceline	Ind.	CCC	LC	0
Lepidium campestre (L.) W.T.Aiton, 1812	Passerage des champs	Ind.	R	LC	0
Ligustrum vulgare L., 1753	Troène commun	Ind.	CCC	LC	0
Linaria vulgaris Mill., 1768	Linaire commune	Ind.	CC	LC	0
Lolium perenne L., 1753	Ivraie vivace ; Ray-gras commun	Ind.	CCC	LC	0
Lonicera xylosteum L., 1753	Chèvrefeuille des haies	Ind.	CC	LC	0
Lotus corniculatus L., 1753	Lotier corniculé	Ind.	CCC	LC	0
Lysimachia arvensis (L.) U.Manns & Anderb., 2009	Mouron rouge	Ind.	CCC	LC	0
Medicago lupulina L., 1753	Luzerne lupuline ; Minette	Ind.	CCC	LC	0
Medicago sativa L., 1753	Luzerne cultivée	Cult.	0	LC	0
Mercurialis annua L., 1753	Mercuriale annuelle	Ind.	CCC	LC	0
Muscari comosum (L.) Mill., 1768	Muscari à toupet	Ind.	R	LC	0
Myosotis arvensis (L.) Hill, 1764	Myosotis des champs	Ind.	CC	LC	0
Onopordum acanthium L., 1753	Onopordon fausse-acanthe ; Chardon aux ânes	Ind.	R	LC	0
Papaver rhoeas L., 1753	Coquelicot	Ind.	CCC	LC	0
Parthenocissus inserta (A.Kern.)	Vigne-vierge commune	Nat. (E.)	AC	-	0

A Annexe 4 : Liste complète des espèces présentes dans la zone d'étude du projet

Fritsch, 1922					
Pastinaca sativa L., 1753	Panais cultivé	Ind.	CC	LC	0
Phragmites australis (Cav.) Trin. ex Steud., 1840	Roseau	Ind.	C	LC	0
Picea abies (L.) H.Karst., 1881	Épicéa commun	Cult.	0	LC	0
Picris hieracioides L., 1753	Picride fausse-éperviaire	Ind.	CCC	LC	0
Pilosella officinarum F.W.Schultz & Sch.Bip., 1862	Épervière piloselle ; Piloselle	Ind.	CC	LC	0
Plantago lanceolata L., 1753	Plantain lancéolé	Ind.	CCC	LC	0
Poa annua L., 1753	Pâturin annuel	Ind.	CCC	LC	0
Poa trivialis L., 1753	Pâturin commun	Ind.	CCC	LC	0
Potentilla reptans L., 1753	Potentille rampante ; Quintefeuille	Ind.	CCC	LC	0
Poterium sanguisorba L., 1753	Petite Pimprenelle	Ind.	CCC	LC	0
Prunus mahaleb L., 1753	Bois de Sainte-Lucie	Ind.	C	LC	0
Prunus spinosa L., 1753	Épine-noire ; Prunellier	Ind.	CCC	LC	0
Reseda lutea L., 1753	Réséda jaune	Ind.	CC	LC	0
Reseda luteola L., 1753	Réséda des teinturiers ; Réséda jaunâtre	Ind.	AC	LC	0
Reseda phyteuma L., 1753	Réséda raiponce	Ind.	R	NT	0
Rhamnus cathartica L., 1753	Nerprun purgatif	Ind.	C	LC	0
Ribes alpinum L., 1753	Groseillier des Alpes	Ind.	AR	LC	0
Robinia pseudoacacia L., 1753	Robinier faux-acacia	Nat. (E.)	C	-	0
Rumex acetosella L., 1753	Petite oseille	Ind.	R	LC	0
Rumex crispus L., 1753	Oseille crépue	Ind.	CCC	LC	0
Rumex obtusifolius L., 1753	Oseille à feuilles obtuses	Ind.	CCC	LC	0
Salix caprea L., 1753	Saule marsault	Ind.	CCC	LC	0
Sambucus nigra L., 1753	Sureau noir	Ind.	CCC	LC	0
Saponaria officinalis L., 1753	Saponaire officinale ; Savonnière	Ind.	AC	LC	0
Saxifraga tridactylites L., 1753	Saxifrage à trois doigts	Ind.	AC	LC	0
Senecio erucifolius L., 1755	Séneçon à feuilles de roquette	Ind.	CCC	LC	0

A Annexe 4 : Liste complète des espèces présentes dans la zone d'étude du projet

Senecio vulgaris L., 1753	Séneçon commun	Ind.	CCC	LC	0
Silene latifolia Poir., 1789	Compagnon blanc	Ind.	CCC	LC	0
Solidago gigantea Aiton, 1789	Solidage glabre	Nat. (S.)	RR	-	0
Sonchus oleraceus L., 1753	Laiteron potager	Ind.	CCC	LC	0
Sorbus aria (L.) Crantz, 1763	Alisier blanc ; Alouchier	Ind.	C	LC	0
Syringa vulgaris L., 1753	Lilas	Cult.	0	-	0
Tragopogon pratensis L., 1753	Salsifis des prés	Ind.	CC	LC	0
Trifolium arvense L., 1753	Trèfle des champs ; Pied de lièvre	Ind.	R	LC	0
Trifolium pratense L., 1753	Trèfle des prés	Ind.	CCC	LC	0
Trifolium repens L., 1753	Trèfle blanc ; Trèfle rampant	Ind.	CCC	LC	0
Ulmus minor Mill., 1768	Orme champêtre ; Petit orme	Ind.	CCC	LC	0
Urtica dioica L., 1753	Grande ortie ; Ortie dioïque	Ind.	CCC	LC	0
Valerianella locusta (L.) Laterr., 1821	Mâche potagère	Ind.	AC	LC	0
Veronica arvensis L., 1753	Véronique des champs	Ind.	CC	LC	0
Veronica hederifolia L., 1753	Véronique à feuilles de lierre	Ind.	AC	LC	0
Veronica persica Poir., 1808	Véronique de Perse	Nat. (E.)	CCC	-	0
Viburnum opulus L., 1753	Viorne obier	Ind.	CCC	LC	0
Vicia hirsuta (L.) Gray, 1822	Vesce hirsute	Ind.	CCC	LC	0
Vicia sativa L., 1753	Vesce cultivée	Cult.	0	-	0
Viola arvensis Murray, 1770	Pensée des champs	Ind.	CC	LC	0
Viola hirta L., 1753	Violette hérissée	Ind.	CC	LC	0
Allium oleraceum L., 1753	Ail maraîcher, Ail des endroits cultivés	Ind.	AR	LC	0
Aphanes arvensis L., 1753	Alchémille des champs, Aphane des champs	Ind.	AR	LC	0
Arctium minus (Hill) Bernh., 1800	Bardane à petites têtes, Bardane à petits capitules	Ind.	C	LC	0
Arum maculatum L., 1753	Gouet tâcheté, Chandelle	Ind.	CCC	LC	0
Atriplex patula L., 1753	Arroche étalée	Ind.	AC	LC	0
Bunias orientalis L., 1753	Bunias d'Orient, Roquette d'Orient	Nat. (E.)	R	-	0

A Annexe 4 : Liste complète des espèces présentes dans la zone d'étude du projet

Cardamine hirsuta L., 1753	Cardamine hérissée, Cresson de muraille	Ind.	CC	LC	0
Carex spicata Huds., 1762	Laîche en épis	Ind.	AC	LC	0
Carlina vulgaris L., 1753	Carline commune, Chardon doré	Ind.	C	LC	0
Carpinus betulus L., 1753	Charme, Charmille	Ind.	CCC	LC	0
Centaurea jacea L., 1753	Centaurée jacée, Tête de moineau, Ambrette	Ind.	CC	LC	0
Chenopodiastrum hybridum (L.) S.Fuentes, Uotila & Borsch, 2012	Chénopode à feuilles de Stramoine	Ind.	R	LC	0
Corylus avellana L., 1753	Noisetier, Avelinier	Ind.	CCC	LC	0
Cruciata laevipes Opiz, 1852	Gaillet croisette, Croisette commune	Ind.	CC	LC	0
Dryopteris carthusiana (Vill.) H.P.Fuchs, 1959	Dryoptéris des chartreux , Fougère spinuleuse	Ind.	C	LC	0
Epilobium hirsutum L., 1753	Épilobe hérissé, Épilobe hirsute	Ind.	CCC	LC	0
Epilobium parviflorum Schreb., 1771	Épilobe à petites fleurs	Ind.	CCC	LC	0
Euphorbia cyparissias L., 1753	Euphorbe petit-cyprès, Euphorbe faux Cyprès	Ind.	C	LC	0
Festuca rubra L., 1753	Fétuque rouge	Ind.	C	LC	0
Geranium dissectum L., 1755	Géranium découpé, Géranium à feuilles découpées	Ind.	CCC	LC	0
Geranium rotundifolium L., 1753	Géranium à feuilles rondes, Mauvette	Ind.	AC	LC	0
Hedera helix L., 1753	Lierre grimpant, Herbe de saint Jean	Ind.	CCC	LC	0
Humulus lupulus L., 1753	Houblon grimpant	Ind.	C	LC	0
Hypericum perforatum L., 1753	Millepertuis perforé, Herbe de la Saint-Jean	Ind.	CCC	LC	0
Jacobaea vulgaris Gaertn., 1791	Herbe de saint Jacques	Ind.	CCC	LC	0
Laburnum anagyroides Medik., 1787	Faux-ébénier, Cytise, Aubour	Ind.	AR	LC	0
Lactuca serriola L., 1756	Laitue scariole, Escarole	Ind.	CCC	LC	0
Lamium purpureum L., 1753	Lamier pourpre, Ortie rouge	Ind.	CC	LC	0
Lathyrus tuberosus L., 1753	Macusson, Gland-de-terre	Ind.	AC	LC	0
Lepidium draba L., 1753	Passerage drave , Pain-blanc	Nat. (S.)	RR	-	0

A Annexe 4 : Liste complète des espèces présentes dans la zone d'étude du projet

Lycopsis arvensis L., 1753	Lycopside des champs	Ind.	RR	NT	0
Malus sylvestris Mill., 1768	Pommier sauvage, Boquettier	Ind.	AR	LC	0
Matricaria discoidea DC., 1838	Matricaire fausse-camomille, Matricaire discoïde	Nat. (E.)	CC	-	0
Melilotus albus Medik., 1787	Mélilot blanc	Ind.	C	LC	0
Myosotis discolor Pers., 1797	Myosotis bicolore, Myosotis changeant	Ind.	RRR	EN	0
Myosotis laxa Lehm., 1818	Myosotis cespiteux	Ind.	RR	LC	0
Myosotis ramosissima Rochel, 1814	Myosotis rameux	Ind.	AR	LC	0
Origanum vulgare L., 1753	Origan commun	Ind.	CCC	LC	0
Ornithogalum umbellatum L., 1753	Ornithogale en ombelle, Dame-d'onze-heures, Ornithogale à feuilles étroites	Ind.	RR	LC	0
Parthenocissus quinquefolia (L.) Planch., 1887	Vigne vierge à cinq feuilles, Vigne-vierge	Cult.	0	-	0
Plantago major L., 1753	Plantain majeur, Grand plantain, Plantain à bouquet	Ind.	CCC	LC	0
Poa pratensis L., 1753	Pâturin des prés	Ind.	CC	LC	0
Polygonum aviculare L., 1753	Renouée des oiseaux, Renouée Traînasse	Ind.	CCC	LC	0
Populus alba L., 1753	Peuplier blanc	Nat. (S.)	R	-	0
Populus tremula L., 1753	Peuplier Tremble	Ind.	CCC	LC	0
Prunus cerasus L., 1753	Cerisier acide, Griottier	Cult.	0	-	0
Pyrus communis subsp. pyraster (L.) Ehrh., 1780	Poirier sauvage, Aigrin	Ind.	AC	-	0
Ranunculus auricomus L., 1753	Renoncule à tête d'or, Renoncule Tête-d'or	Ind.	C	LC	0
Ranunculus repens L., 1753	Renoncule rampante	Ind.	CCC	LC	0
Rosa canina L., 1753	Rosier des chiens, Rosier des haies	Ind.	C	LC	0
Rubus caesius L., 1753	Rosier bleue, Ronce à fruits bleus, Ronce bleue	Ind.	CCC	LC	0
Rubus fruticosus L., 1753	Ronce de Bertram, Ronce commune	Ind.	?	DD	0
Rumex conglomeratus Murray, 1770	Patience agglomérée, Oseille agglomérée	Ind.	CC	LC	0

Annexe 4 : Liste complète des espèces présentes dans la zone d'étude du projet

Salix alba L., 1753	Saule blanc, Saule commun	Ind.	CC	LC	0
Schedonorus arundinaceus (Schreb.) Dumort., 1824	Fétuque Roseau	Ind.	CCC	LC	0
Sherardia arvensis L., 1753	Rubéole des champs, Gratteron fleuri	Ind.	C	LC	0
Silene latifolia subsp. alba (Mill.) Greuter & Burdet, 1982	Compagnon blanc, Silène des prés	Ind.	CCC	-	0
Sisymbrium officinale (L.) Scop., 1772	Herbe aux chantres, Sisymbre officinal	Ind.	C	LC	0
Solidago virgaurea L., 1753	Solidage verge d'or, Herbe des Juifs	Ind.	CC	LC	0
Sonchus asper (L.) Hill, 1769	Laiteron rude, Laiteron piquant	Ind.	CCC	LC	0
Stellaria media (L.) Vill., 1789	Mouron des oiseaux, Morgeline	Ind.	CCC	LC	0
Taraxacum officinale F.H.Wigg., 1780	Pissenlit	S.O.	0	-	0
Trifolium dubium Sibth., 1794	Trèfle douteux, Petit Trèfle jaune	Ind.	C	LC	0
Verbascum thapsus L., 1753	Molène bouillon-blanc, Herbe de saint Fiacre	Ind.	C	LC	0
Veronica agrestis L., 1753	Véronique agreste	Ind.	R	LC	0
Viburnum lantana L., 1753	Viorne mancienne	Ind.	CC	LC	0
Vicia cracca L., 1753	Vesce cracca, Jarosse	Ind.	CC	LC	0
Vicia sepium L., 1753	Vesce des haies	Ind.	CC	LC	0

4.2 Insectes

- Rhopalocères

Nom scientifique	*Nom vernaculaire*	*Obs. 2018*	*Obs. 2022*
Aglais io (Linnaeus, 1758)	Paon-du-jour	X	X
Aglais urticae (Linnaeus, 1758)	Petite Tortue	X	X
Celastrina argiolus (Linnaeus, 1758)	Azuré des Nerpruns	X	X
Colias hyale (Linnaeus, 1758)	Soufré	X	X
Lasiommata megera (Linnaeus, 1758)	Mégère	X	X

Annexe 4 : Liste complète des espèces présentes dans la zone d'étude du projet

Pieris napi (Linnaeus, 1758)	Piéride du Navet	X	X
Araschnia levana (Linnaeus, 1758)	Carte géographique	X	X
Aricia agestis (Denis & Schiffermüller, 1775)	Collier-de-corail	X	
Brenthis daphne (Denis & Schiffermüller, 1775)	Nacré de la Ronce	X	
Coenonympha arcania (Linnaeus, 1760)	Céphale	X	
Coenonympha pamphilus (Linnaeus, 1758)	Fadet commun	X	
Gonepteryx rhamni (Linnaeus, 1758)	Citron	X	
Maniola jurtina (Linnaeus, 1758)	Myrtil	X	
Pieris brassicae (Linnaeus, 1758)	Piéride du Chou	X	
Pieris rapae (Linnaeus, 1758)	Piéride de la Rave	X	X
Polyommatus icarus (Rottemburg, 1775)	Argus bleu	X	X
Pyronia tithonus (Linnaeus, 1771)	Amaryllis	X	
Vanessa atalanta (Linnaeus, 1758)	Vulcain	X	
Vanessa cardui (Linnaeus, 1758)	Belle-Dame	X	X

- Orthoptères

Nom scientifique	*Nom vernaculaire*	*Obs. 2018*	*Obs. 2022*
Bicolorana bicolor bicolor (Philippi, 1830)	Decticelle bicolore	X	
Chorthippus biguttulus biguttulus (Linnaeus, 1758)	Criquet mélodieux	X	
Chorthippus brunneus brunneus (Thunberg, 1815)	Criquet duettiste	X	

Annexe 4 : Liste complète des espèces présentes dans la zone d'étude du projet

Chorthippus mollis mollis (Charpentier, 1825)	Criquet des larris	X	
Gryllus campestris Linnaeus, 1758	Grillon champêtre	X	X
Leptophyes punctatissima (Bosc, 1792)	Leptophye ponctuée	X	
Oecanthus pellucens pellucens (Scopoli, 1763)	Grillon d'Italie	X	
Phaneroptera falcata (Poda, 1761)	Phanéroptère commun	X	
Phaneroptera nana Fieber, 1853	Phanéroptère méridional	X	
Roeseliana roeselii (Hagenbach, 1822)	Decticelle bariolée	X	
Tettigonia viridissima (Linnaeus, 1758)	Grande Sauterelle verte	X	

- Odonates

Nom scientifique	*Nom vernaculaire*	Obs. 2018	Obs. 2022
Platycnemis pennipes (Pallas, 1771)	Agrion à larges pattes	X	

- Coléoptères

Nom scientifique	*Nom vernaculaire*	Obs. 2018	Obs. 2022
Rutpela maculata (Poda, 1761)	Lepture tacheté (Le)	X	
Cerambyx scopolii Fuessly, 1775	Petit Capricorne		X

4.3 Amphibiens

Aucune espèce observée ou entendue. Potentialités d'accueil nulles.

Annexe 4 : Liste complète des espèces présentes dans la zone d'étude du projet

4.4 Reptiles

Nom scientifique	*Nom vernaculaire*	Obs. 2018	Obs. 2022
Lacerta agilis Linnaeus, 1758	Lézard des souches	X	X
Anguis fragilis Linnaeus, 1758	Orvet fragile	X	X
Podarcis muralis Laurenti, 1768	Lézard des murailles		X

4.5 Oiseaux

Nom vernaculaire	*Nom scientifique*	*Espèces protégées ou chassables*	Obs. 2018	Obs. 2022
Accenteur mouchet	*Prunella modularis*	*P*	X	X
Alouette des champs	*Alauda arvensis*	*C*	X	X
Bergeronnette grise	*Motacilla alba*	*P*	X	X
Bergeronnette printanière	*Motacilla flava*	*P*	X	X
Bruant jaune	*Emberiza citrinella*	*P*	X	X
Bruant proyer	*Emberiza calandra*	*P*	X	X
Busard cendré	*Circus pygargus*	*P*	X	
Busard des roseaux	*Circus aeruginosus*	*P*	X	X
Buse variable	*Buteo buteo*	*P*	X	X
Corneille noire	*Corvus corone*	*c*	X	*X*
Chardonneret élégant	*Carduelis carduelis*	*P*		*X*
Corbeaux freux	*Corvus frugilegus*	*c*		*X*
Étourneau sansonnet	*Sturnus vulgaris*	*c*	X	*X*
Épervier d'Europe	*Accipiter nisus*	*P*		*X*
Faisan de Colchide	*Phasianus colchicus*	*c*	X	
Faucon crécerelle	*Falco tinnunculus*	*P*		*X*
Fauvette à tête noire	*Sylvia atricapilla*	*P*	X	*X*
Fauvette des jardins	*Sylvia borin*	*P*	X	*X*
Fauvette grisette	*Sylvia communis*	*P*	X	*X*
Geai des chênes	*Garrulus glandarius*	*c*	X	
Grimpereau des jardins	*Certhia brachydactyla*	*P*	X	
Grive mauvis	*Turdus iliacus*	*c*	X	
Grive musicienne	*Turdus philomelos*	*c*	X	*X*
Grosbec casse-noyaux	*Coccothraustes*	*P*	X	

Annexe 4 : Liste complète des espèces présentes dans la zone d'étude du projet

Nom vernaculaire	*Nom scientifique*	*Espèces protégées ou chassables*	Obs. 2018	Obs. 2022
	coccothraustes			
Héron cendré	*Ardea cinerea*	*P*	X	
Hirondelle rustique	*Hirundo rustica*	*P*	X	*X*
Hirondelle de fenêtre	*Delichon urbicum*	*P*		*X*
Hirondelle de rivage	*Riparia riparia*	*P*		*X*
Hypolaïs polyglotte	*Hippolais polyglotta*	*P*	X	*X*
Linotte mélodieuse	*Linaria cannabina*	*P*	X	*X*
Martinet noir	*Apus apus*	*P*	X	*X*
Merle noir	*Turdus merula*	*c*	X	*X*
Mésange bleue	*Cyanistes caeruleus*	*P*	X	*X*
Mésange charbonnière	*Parus major*	*P*	X	*X*
Mouette rieuse	*Chroicocephalus ridibundus*	*P*		*X*
Œdicnème criard	*Burhinus oedicnemus*	*P*	X	*X*
Perdrix grise	*Perdix perdix*	*c*	X	*X*
Pic épeiche	*Dendrocopos major*	*P*	X	*X*
Pic vert	*Picus viridis*	*P*	X	
Pie bavarde	*Pica pica*	*c*	X	*X*
Pigeon ramier	*Columba palumbus*	*c*	X	*X*
Pinson des arbres	*Fringilla coelebs*	*P*	X	*X*
Pipit des arbres	*Anthus trivialis*	*P*	X	
Pipit farlouse	*Anthus pratensis*	*P*	X	
Pouillot fitis	*Phylloscopus trochilus*	*P*	X	*X*
Pouillot véloce	*Phylloscopus collybita*	*P*	X	*X*
Roitelet à triple bandeau	*Regulus ignicapilla*	*P*	X	
Rossignol philomèle	*Luscinia megarhynchos*	*P*	X	*X*
Rougegorge familier	*Erithacus rubecula*	*P*	X	*X*
Torcol fourmilier	*Jynx torquila*	*P*		*X*
Tourterelle turque	*Streptopelia decaocto*	*C*	X	*X*
Troglodyte mignon	*Troglodytes troglodytes*	*P*	X	
Traquet motteux	*Streptopelia decaocto*	*P*		*X*
Vanneau huppé	*Vanellus vanellus*	*P*	X	

4.6 Mammifères hors chiroptères

Nom scientifique	*Nom vernaculaire*	Obs. 2018	Obs. 2022

Annexe 4 : Liste complète des espèces présentes dans la zone d'étude du projet

Capreolus capreolus (Linnaeus, 1758)	Chevreuil européen	X	
Lepus europaeus (Pallas, 1778)	Lièvre d'Europe	X	X
Meles meles (Linnaeus, 1758)	Blaireau européen	X	
Oryctolagus cuniculus (Linnaeus, 1758)	Lapin de garenne	X	X
Sus scrofa (Linnaeus, 1758)	Sanglier	X	
Vulpes vulpes (Linnaeus, 1758)	Renard roux	X	
Espèce non observée mais considérée comme présente			
Erinaceus europaeus (Linnaeus, 1758)	Hérisson d'Europe	X	X
Sciurus vulgaris (Linnaeus, 1758)	Renard roux	X	X

4.7 Chiroptères

Nom scientifique	*Nom vernaculaire*
Rhinolophus ferrumequinum	Grand rhinolophe
Nyctalus noctula	Noctule commune
Eptesicus serotinus	Sérotine commune
Pipistrellus pipistrellus	Pipistrelle commune
Pipistrellus nathusii	Pipistrelle de Nathusius
Plecotus auritus	Oreillard roux

Annexe 5 : Relevés pédologiques réalisés dans la zone d'étude du projet

Tableau 30 : Relevés pédologiques réalisés dans la zone d'étude du projet

N° point	Profondeur max. (cm)	Horizons tourbeux		Traits réductiques		Traits rédoxiques		Commentaires	Zone humide
		Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.		
1	80	-		-	-	10	80	Blocage mécanique	Oui
2	40	-		-	-	5	40	Blocage mécanique	Oui
3	20	-		-	-	5	20	Blocage mécanique	Oui
4	20	-		-	-	-	-	Blocage mécanique	Non
5	80	-		-	-	-	-	Blocage mécanique	Non
6	80	-		-	-	10	80	-	Oui
7	60	-		-	-	50	60	Blocage mécanique, graviers, compact	Non
8	60	-		-	-	40	60	Blocage mécanique, graviers, compact	Non
9	50	-		-	-	40	50	Blocage mécanique, graviers, compact	Non
10	80	-		-	-	10	80	Blocage mécanique	Oui
11	80	-		-	-	-	-	-	Non
12	80	-		-	-	0	80	-	Oui
13	5	-		-	-	-	-	Substrat très dur, comme rocheux ou remblais	Non
14	80	-		-	-	0	80	-	Oui
15	80	-		-	-	10	80	-	Oui

A Annexe 5 : Relevés pédologiques réalisés dans la zone d'étude du projet



biotope

Siège social :
22 boulevard Maréchal Foch - BP58 - F-34140 Mèze
Tél. : +33(0)4 67 18 46 20 - Fax : +33(0)4 67 18 65 38 - **www.biotope.fr**

Rapport d'étude technique



SPC Acoustique – Ecoparc « Le Meltem » - rue Wangari Maathai – 57140 Norroy Le Veneur
Tel/ +33 (0)3 87 55 24 55 - Fax/ +33 (0)3 87 55 24 21
www.spc-acoustique.com

Etude d'impact acoustique

Projet Parc d'Activités à Champigny (51)

Références du dossier :

Interlocuteur :	**Monsieur DENYS**
Etablissement :	**INGEA**
Téléphone :	**02 40 14 54 88**
e-mail :	**e.denys@ingea-ingenierie.fr**
N° d'affaire :	**11.19/241/EAP – Décembre 2023**
Chargé de l'affaire	GURNARI Natalino
Contact	03 87 55 24 55

Bureau d'études, Ingénierie & conseil

Sommaire

1 GENERALITES 3
1.1 Objet 3
1.2 Contexte réglementaire 4
1.3 Méthodologie de l'étude acoustique 7

Volet 1

2 ETAT INITIAL ACOUSTIQUE 10
2.1 Conditions de mesure 10
2.2 Résultat des mesures 12

3 DEFINITION DES OBJECTIFS SONORES 13
3.1 Synthèse de l'état initial 13

Volet 2

4 IMPACT ACOUSTIQUE ENVIRONNEMENTAL 14
4.1 Modélisation géométrique et acoustique 14
4.2 Flux de circulation 16
4.3 Résultats et analyse 19
4.4 Cartographies sonores 20

5 CONCLUSION 23

Annexes

ANNEXE 1 : Documents de référence 24
ANNEXE 2 : Fiches de mesures 30

Index

Chargé d'étude :	Natalino GURNARI	Tel : +33 (0)3.87.55.24.55
Assistante d'étude :	Emeline MICHEL	

Diffusion du rapport d'étude		
Destinataire	Etablissement	Fonction
M. DENYS	INGEA	Ingénieur environnement

Versions	Désignation	Date d'émission
Ind-A_Rev-00	Etat initial (26 pages)	22/08/2023
Ind-B_Rev-00	Etude d'impact (41 pages)	08/12/2023

1 GENERALITES

1.1 Objet

1.1.1 Préambule

INGEA a chargé le Bureau d'Etudes SPC Acoustique de procéder à une étude d'impact acoustique dans le cadre du projet du Parc d'Activités à Champigny (51).

Cette étude présente les étapes suivantes :

- Caractérisation de l'ambiance sonore actuelle le long des infrastructures de transport longeant la zone de projet.
- Définition des objectifs sonores réglementaires à respecter, en fonction de la zone d'ambiance sonore actuelle.
- Création d'une modélisation géométrique et acoustique 3D de la zone d'étude et intégration des flux PL et VL actuels et prévisionnels.
- Evaluation de l'évolution de la situation sonore liée au trafic routier engendré par l'activité de la ZA « Les Sables ».

L'objectif de l'étude sera d'évaluer l'incidence acoustique du trafic PL/VL venant s'y rajouter, notamment en façade des habitations potentiellement impactées.

1.1.2 Liste des documents transmis

Tableau 1 - Descriptifs des données de base

N° doc	Désignation	Date
1	Rapport d'état initial acoustique – 11.19/241/EAP	22/08/23
2	Courriel de Monsieur DENYS comprenant : ⊙ Le recueil de données trafic ⊙ Le plan projet d'aménagement de la zone ⊙ Un descriptif sommaire du projet	22/11/23
3	Plan projet de la desserte en dwg	23/11/23
4	Courriel du BE Trafalgare relatif aux informations trafics complémentaires	28/11/23

1.2 Contexte réglementaire

Textes de référence	Objet
Décret 95-22 du 9 janvier 1995	Limitation du bruit des aménagements et infrastructures de transports terrestres
Arrêté du 5 mai 1995	Bruit des infrastructures routières,
Décret 2002/49/CE du 25 juin 2002	Evaluation à la gestion du bruit dans l'environnement.

1.2.1 Voirie nouvelle et aménagement de voirie existante

Les textes relatifs à la conception, l'étude et la réalisation d'aménagements des infrastructures de transports terrestres sont les suivants :

- L'article L571-9 et les articles R571-44 à R571-52 du Code de l'Environnement.
- L'arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières.
- La circulaire du 12 Décembre 1997 relative à la prise en compte du bruit dans la construction de routes nouvelles ou l'aménagement de routes existantes.

L'article L571-9 prévoit que la conception, l'étude et la réalisation d'une infrastructure de transports terrestres doivent s'accompagner de mesures destinées à éviter que le fonctionnement de l'infrastructure ne crée des nuisances sonores excessives.

L'arrêté du 5 mai 1995 précise les niveaux sonores limites pour la contribution du projet exprimés en LAeq(6h-22h) pour la période diurne et LAeq(22h-6h) pour la période nocturne.

Le tableau suivant récapitule les objectifs à respecter vis-à-vis de la contribution des **voies nouvelles** pour le bâti sensible **existant** (habitat, soin, enseignement, bureaux) susceptible d'être impacté par le projet, en fonction de l'ambiance sonore préexistante :

Usage et nature des locaux	Niveaux sonores admissibles pour la contribution sonore du projet à 2 m devant les façades du bâti (en dB(A))	
	LAeq(6h-22h)	LAeq(22h-6h)
Logements En zone d'ambiance préexistante modérée ▪ *LAeq(6h-22h) < 65 dB(A)* ▪ *LAeq(22h-6h) < 60 dB(A)*	**60**	**55**
Bureaux En zone d'ambiance préexistante modérée	**65**	***I***
Autre logement En zone d'ambiance sonore non modérée ▪ *LAeq(6h-22h) > 65 dB(A)* ▪ *LAeq(22h-6h) > 60 dB(A)*	**65**	**60**
Etablissement d'enseignement	**60**	***I***
Etablissement de santé, de soins* et d'action sociale	**60**	**55**

Dans le cas d'**aménagement de voirie existante** (résultant d'une intervention ou de travaux successifs), le caractère significatif de la modification doit être vérifié, c'est à dire : augmentation de plus de 2 dB(A) du niveau sonore dû au projet. Si et seulement si cette condition est validée, il faudra alors vérifier le respect des valeurs limites réglementaires.

Cet impact est calculé entre la situation projet à terme (+20 ans après sa mise en service) et une situation dite de référence correspondant à une évolution au fil de l'eau jusqu'à la même date de la situation initiale sans projet.

Les valeurs limites admissibles sont applicables pendant toute la durée de vie des infrastructures vis-à-vis du bâti existant avant-projet (cf. conditions d'antériorité dans l'article 9 du décret n°95-22 du 9 janvier 1995).

Dans le cadre de cette étude, l'évaluation de l'impact acoustique du projet se base sur les aspects suivants :

1. Les ambiances sonores initiales sur le site sont définies suivant les résultats des mesurages.
2. La notion de modification significative et ensuite vérifiée.
3. Vérification du respect ou non des valeurs limites pour la contribution des voies nouvelles et des aménagements de voirie avec modification significative.
4. En cas de non-respect des valeurs réglementaires, des solutions de réduction du bruit seront recherchées.

⊙ Observations :

L'évaluation de l'évolution des niveaux sonores s'effectue pour l'ensemble des voies routières modifiées par le projet dans le cadre du respect des valeurs maximales réglementaires, mais aussi à titre informatif sur l'ensemble des voies susceptibles d'être impactées significativement par des reports de circulation (effets induits).

1.2.2 Bruit de chantier

Les chantiers sont, par nature, une activité bruyante. Cependant, il n'existe pas de "chantier type" : en fonction de la nature des travaux, des contraintes et de l'environnement du site, chaque chantier est particulier. Il est alors quasiment impossible de fixer, au niveau national, une valeur limite de niveau de bruit adaptée à toutes les situations.

C'est la raison pour laquelle aucune limite réglementaire n'est imposée en termes de niveaux de bruit à ne pas dépasser.

Toutefois, on peut se référer à certains textes réglementaires, cités ci-dessous :

- ✓ Les articles L571-9 et R571-50 du Code de l'Environnement pour ce qui concerne les obligations du Maître d'ouvrage
- ✓ Les articles R1334-36 et R1337-6 du Code de la Santé Publique pour ce qui concerne les nuisances sonores des chantiers
- ✓ Les articles L571-2 et R571-1 à R571-24 du Code de l'Environnement pour ce qui concerne l'émission sonore des engins de chantier
- ✓ Les arrêtés du 18 mars 2002 et du 22 mai 2006 relatifs aux émissions sonores des engins de chantier en application de la directive européenne 2000/14/CE.
- ✓ Tout arrêté préfectoral et/ou municipal relatif à la prévention des nuisances sonores dues aux chantiers et notamment pouvant réglementer les jours et horaires de fonctionnement du chantier.
- ✓ Plus généralement, la réglementation concernant les bruits de voisinage (décret du 31 août 2006 relatif aux bruits de voisinage)

1.3 Méthodologie de l'étude acoustique

Préalablement la situation acoustique initiale est étudiée par le biais d'une campagne de mesures acoustiques et d'une modélisation du site sous un logiciel de propagation acoustique.

Les mesurages acoustiques permettent d'établir un référentiel sonore afin de mettre par la suite en évidence les sensibilités sonores :

- des bâtiments sensibles existants au regard du futur projet.
- des bâtiments sensibles du futur projet au regard des nuisances sonores existantes.

La modélisation de la situation initiale permet ensuite d'étendre la connaissance de la situation sonore initiale à tout le site d'étude.

Sur cette base, pour les périodes réglementaires jour et nuit, les ambiances sonores préexistantes au sens de la réglementation infrastructures de transport (modérée ou non modérée) sont quantifiées.

Elles permettent de définir les valeurs limites admissibles pour la contribution des voies nouvelles et réaménagées.

Par ailleurs, les contraintes réglementaires du site liées au classement sonore des voies sont présentées en fonction de la nature du projet. Dans le cas présent et s'agissant d'entrepôts logistiques, cet aspect n'est pas abordé à ce stade.

L'impact acoustique du projet est ensuite étudié, en présentant :

- L'exposition sonore du projet à terme.
- L'impact à terme des évolutions de trafics sur le bâti existant : impact des voies nouvelles (avec contributions maximales admissibles fixées par l'arrêté du 5 mai 1995) et impact induit sur les voies existantes, entre une situation de référence, correspondant à la situation initiale ayant évolué au fil de l'eau sans projet, et la situation projet à terme (sans obligation réglementaire).

Des principes de mesures permettant de répondre aux exigences réglementaires ainsi que des préconisations sont ensuite mentionnées le cas échéant.

1.3.1 Implantation géographique

Le futur parc d'activités « Les Sables » à Champigny sera implanté sur une parcelle située le long de l'autoroute A.26 et de la RN.31, ainsi que la RD.275A permettant de desservir la zone de projet.

Figure 2 : Vue en plan de l'emprise du projet et de son environnement



	Emprise projet		Bâtiment industriel agricole ou commercial		Bâtiment autres (dont habitations)
	Habitation la plus proche		Voies desservant le futur parc d'Activités (N31 – RD275 – RD257A – RD275A1 – A26)		

1.3.2 Contexte sonore autour du projet

	Détails	Observations
Implantation	· Commune de Champigny	· Parc d'activités « Les sables »
ZER (Habitations)	· Habitation impasse de la Forge	· Au Sud du futur parc d'Activité, le long de la RN.31.
Infrastructure de transport	· A.26 · RN.31 · RD.275	· Trafic routier régulier, réduit la nuit.
Activités à proximité	· Activités agricoles · Passage avion · Zone commerciale	· Constituant le bruit de fond
Sensibilité du projet	· Le projet s'implantera le long des axes routiers comportant un trafic actuel non négligeable.	· La contribution sonore du projet liée en termes de trafic routier devra respecter les objectifs sonores suivant la zone d'ambiance sonore évaluée à ce jour.

1.3.3 Description du projet

Activité principale	▪ Parc d'Activités
Emprise	▪ Parc d'activités « Les Sables ».
Période de fonctionnement	▪ En période diurne et nocturne
Sources de bruit prépondérantes	▪ Circulation VL/PL sur les différents axes alentours (RN.31 ; A26 ; RD.275)
Observations	▪ La présente étude tient compte uniquement des bruits liés au trafic routier à l'extérieur du projet. ▪ Le bruit engendré par les équipements bruyants (*ventilation, CTA, chargements PL…) pourra* faire l'objet d'une étude complémentaire.

Volet 1

2 ETAT INITIAL ACOUSTIQUE

2.1 Conditions de mesure

▪ Principe

Les relevés sonométriques ont été réalisés en limite de propriété de l'emprise du futur Parc d'Activités afin de caractériser les niveaux sonores actuels en période diurne et nocturne.

▪ Norme et matériel utilisé

Les mesurages ont été réalisés conformément à la norme NFS 31-010 (décembre 1996) relative au mesurage du bruit dans l'environnement.

L'appareillage utilisé est conforme, par ses caractéristiques, à la norme NF EN 60-804 relative aux sonomètres intégrateurs. Le matériel utilisé est présenté en **Annexe 1.1**.

▪ Date de l'intervention, opérateur

⇨ **Date d'intervention :** Les 20 et 21 novembre 2019

⇨ **Opérateur :** M. GURNARI

▪ Conditions météorologiques

Les conditions sont exprimées selon la classification de la norme NF S 31-010 « Caractérisation et mesurage des bruits dans l'environnement » voir **Annexe 1.2**.

Le 20 novembre 2019

	Couples	Direction du vent	Informations météorologiques complémentaires
○ jour	$U_3 - T_3$	De secteur Est	▪ Ciel nuageux, 05°C ▪ Vent faible à moyen
☾ nuit	$U_3 - T_5$	De secteur Est	▪ Ciel dégagé, 00°C ▪ Vent faible à moyen

Le 21 novembre 2019

	Couples	Direction du vent	Informations météorologiques complémentaires
○ jour	$U_3 - T_3$	De secteur Sud-Est	▪ Ciel ensoleillé, 08°C ▪ Vent faible à moyen

- **Emplacement des points de mesure**

Les emplacements de mesurage, retenus dans le cadre de notre intervention, sont situés en limite de propriété de l'emprise projet et façade d'une habitation longeant la RN.31

Le tableau 3 permet de connaître la localisation des points de mesures ainsi que le type de mesure effectué.

Tableau 3 - Caractéristiques des points de mesure et type de mesurage

Points	Localisation	Type de mesure			Bruit Résiduel	
		LP	E	Tm	Jour	Nuit
1	**En limite de propriété côté Sud-Ouest** Giratoire restaurant La Garenne	⊙	-	-	⊙	⊙
2	**En limite de propriété côté Ouest** Chemin agricole	⊙	-	-	⊙	⊙
3	**En limite de propriété côté Nord-Est** En haut du talus longeant l'A.26.	⊙	-	-	⊙	⊙
4	**En limite de propriété côté Sud-Est** Le long de la RD.275.	⊙	-	-	⊙	⊙
5	**Habitation côté Sud-Sud-Ouest** Le long de la RN.31	-	⊙	-	⊙	⊙

Figure 4 : Localisation des points de mesure



Emprise projet X Points de mesure Habitation longeant la RN31

2.2 Résultat des mesures

Les niveaux sonores mesurés dans le cadre de l'état initial acoustique de référence permettent de définir les indicateurs de base pour qualifier de la zone d'ambiance sonore (modérée ou non modérée).

En période diurne et nocturne, les niveaux sonores mesurés sont principalement caractérisés par les bruits provenant des axes routiers longeant la future zone de projet.

L'indicateur acoustique L_{Aeq} est retenu hors sources perturbatrices (*passages d'avions, engins agricoles…*) afin de caractériser la zone d'ambiance sonore de référence.

Tableau 5 – Niveaux sonores mesurés en dB(A)

Fiches	Pt.Rec	Période	Niveaux sonores Indicateur LAeq en dB(A)	Zone d'Ambiance Sonore (ZAS)
1	**Pt. 1** *Giratoire restaurant la Garenne*	JOUR *(6h-22h)*	**54,0**	Modérée
		NUIT *(22h-6h)*	**51,5**	Modérée
2	**Pt. 2** *Chemin agricole*	JOUR *(6h-22h)*	**46,5**	Modérée
		NUIT *(22h-6h)*	**47,0**	Modérée
3	**Pt. 3** *Le long de la l'A.26*	JOUR *(6h-22h)*	**61,5**	Modérée
		NUIT *(22h-6h)*	**55,5**	Modérée
4	**Pt. 4** *Le long de la RD.275*	JOUR *(6h-22h)*	**59,0**	Modérée
		NUIT *(22h-6h)*	**53,5**	Modérée
5	**Pt. 5** *Le long de la RN.31*	JOUR *(6h-22h)*	**70,0**	Non Modérée
		NUIT *(22h-6h)*	**63,0**	Non Modérée

3 DEFINITION DES OBJECTIFS SONORES

Suivant les critères du décret du 9 janvier 1995, le projet s'inscrit dans une démarche de « **construction d'infrastructure nouvelle »** et devra respecter les seuils limites suivants :

Tableau 6 –Contribution sonore maximale des nouvelles infrastructures

Nature des locaux	Zone d'Ambiance Sonore	Contribution sonore admissible (dBA)	
		JOUR (22h-06h)	NUIT (06h-22h)
Logements (Zones d'habitations)	Modérée	≤ 60	≤ 55
	Non modérée	≥ 65 dBA	≥ 60 dBA
Bureaux (Bâtiments tertiaires)	Modérée	≤ 65	-

Lorsque le niveau sonore est supérieur à 70 dBA au sens de la circulaire de décembre 1997, la notion de Point noir Bruit (PNB) précise que les habitations se situent dans une zone de bruit critique (ZBC).

Les habitations longeant la RN.31 se situent dans ce critère de PNB à ce jour.

3.1 Synthèse de l'état initial

L'état initial acoustique de référence réalisé aux abords du futur parc d'activités à Champigny a permis d'apporter les observations suivantes :

1. Les mesures réalisées sur la future zone de projet ont permis de caractériser l'ambiance sonore initiale le long des axes routiers.
2. L'étude d'impact acoustique permettra d'évaluer la contribution sonore liée au trafic routier qui viendra s'ajouter.
3. En fonction des zones d'ambiances sonores identifiées, il appartiendra au Maître d'Ouvrage de limiter les impacts acoustiques si une modification sensible du paysage sonore était constatée.

L'impact acoustique du futur parc d'activités dans l'environnement doit attirer l'attention de l'exploitant sur les points suivants :

- Le paysage sonore actuel est influencé par la circulation actuelle sur les différents axes routiers longeant le projet. Il conviendra, par l'augmentation de la circulation que va générer le projet, de limiter l'impact sonore en façade des habitations longent les axes routiers qu'emprunteront les PL et les VL pour accéder au Parc d'Activités.

Volet 2

4 IMPACT ACOUSTIQUE ENVIRONNEMENTAL

4.1 Modélisation géométrique et acoustique

- **Méthodologie**

L'impact sonore dans l'environnement est évalué au moyen d'un logiciel de modélisation acoustique prévisionnelle (*CadnaA®),* qui permet d'évaluer la propagation acoustique des sources de bruit en extérieur en tenant compte des paramètres influents (bâti, topographie, nature du sol,…).

La méthode de calcul utilisée pour la détermination des niveaux de pression acoustique est basée sur la norme internationale ISO 9613 de décembre 1996 (*atténuation du son lors de sa propagation à l'air libre - méthode générale de calcul*).

Les conditions météorologiques retenues dans les calculs sont des conditions 100% favorables à propagation sonore.

Figure 7 : Vue en 3D du Parc d'Activités



La modélisation acoustique se limite à la prise en compte des bruits générés par les flux de circulation PL et VL du projet et permettra d'évaluer l'incidence acoustique et leurs contributions sonores respectives au regard des limitations sonores en vigueur pour les façades exposées au bruit routier.

En l'absence de données topographiques communiquées par le client, les courbes de niveaux de la zone du projet et de son environnement, insérées dans notre modèle, proviennent des données disponibles sur les sites Géoportail et Google Earth.

▪ Localisation des points d'analyse

Après avoir calé le modèle sur les points de mesures de l'état initial, et afin d'évaluer l'impact sonore actuel et projeté, notre analyse portera sur :

- ⊙ Les points de mesures repris de l'état initial :
  - ➔ Proches des axes routiers longeant le futur parc d'activités (points **1** et **4**).
  - ➔ A hauteur de l'habitation le long de la RN31 (point **5**).
- ⊙ Les 2 points supplémentaires (points **6** et **7**) situés en façade des habitations de l'autre côté de la RN.31.

Figure 8 - Localisation des points d'analyse



—	Source surfacique linéique (routes)		Bâtiments	⊙	Points d'analyse en LdP (repris des mesures) H=1,5m	⊙	Points d'analyse en façade des habitations H=4m (R+1)

4.2 Flux de circulation

4.2.1 Trafic actuel

Les trafics moyens journaliers ont été intégrés à la modélisation acoustique afin d'estimer la contribution sonore actuelle du trafic routier.

Les données ci-après sont issues de l'étude trafic établie par TRAFALGARE et transmis le 22 novembre 2023.

Figure 9 - Trafic journalier tous véhicules (VL + PL) - Situation Actuelle



4.2.2 Scénarios étudiés

- **Fil de l'Eau (2027 et 2047 sans la ZA des Sables)**

Le scénario « Fil de l'Eau » concerne la situation du trafic VL / PL projetée sans aucun projet pour les années 2027 et 2047. Le schéma de circulation retenu se base notamment sur :

- Les données de l'étude trafic.
- La circulation prévisionnelle sur les axes longeant le futur parc d'Activités en période diurne et nocturne (*A26 ; N31 ; RD275 ; RD275A et RD275A1*).

- **Référence (2027 et 2047 avec la ZA des Sables)**

Le scénario « Référence » concerne la situation projetée avec la ZA des Sables pour les années 2027 et 2047. Le schéma de circulation retenu se base notamment sur :

- Les données de l'étude trafic.
- Une activité du parc s'exerçant en période diurne (6h-22h) et en période nocturne (22h-6h).
- La création d'un giratoire sur la RD 275 afin d'accéder à la ZA des Sables.
- Les hauteurs de bâtiments composant le parc d'Activités ne sont pas encore connues à ce jour, ceux-ci n'ont donc pas été intégrés à la modélisation.

L'ensemble de ces informations est synthétisé sur les plan suivants :

Figure 10 - Vue en plan du scénario de référence



⇨ Vitesses maximum affectées pour chacune des voies

RN31	*70km/h*	**A26**	*130km/h VL 90km/h PL*	**RD275**	*80km/h*	**RD275A** *50km/h*	**RD275A1** *50km/h*
Niveau de puissance calculé par CadnaA (selon la norme NMPB08-Route)							

4.2.3 Analyse de l'évolution du flux de circulation lié aux différents scénarios

La comparaison entre les débits horaires moyens actuels et projetés permet d'apprécier l'évolution du trafic routier sur les différentes voies de circulation. Les données ci-dessous sont issues de l'étude trafic du bureau d'étude TRAFALGARE.

- **Fil de l'Eau (2027 et 2047 SANS la ZA des Sables)**

Voie	Situation initiale				Fil de l'Eau 2027						Fil de l'Eau 2047					
	Jour *(6h-22h)*		Nuit *(22h-6h)*		Jour *(6h-22h)*		% d'évolution(*)	Nuit *(22h-6h)*		% d'évolution(*)	Jour *(6h-22h)*		% d'évolution(*)	Nuit *(22h-6h)*		% d'évolution(*)
	Nb Véh/h	%PL	Nb Véh/h	%PL	Nb Véh/h	%PL		Nb Véh/h	%PL		Nb Véh/h	%PL		Nb Véh/h	%PL	
RN31 Ouest	*1 488*	*8,5%*	*195*	*18,6%*	1 651	9,8%	11%	220	21,0%	13%	2 051	13,0%	38%	284	26,8%	46%
A26 nord	*2 311*	*12,2%*	*317*	*25,5%*	2 430	12,2%	5%	333	25,5%	5%	2 738	12,0%	18%	374	25,1%	18%
A26 sud	*2 311*	*12,2%*	*317*	*25,5%*	2 430	12,2%	5%	333	25,5%	5%	2 738	12,0%	18%	374	25,1%	18%
RD275 nord	*400*	*2,8%*	*48*	*6,5%*	422	2,7%	6%	51	6,4%	5%	441	2,9%	10%	53	6,8%	10%
RD275 sud	*263*	*3,5%*	*32*	*8,2%*	280	3,7%	6%	34	8,6%	7%	329	4,6%	25%	41	10,7%	27%
RD275A	*160*	*2,5%*	*19*	*6,0%*	181	2,9%	13%	22	6,9%	14%	251	4,5%	57%	31	10,4%	61%
RD275A1	*114*	*2,3%*	*14*	*5,4%*	132	2,7%	16%	16	6,3%	16%	183	4,2%	61%	23	9,7%	65%

(*) % d'évolution tout véhicule par rapport à la situation initiale

- **Référence (2027 et 2047 AVEC la ZA des Sables)**

Voie	Situation initiale *(données ci-dessus)*				Référence 2027						Référence 2047					
					Jour *(6h-22h)*		% d'évolution(*)	Nuit *(22h-6h)*		% d'évolution(*)	Jour *(6h-22h)*		% d'évolution(*)	Nuit *(22h-6h)*		% d'évolution(*)
					Nb Véh/h	%PL		Nb Véh/h	%PL		Nb Véh/h	%PL		Nb Véh/h	%PL	
RN31 Ouest					1 652	9,8%	11%	220	21,1%	13%	2 053	13,0%	38%	284	26,9%	46%
A26 nord					2 431	12,2%	5%	333	25,5%	5%	2 738	12,0%	18%	375	25,2%	18%
A26 sud					2 431	12,2%	5%	333	25,5%	5%	2 738	12,0%	18%	375	25,2%	18%
RD275 nord					413	2,7%	3%	50	6,4%	3%	416	3,0%	4%	51	6,9%	4%
RD275 sud					288	4,2%	9%	36	9,7%	10%	342	5,0%	30%	43	11,4%	33%
RD275A					197	4,8%	23%	25	11,0%	27%	282	6,8%	76%	36	15,2%	86%
RD275A1					138	4,0%	21%	17	9,4%	24%	196	6,5%	72%	25	14,6%	82%

(*) % d'évolution tout véhicule par rapport à la situation initiale

- **Analyse**

Les projections pour l'année 2027 suggèrent une faible augmentation du trafic routier (tout véhicule) que ce soit avec et sans projet de la ZA des Sables. Pour l'année 2047, avec et sans le projet de parc d'activités, des augmentations plus significatives du flux de circulation sont observées sur les voies RN31 ; RD275A et RD275A1 qui longent des zones résidentielles au Sud de la future ZA. Nous observons également pour l'année 2047 une augmentation du pourcentage de poids lourds circulant sur la RN31 la nuit.

4.3 Résultats et analyse

La contribution sonore liée au trafic routier prévisionnel (flux VL & PL) permet d'évaluer l'impact sonore aux différents points longeant les axes routiers et au droit des habitations directement exposées. A ce jour, l'habitation située au Nord de la RN 31 (point 5) se situe dans une zone de bruit critique.

Tableau 11 - Niveaux sonores calculés (dBA) – Période diurne

Points	Niveaux sonores calculé Etat initial	SANS ZA des Sables				AVEC ZA des Sables			
		Fil de l'eau 2027		Fil de l'eau 2047		Référence 2027		Référence 2047	
		Niveau sonore calculé (dBA)	Augmentation prévisionnelle(**)	Niveau sonore calculé (dBA)	Augmentation prévisionnelle(**)	Niveau sonore calculé (dBA)	Augmentation prévisionnelle(**)	Niveau sonore calculé (dBA)	Augmentation prévisionnelle(**)
1	**57**	58	**+1**	59	**+2**	59	**+1**	60	**+3**
4	**63**	63	**0**	64	**+1**	64	**+1**	64	**+2**
5	**70**	71	**+1**	72	**+2**	71	**+1**	72	**+2**
6	**66**	66	**+1**	68	**+2**	66	**+1**	68	**+2**
7	**56**	57	**+1**	58	**+2**	57	**+1**	58	**+2**

**Les valeurs ont été arrondis à 0,5 dB près Points d'analyse en limite du projet de ZA Points d'analyse en façade d'habitation (**)par rapport à l'état initial*

Tableau 12 - Niveaux sonores calculés (dBA) – Période nocturne

Points	Niveaux sonores calculé Etat initial	SANS ZA des Sables				AVEC ZA des Sables			
		Fil de l'eau 2027		Fil de l'eau 2047		Référence 2027		Référence 2047	
		Niveau sonore calculé (dBA)	Augmentation prévisionnelle(**)	Niveau sonore calculé (dBA)	Augmentation prévisionnelle(**)	Niveau sonore calculé (dBA)	Augmentation prévisionnelle(**)	Niveau sonore calculé (dBA)	Augmentation prévisionnelle(**)
1	**52**	53	**+1**	54	**+2**	53	**+1**	55	**+3**
4	**57**	57	**0**	58	**+1**	58	**+1**	59	**+1**
5	**63**	64	**+1**	65	**+3**	64	**+1**	66	**+3**
6	**59**	59	**+1**	61	**+2**	60	**+1**	61	**+2**
7	**52**	52	**+1**	54	**+2**	52	**+1**	54	**+2**

**Les valeurs ont été arrondis à 0,5 dB près Points d'analyse en limite du projet de ZA Points d'analyse en façade d'habitation*

- **Analyse**

Au vus des résultats obtenus, nous constatons :

⇨ Pour 2027, une augmentation insignifiante du niveau sonore pour l'ensemble des points analysés (+1dBA) avec et sans projet de ZA.

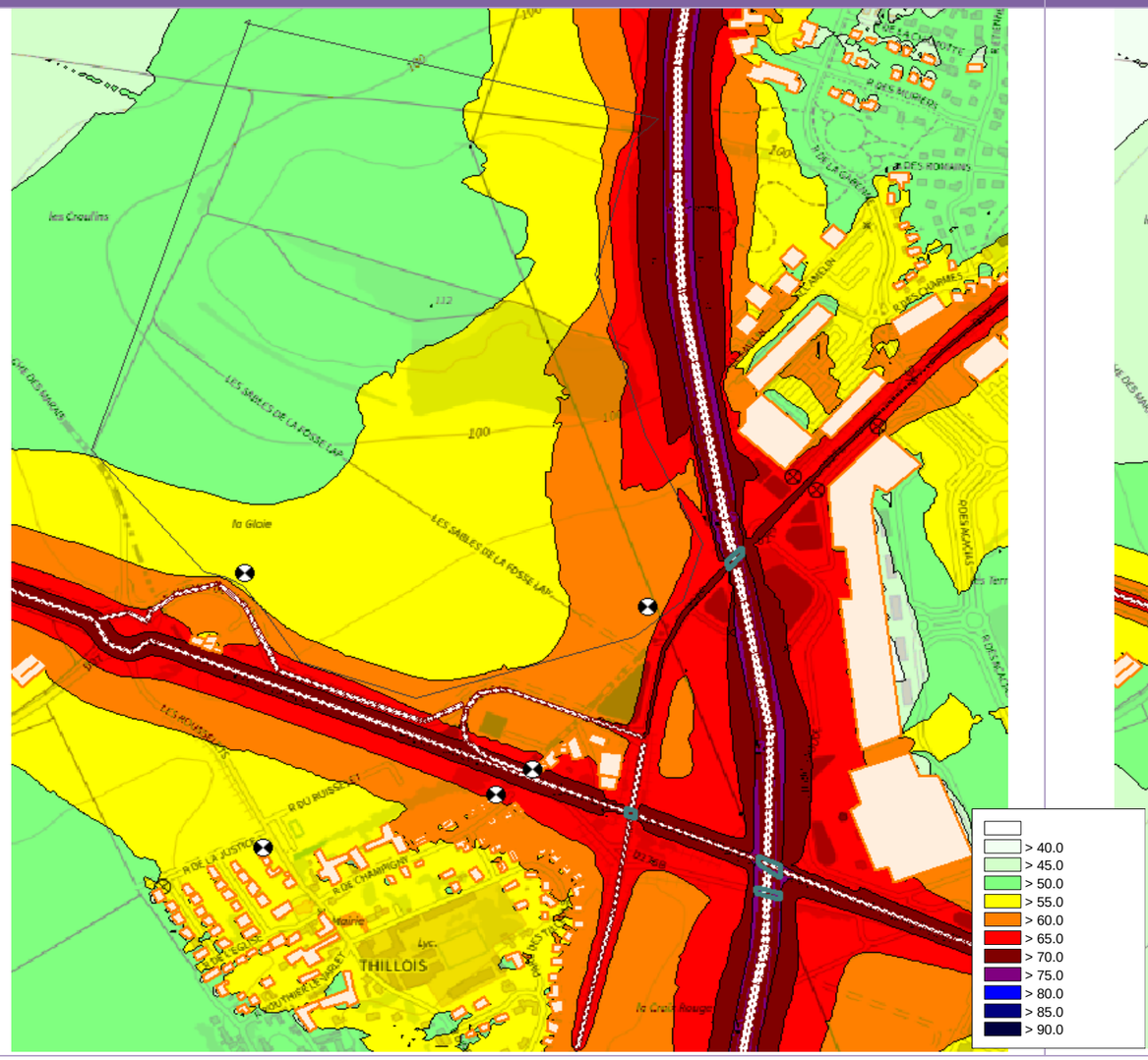
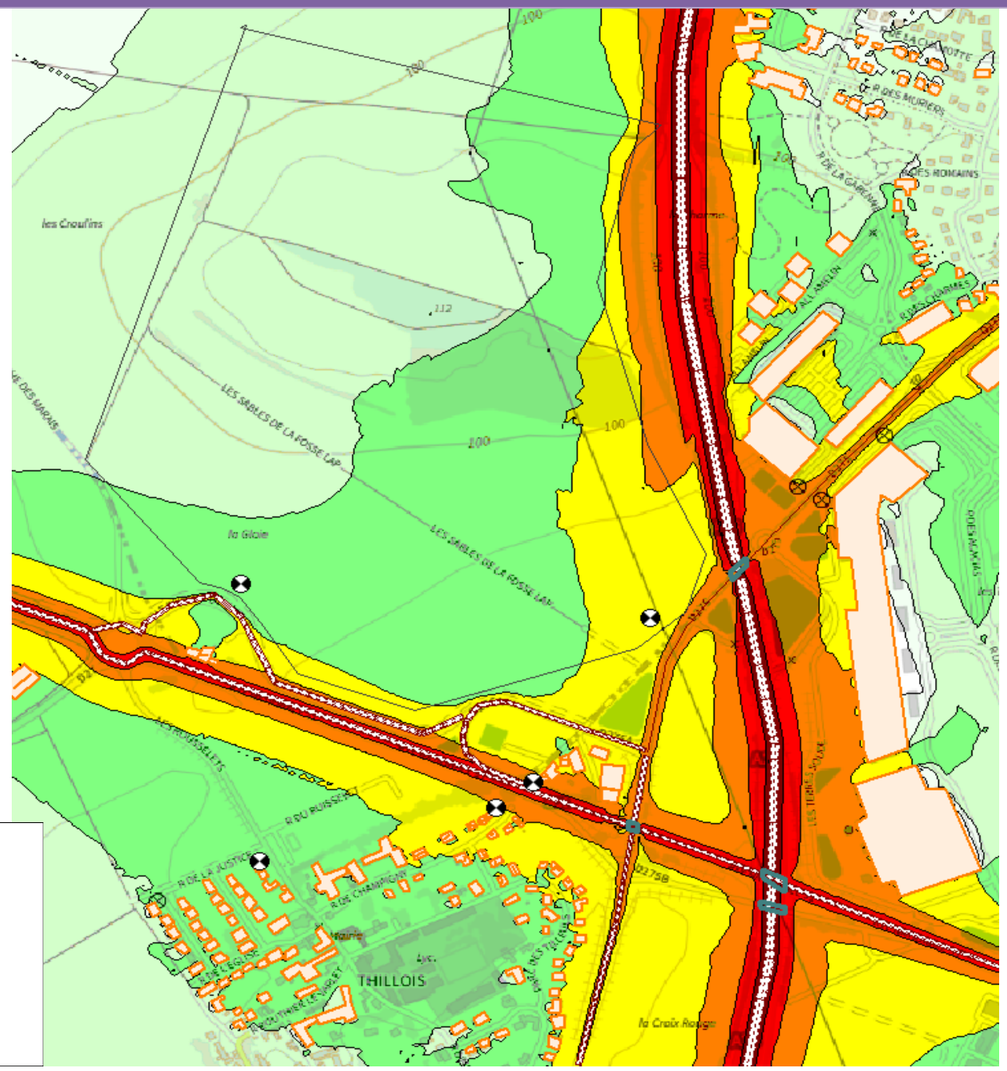
⇨ Pour 2047 avec et sans ZA, des augmentations des niveaux sonores d'environ +2dBA sont attendus aux points d'analyses les plus éloignés. Concernant le point situé au plus proche de la RN31 (point 5 habitation), une augmentation du niveau sonore de + 3dBA est à prévoir. Cependant, le niveau sonore actuel étant déjà à 70 dBA en journée, place l'habitation à ce jour dans une zone de bruit critique (ZBC). Une action de rattrapage devra être envisagée par le gestionnaire de la voirie.

4.4 Cartographies sonores

Les cartographies acoustiques sont présentées en période diurne et nocturne en tenant compte uniquement des bruits liés au trafic routier.

- **Situation sonore ACTUELLE**

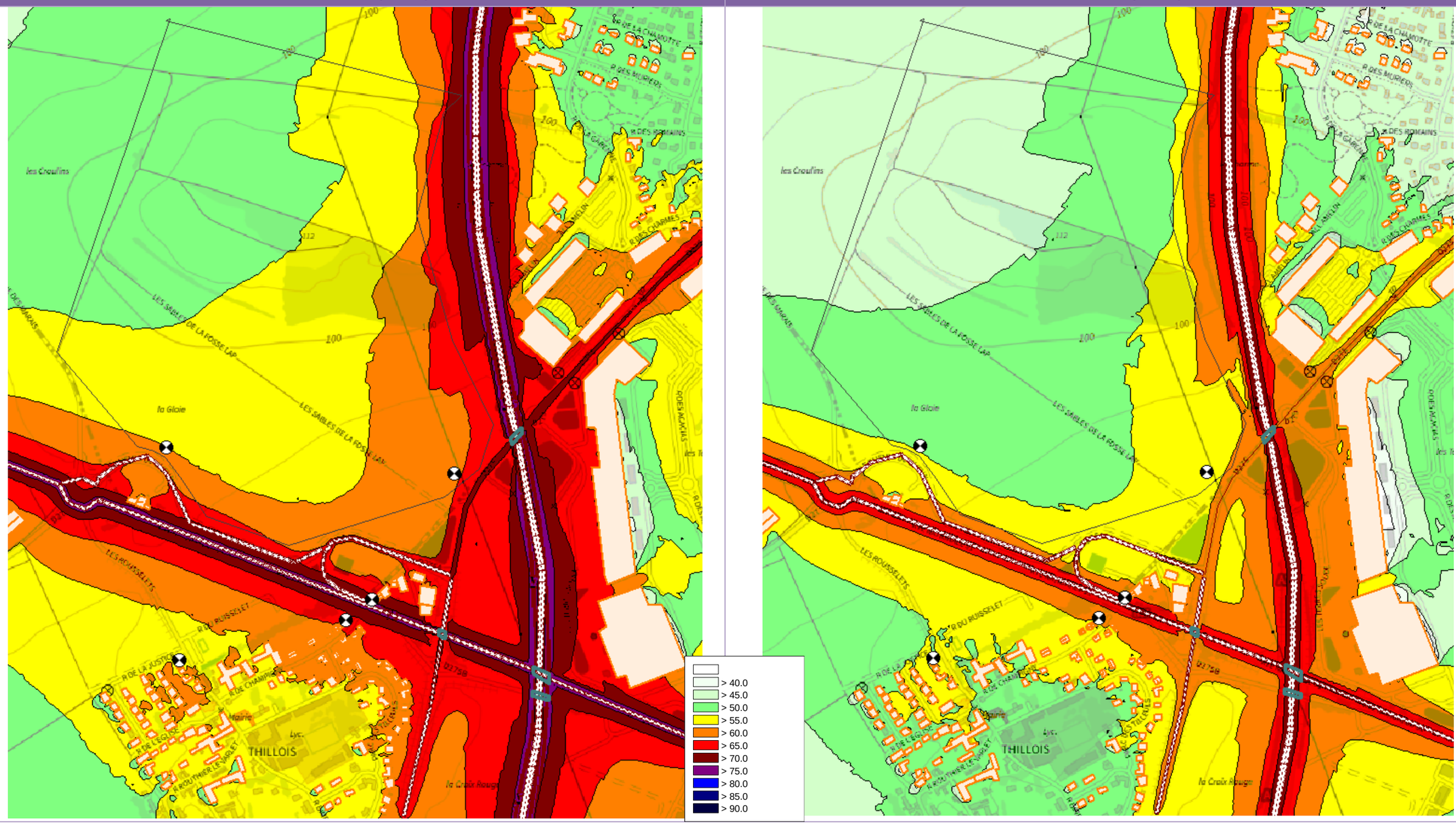
Figure 13 - Cartographie sonore du trafic routier ACTUEL en dBA

Période diurne (6h-22h)	Période nocturne (22h-6h)
	

Norme de calcul : ISO 9613 (décembre 1996) - **Facteur de correction météorologique** : C0 = 0,0 dB (Conditions 100% favorables à propagation sonore) **Nombre de réflexions :** 3 **Résolution Maillage :**400 m² **Absorption du sol :** G=0,5 **Hauteur cartographie** + 4,0 m

- **Situation sonore Fil de l'eau 2047**

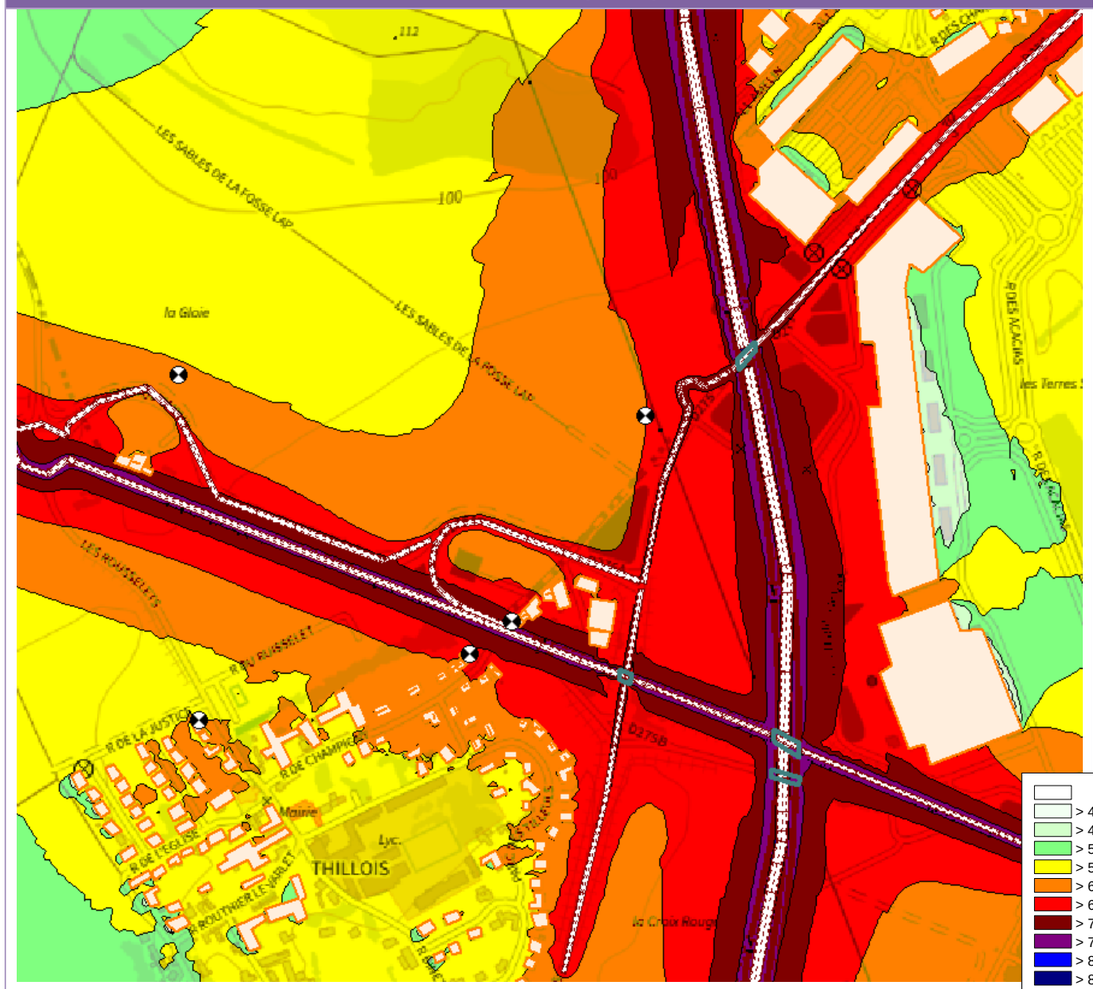
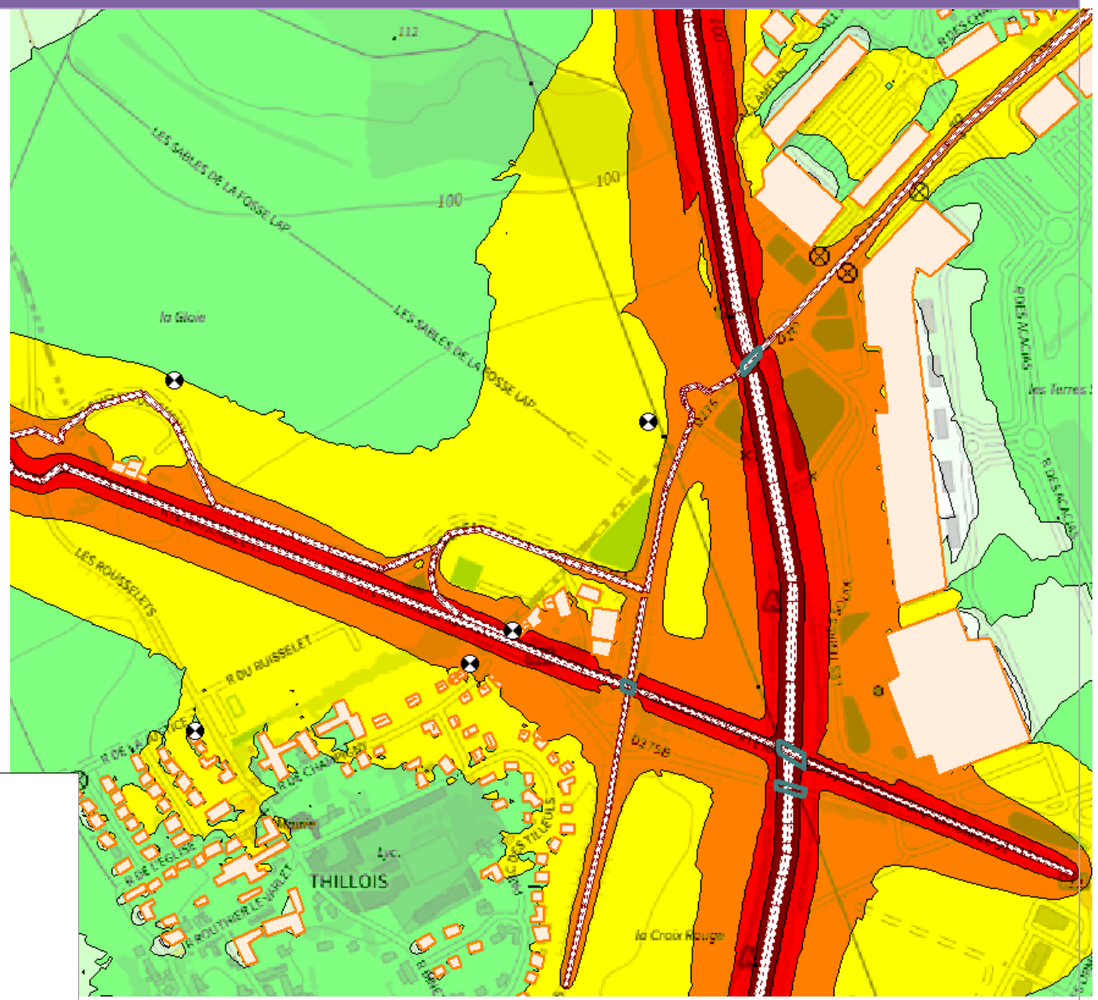
Figure 14 - Cartographie sonore du trafic routier FIL DE L'EAU 2047 (sans projet en dBA)

Période diurne (6h-22h)	Période nocturne (22h-6h)
	

Norme de calcul : ISO 9613 (décembre 1996) - **Facteur de correction météorologique** : C0 = 0,0 dB (Conditions 100% favorables à propagation sonore) **Nombre de réflexions :** 3 **Résolution Maillage :**400 m² **Absorption du sol :** G=0,5 **Hauteur cartographie** + 4,0 m

- **Situation sonore Référence 2047**

Figure 15 - Cartographie sonore du trafic routier REFERENCE 2047 (avec projet en dBA)

Période diurne (6h-22h)	Période nocturne (22h-6h)
	

Norme de calcul : ISO 9613 (décembre 1996) - **Facteur de correction météorologique** : C0 = 0,0 dB (Conditions 100% favorables à propagation sonore) **Nombre de réflexions :** 3 **Résolution Maillage :**400 m² **Absorption du sol :** G=0,5 **Hauteur cartographie** + 4,0 m

5 CONCLUSION

L'étude d'impact acoustique relative au projet d'implantation du Parc d'Activités « Les Sables » à Champigny (51) permet de tirer les conclusions suivantes :

- **Etat initial acoustiques**

Le paysage sonore actuel est principalement caractérisé par les bruits liés au trafic routier sur les axes longeant la future plateforme. Le niveau sonore est supérieur à 70 dBA à hauteur de l'habitation la plus proche (point n°5). Cette habitation se situe à ce jour dans une zone de bruit critique (ZBC).

- **Evolution du trafic routier**

Le projet prévoit la réalisation d'un parc d'activités (ZA des Sables). Ce projet engendrera à terme (référence 2047) sur l'ensemble des voies longeant le projet et pour les périodes diurne et nocturne une augmentation :

⇨ des flux VL d'environ 23 %

⇨ des flux PL d'environ 37 %

Les estimations indiquent une faible augmentation du trafic routier en 2027. En revanche, en 2047 avec ou sans projet de zone d'aménagement une croissance plus significative est prévue sur les voies RN31 ; RD275A et RD275A1 près de zones résidentielles. De plus, une hausse du pourcentage de poids lourds circulant la nuit sur la RN 31 est anticipée en 2047.

- **Impact sonore lié au trafic routier engendré par le futur parc d'Activités**

⇨ En 2027 avec et sans projet d'aménagement, l'augmentation du trafic routier ne devrait pas avoir d'impact notable sur les niveaux sonores avec une augmentation prévue d'environ 1dBA pour tous les points analysés.

⇨ Pour l'année 2047 avec et sans ZA des sables, une augmentation du niveau sonore d'environ +3 dBA est attendu au point d'analyse le plus proche des axes routiers (point n°5) pour la période diurne et nocturne.

En résumé, la zone d'étude est à ce jour exposée à des niveaux sonores non négligeables et principalement induits par les trafics routiers sur les axes A.26 et RN.31. Globalement, l'augmentation du trafic liée à l'aménagement du futur parc d'activité va légèrement renforcée cette exposition, notamment à hauteur des habitations situées le long de la RN.31, pour lesquelles une protection phonique devrait déjà à ce jour être mise en place.

ANNEXE 1 : Documents de référence

1.1 Liste du matériel et outils associés

1.2 Textes Réglementaires & Arrêté du 23 janvier 1997

1.3 Cadre Normatif

1.4 Conditions Météorologiques

1.1 Liste du matériel et outils associés

	Marque	Appareil / Logiciel	N° série	Description
Sonomètres	B&K	2270	3003004	Bâtiment – Environnement
	01 dB ACOEM	FUSION	10635	Bâtiment – Environnement
		Black SOLO 1	60271	Bâtiment – Environnement
		Black SOLO 2	61336	Environnement
		Black SOLO 3	61337	Environnement
		Black SOLO 4	61100	Environnement
		Black SOLO 5	61101	Environnement
		DUO n°1	10379	Environnement
		DUO n°2	10380	Environnement
		DUO n°3	10381	Environnement
		SOLO 6	12060	Environnement
		SIP 1	981178	Environnement
Exposi mètres	01 dB	SIE 95 (*4)		Dosimètre
	ACOEM	WED 007 (*12)		Dosimètre
Traitement données	01 dB	dB Trait		Traitement des données - Environnement
		dB Inside		Traitement des données - Bâtiment
		dB Wed		Logiciel d'analyse – Exposition des travailleurs
	B&K	BZ 5503		Logiciel d'analyse - Environnement
		Qualifier		Traitement des données - Bâtiment
Simulation	Datakustik	CadnaA		Modélisation acoustique environnement
	AFMG	Ease		Modélisation acoustique des salles
	CSTB	Acoubat		Isolement des parois
	Google	Sketch'Up		Modélisation 3D
Divers	01 dB	Calibreurs (*3)		CAL 21
	01 dB	Source de bruit		GDBS 10127
	01 dB	Machine à chocs normalisé		MAC 001
	Manfrotto	Autopol		
	01 dB	Câble passe fenêtre		

1.2 Textes Réglementaires



BATIMENT	
Arrêté du 30 juin 1999	Caractéristiques acoustiques des bâtiments d'habitation
Arrêtés du 25 avril 2003	Limitation du bruit dans les établissements d'enseignement, de santé et les hôtels.
Arrêté du 27 novembre 2012	Attestation de prise en compte de la réglementation acoustique dans les bâtiments d'habitation neufs.

INFRASTRUCTURE	
Décret du 9 janvier 1995	Limitation du bruit des aménagements et infrastructures de transport terrestres.
Arrêté du 5 mai 1995	Bruit des infrastructures routières
Arrêté du 8 novembre 1999	Bruit des infrastructures ferroviaires.
Circulaire du 28 février 2002	Prévention et résorption du bruit ferroviaire.
Circulaire du 25 mai 2004	Résorption des points noirs du bruit des transports terrestres.
Arrêté du 23 juillet 2013, modifiant l'arrêté du 30 mai 1996	Modalités de classement des infrastructures de transports terrestres Isolement acoustique des bâtiments d'habitation dans les secteurs affectés par le bruit

ENVIRONNEMENT	
Arrêté du 15 décembre 1998	Prescriptions applicables aux établissements ou locaux recevant du public et diffusant à titre habituel de la musique amplifiée (*excepté les salles d'enseignement de musique et danse*).
Circulaire du 23 décembre 2011	Règlementation applicable aux établissements ou locaux recevant du public et diffusant à titre habituel de la musique amplifiée.
Décret du 7 août 2017	Prévention des risques liés aux bruits et aux sons amplifiés
Arrêté du 22 mai 2006, modifiant l'arrêté du 18 mars 2002	Emission sonore des matériels à l'extérieur des bâtiments.
Décret du 31 août 2006	Lutte contre les bruits de voisinage
Arrêté du 27 novembre 2008, modifiant l'arrêté du 5 décembre 2006	Modalités de mesurage des bruits de voisinage.
Arrêté du 26 janvier 2007, modifiant l'arrêté du 27 mai 2001	Conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les distributions d'énergie électrique

INDUSTRIE	
Circulaire du 23 juillet 1986	Vibrations mécaniques émises dans l'environnement par les installations classées.
Arrêté du 23 janvier 1997	Bruit émis par les installations classées pour la protection de l'environnement.
Arrêté du 30 août 1997	Correction acoustique des locaux de travail.
Directive Européenne du 6 février 2003	Prescriptions minimales en matière de protections des travailleurs contre les risques auditifs.
Décret du 19 juillet 2006	Prescriptions de sécurité et de santé applicables en cas d'exposition des travailleurs au bruit et modifiant le code du travail.

Arrêté du 23 janvier 1997 – Bruit émis par les ICPE

EXIGENCES EN LIMITE DE PROPRIETE

Niveaux de bruit en limite de propriété de l 'établissement fixés par l 'arrêté préfectoral d'autorisation :

Période DIURNE (7h – 22h)	Période NOCTURNE (22h – 7h)
$L_{Aeq\ Jour\ (7h\text{-}22h)}$ < 70 dB(A)	**$L_{Aeq\ Nuit\ (22h-7h)}$ < 60 dB(A)**

Si l'arrêté d'autorisation concerne la modification d'un établissement existant au 1er juillet 1997, dont la limite de propriété est distante de moins de 200 mètres des zones à émergence réglementée, il peut prévoir que les valeurs admissibles d'émergence ne s'appliquent, dans les zones considérées, qu'au-delà d'une distance donnée de la limite de propriété. Cette distance ne peut excéder 200 mètres.

EXIGENCES EN TERMES D'EMERGENCE SONORE

Respect d'un critère d'émergence* dans les Zones à Emergence Réglementées, variable en fonction de la période et du niveau de bruit ambiant.

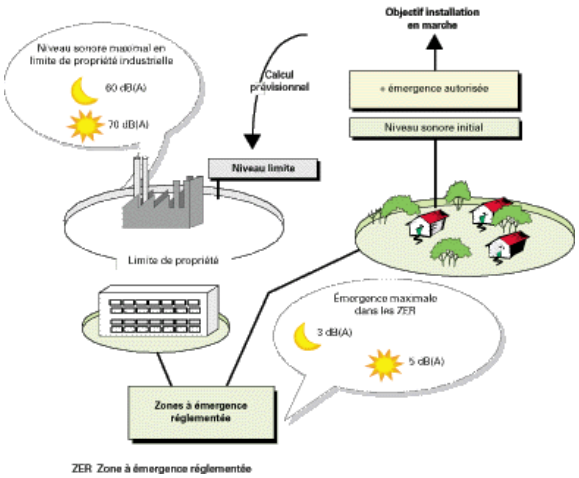
Niveau de bruit ambiant (incluant le bruit de l'installation)	Emergence admissible (dBA)	
	Période DIURNE (7h – 22h) sauf dimanches & jours fériés	Période NOCTURNE (22h – 7h) ainsi que les dimanches & jours fériés
Entre 35 et 45 dBA	**6 dB(A)**	**4 dB(A)**
Supérieur à 45 dB(A)	**5 dB(A)**	**3 dB(A)**

***EMERGENCE = BRUIT AMBIANT** (avec ICPE) **– NIVEAU RESIDUEL** (sans ICPE)

Les indicateurs de niveaux de bruit retenus pour le calcul de l'émergence sont :

- Soit le **LAeq**, niveau sonore équivalent en dB(A) sur la période de mesure, correspondant à une "moyenne" énergétique du bruit mesuré,
- Soit le **L50**, niveau acoustique fractile, correspondant au niveau de bruit dépassé pendant au moins 50 % de la période de mesure.

Si (LAeq - L50) ≥ +5 dB(A), on retient le L50, sinon c'est le LAeq.



ZONES A EMERGENCE REGLEMENTEE:

- Habitations existantes
- Zones constructibles
- Habitations futures construites en zones constructibles à l 'exception de celles implantées dans des zones destinées à recevoir des activités artisanales ou industrielles

1.3 Cadre Normatif

BATIMENT	
Norme NF EN ISO 717-(1 & 2) de 1997 & ISO 140 (part 1 à 9) de 1998	Evaluation de l'isolement acoustique des immeubles et des éléments de construction.
Norme ISO 10052 / NF S31-077 de 2005	Mesurage in-situ de l'isolement aux bruits aériens, et de la transmission des bruits de chocs ainsi que du bruit des équipements (*méthode de contrôle*).
Norme NF S31-080 de 2006	Bureaux & espaces associés – Niveaux et critères de performances acoustiques par type d'espace
NF S31-199 de 2016	Performance acoustique des espaces ouverts de bureaux.
NF-E90-020 de 2007	Méthodes de mesurage des réponses des constructions, des matériels sensibles et des occupants.
Norme NF-EN 60849 de1998	Systèmes électroacoustiques pour sonorisation de secours
Norme NF S 31-122-1 de 2017	Prescriptions relatives aux limiteurs, enregistreurs et afficheurs de pression acoustique utilisés lors d'activités de diffusion sonore amplifiée.

INFRASTRUCTURE	
Norme NF S31-089 de 1994	Code d'essai pour déterminer les caractéristiques des écrans installés in-situ.
Norme NF S31-088 de 1996	Mesurage du bruit dû au trafic ferroviaire en vue de sa caractérisation.
Norme NFS 31-085 de 2001	Caractérisation et mesurage des bruits de circulation sur une voie routière existante

ENVIRONNEMENT	
Norme NF S31-110 de 1985 & NFS 31-010 de 1996	Caractérisation et mesurage des bruits de l'environnement.
Norme NF S31-130 de 1995	Cartographie du bruit en milieu extérieur
Norme ISO 9613 (part 1 & 2) de 1996	Atténuation du son lors de sa propagation à l'air libre. – méthodes de calcul.
Norme NF S31-114 de 2011	Mesurage du bruit des éoliennes

INDUSTRIE	
Norme NF S31-013 de 1985	Evaluation de l'exposition du bruit en milieu professionnel et estimation du déficit auditif
Norme NF S31-084 de 2002	Méthode de mesurage des niveaux d'exposition au bruit en milieu de travail
Norme NF EN ISO 9612 de 2009	Evaluation de l'exposition au bruit en lieu de travail.

1.4 Conditions Météorologiques

Les conditions sont exprimées selon la classification de la norme NF S 31-010 « Caractérisation et mesurage des bruits dans l'environnement »

Les conditions météorologiques peuvent influer sur le résultat de deux manières :

1. Par perturbation du mesurage, en particulier par action sur le microphone. Il convient donc de ne pas faire de mesurage quand la vitesse du vent est supérieure à 5 m/s, ou en cas de pluie marquée ;
2. Lorsque la (les) source(s) de bruit est (sont) éloignée(s). Le niveau de pression acoustique mesuré est fonction des conditions de propagation liées à la météorologie. Cette influence est d'autant plus importante que l'on s'éloigne de la source.

Les conditions météorologiques sont exprimées à partir des caractéristiques «U» pour le vent et «T» pour la température.

- ***Définition des conditions aérodynamiques***

	Contraire	Peu contraire	De travers	Peu portant	Portant
Vent fort (> à 3 m/s)	U1	U2	U3	U4	U5
Vent moyen (1 à 3 m/s)	U2	U2	U3	U4	U4
Vent faible (< à 1 m/s)	U3	U3	U3	U3	U3

- ***Définition des conditions thermiques***

Période	Ensoleillement	Humidité	Vent	Ti
Jour	Fort	Sol sec	Faible ou moyen	T1
			Fort	T2
		Sol humide	Faible ou moyen ou fort	T2
	Moyen à faible	Sol sec	Faible ou moyen ou fort	T2
		Sol humide	Faible ou moyen	T2
			Fort	T3
Période de lever ou de coucher du soleil				T3
Nuit	Ciel nuageux	Faible ou moyen ou fort		T4
	Ciel dégagé	Moyen ou fort		T4
		Faible		T5

Ces estimations doivent être relevées heure par heure, pendant toute la durée de l'intervalle de mesurage et figurer sur le rapport de mesurage.

L'estimation qualitative de l'influence des conditions météorologiques se fait par l'intermédiaire de grille ci-dessous :

	U1	U2	U3	U4	U5	Etat Météorologique
T1		- -	-	-		atténuation très forte du niveau sonore
T2	- -	-	-	Z	+	atténuation forte du niveau sonore
T3	-	-	Z	+	+	nuls ou négligeables
T4	-	Z	+	+	+ +	renforcement faible du niveau sonore
T5		+	+	+ +		renforcement moyen du niveau sonore,

Les couples (T2-U5), (T3-U4/U5), (T5-U2/U3), (T4-U3/U4) sont ceux qui offrent la meilleure reproductibilité.

ANNEXE 2 : Fiches de mesures

Champigny Les Sables

Etat initial acoustique : Projet d'implantation d'un Parc d'Activités

Parc d'Activités Les Sables à Champigny

Arrêté du 23 janvier 1997 – Installation classée



Fichier	Futur-Parc-Activites_Champagny							
Commentaires	Etat initial acoustique							
Début	17:43:03 mercredi 20 novembre 2019							
Fin	12:38:32 jeudi 21 novembre 2019							
Durée élémentaire	1s							
Nombre total de périodes	68129							
Voie	Type	Pond.	Type de grandeur	Unité	Min.	Max.	Min.	Max.
Pt.1 - En LdP côté S-Ouest "Jour"	Leq	A	Pression	dB	40	80		
Pt.1 - En LdP côté S-Ouest "Jour"	Multispectres Oct Leq	Lin	Pression	dB	10	100	8Hz	16kHz
Pt.1 - En LdP côté S-Ouest "Nuit"	Leq	A	Pression	dB	30	70		
Pt.1 - En LdP côté S-Ouest "Nuit"	Multispectres Oct Leq	Lin	Pression	dB	0	80	8Hz	16kHz
Pt.2 - En LdP côté Ouest "Jour"	Leq	A	Pression	dB	40	60		
Pt.2 - En LdP côté Ouest "Jour"	Multispectres Oct Leq	Lin	Pression	dB	0	80	8Hz	16kHz
Pt.2 - En LdP côté Ouest "Nuit"	Leq	A	Pression	dB	30	60		
Pt.2 - En LdP côté Ouest "Nuit"	Multispectres Oct Leq	Lin	Pression	dB	0	70	8Hz	16kHz
Pt.3 - En LdP côté N-Est (PF)	Leq	A	Pression	dB	30	80		
Pt.4 - En LdP côté S-Ouest "Jour"	Leq	A	Pression	dB	50	80		
Pt.4 - En LdP côté S-Ouest "Jour"	Multispectres Oct Leq	Lin	Pression	dB	10	90	63Hz	8kHz
Pt.4 - En LdP côté S-Ouest "Nuit"	Leq	A	Pression	dB	30	80		
Pt.4 - En LdP côté S-Ouest "Nuit"	Multispectres Oct Leq	Lin	Pression	dB	10	80	63Hz	8kHz
Pt.5 - En ZER côté S-Ouest (PF)	Leq	A	Pression	dB	30	100		
Source	Code							
LAeq Résiduel "Jour"	10							
LAeq Résiduel "Nuit"	11							
Engin Agricole	7							

Type d'appareil	DUO (FW 2.47)	DUO (FW 2.47)	Solo	Solo	Solo
N° de série appareil	10379	10381	1100	2060	1101
Type capteur	Accredited_40CD	-----	-----	-----	-----
N° de série capteur	144883	144852	-----	-----	-----
Coordonnées	49° 15' 38,70 N 03° 57' 08,88 E	49° 15' 51,26 N 03° 57' 01,48 E	--° --' --.-- --° --' --.--	--° --' --.-- --° --' --.--	--° --' --.-- --° --' --.--
Fuseau horaire	(UTC+01:00) Bruxelles, Copenhague, Madrid, Paris				

Pt.1	**En limite de propriété côté Sud-Ouest** Giratoire restaurant La Garenne	Fiche 1.1 Les 20 & 21 novembre 2019

Vue



Localisation



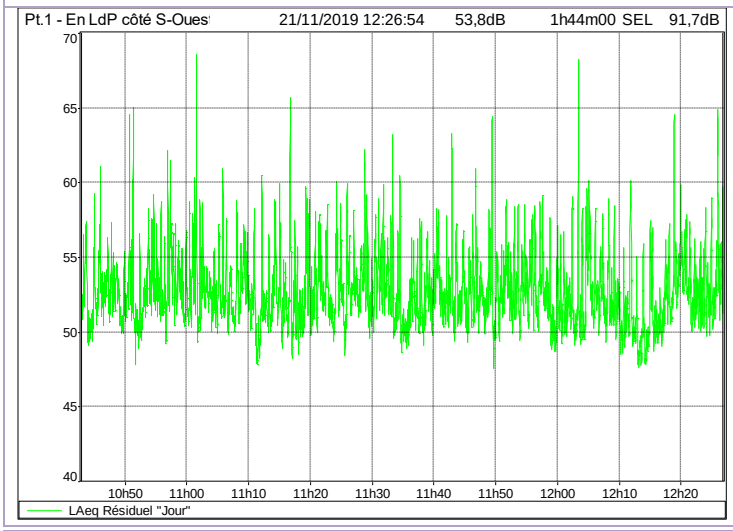
Description

- Type de mesures : « Résiduel »
- Période de mesurage : Jour
- Emplacement du microphone : à 1,5 m du sol
- Type de zone : Parc d'Activités

Conditions météorologiques

Journée	**Du 20 au 21 novembre 2019**		
Période	***Jour***	***Nuit***	***Jour***
Température	05°C	00°C	08°C
Vent	Est	Est	S-Est
Orientation Vent	Faible	Faible	Faible
Nébulosité	Nuageux	Dégagé	Nuageux

Evolution temporelle en période « diurne »



Niveaux sonores & indicateurs

Fichier	Futur-Parc-Activites_Champagny						
Lieu	Pt.1 - En LdP côté S-Ouest "Jour"						
Type de données Pondération	Leq A						
Début Fin	21/11/2019 10:42:55 21/11/2019 12:26:54						
Source	Leq particulier dB	Lmin dB	Lmax dB	L95 dB	L50 dB	L10 dB	Durée cumulée h:min:s
LAeq Résiduel "Jour"	53,8	47,5	68,6	49,6	52,3	56,2	01:43:57
Global	53,8	47,5	68,6	49,6	52,3	56,2	01:43:57

Commentaires

En période diurne, le paysage sonore est essentiellement caractérisé par les bruits provenant de la RN.31.

Situation sonore actuelle

- Niveau sonore ambiant : 54,0 dBA
- Zone d'ambiance sonore : **Modérée**

Pt.1	**En limite de propriété côté Sud-Ouest** Giratoire restaurant La Garenne	Fiche 1.2 Les 20 & 21 novembre 2019

Vue



Localisation



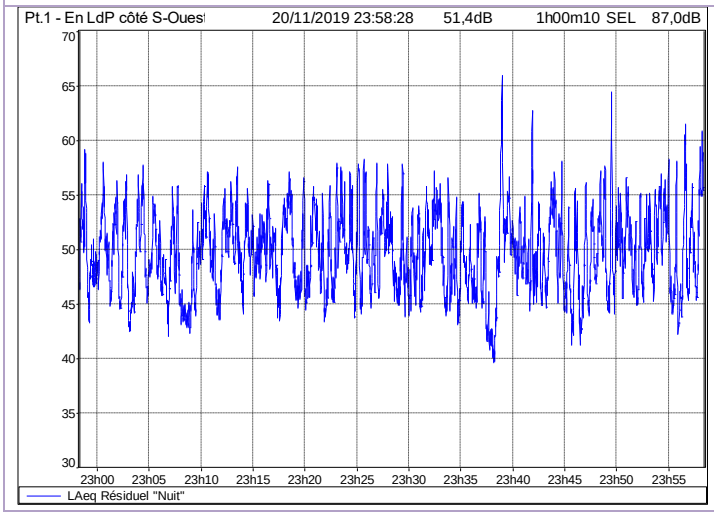
Description

- Type de mesures : « Résiduel »
- Période de mesurage : Nuit
- Emplacement du microphone : à 1,5 m du sol
- Type de zone : Parc d'Activités

Conditions météorologiques

Journée	**Du 20 au 21 novembre 2019**		
Période	***Jour***	***Nuit***	***Jour***
Température	05°C	00°C	08°C
Vent	Est	Est	S-Est
Orientation Vent	Faible	Faible	Faible
Nébulosité	Nuageux	Dégagé	Ensoleillé

Evolution temporelle en période « nocturne »



Niveaux sonores & indicateurs

Fichier	Futur-Parc-Activites_Champagny						
Lieu	Pt.1 - En LdP côté S-Ouest "Nuit"						
Type de données Pondération	Leq A						
Début Fin	20/11/2019 22:58:19 20/11/2019 23:58:28						
Source	Leq particulier dB	Lmin dB	Lmax dB	L95 dB	L50 dB	L10 dB	Durée cumulée h:min:s
LAeq Résiduel "Nuit"	51,4	39,6	65,9	44,0	49,5	54,5	01:00:05
Global	51,4	39,6	65,9	44,0	49,5	54,5	01:00:05

Commentaires

En période nocturne, le paysage sonore est essentiellement caractérisé par les bruits provenant de la RN.31.

Situation sonore actuelle

- Niveau sonore ambiant : 51,5 dBA
- Zone d'ambiance sonore : **Modérée**

Pt.2	**En limite de propriété côté Ouest** Chemin agricole	Fiche 2.1 Les 20 & 21 novembre 2019

Vue



Localisation



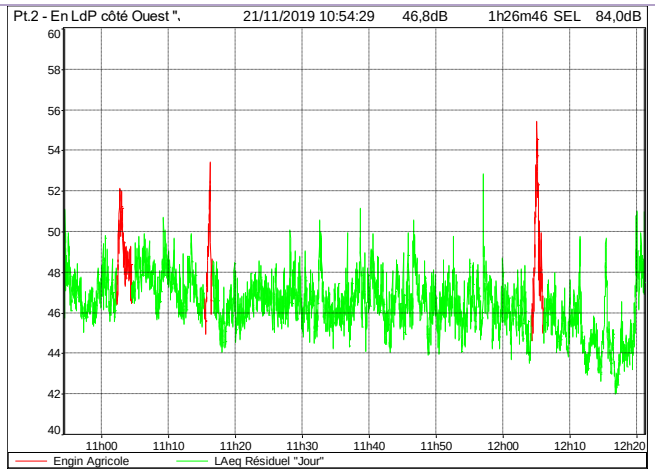
Description

- Type de mesures : « Résiduel »
- Période de mesurage : Jour
- Emplacement du microphone : à 1,5 m du sol
- Type de zone : Parc d'Activités

Conditions météorologiques

Journée	**Du 20 au 21 novembre 2019**		
Période	***Jour***	***Nuit***	***Jour***
Température	05°C	00°C	08°C
Vent	Est	Est	S-Est
Orientation Vent	Faible	Faible	Faible
Nébulosité	Nuageux	Dégagé	Ensoleillé

Evolution temporelle en période « diurne »



Niveaux sonores & indicateurs

Fichier	Futur-Parc-Activites_Champagny						
Lieu	Pt.2 - En LdP côté Ouest "Jour"						
Type de données	Leq						
Pondération	A						
Début	21/11/2019 10:54:29						
Fin	21/11/2019 12:21:14						
Source	Leq particulier dB	Lmin dB	Lmax dB	L95 dB	L50 dB	L10 dB	Durée cumulée h:min:s
LAeq Résiduel "Jour"	46,6	42,0	52,8	44,0	46,3	47,9	01:21:22
Engin Agricole	49,4	44,9	55,4	45,4	48,4	51,6	00:05:14
Global	46,8	42,0	55,4	44,0	46,4	48,2	01:26:36

Commentaires

En période diurne, le paysage sonore est essentiellement caractérisé par les bruits provenant de la RN.31.

Activités agricoles aléatoires.

Situation sonore actuelle

- Niveau sonore ambiant : 46,5,0 dBA
- Zone d'ambiance sonore : **Modérée**

Pt.2	**En limite de propriété côté Ouest** Chemin agricole	Fiche 2.2 Les 20 & 21 novembre 2019

Vue



Localisation



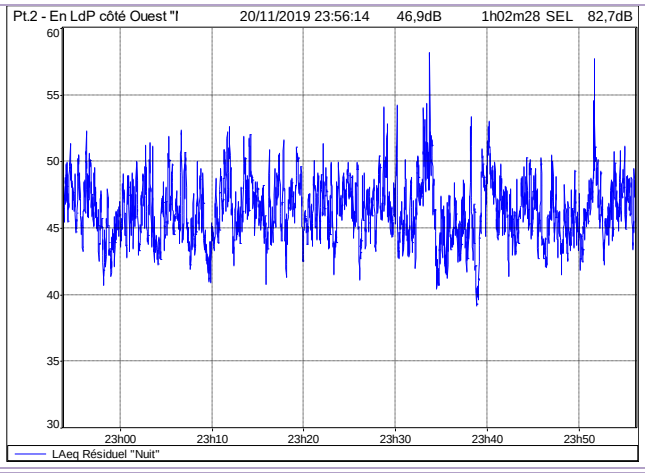
Description

- Type de mesures : « Résiduel »
- Période de mesurage : Nuit
- Emplacement du microphone : à 1,5 m du sol
- Type de zone : Parc d'Activités

Conditions météorologiques

Journée	**Du 20 au 21 novembre 2019**		
Période	***Jour***	***Nuit***	***Jour***
Température	05°C	00°C	08°C
Vent	Est	Est	S-Est
Orientation Vent	Faible	Faible	Faible
Nébulosité	Nuageux	Dégagé	Ensoleillé

Evolution temporelle en période « nocturne »



Niveaux sonores & indicateurs

Fichier	Futur-Parc-Activites_Champagny						
Lieu	Pt.2 - En LdP côté Ouest "Nuit"						
Type de données Pondération	Leq A						
Début Fin	20/11/2019 22:53:47 20/11/2019 23:56:14						
Source	Leq particulier dB	Lmin dB	Lmax dB	L95 dB	L50 dB	L10 dB	Durée cumulée h:min:s
LAeq Résiduel "Nuit"	46,9	39,1	58,2	42,6	46,1	49,1	01:02:26
Global	46,9	39,1	58,2	42,6	46,1	49,1	01:02:26

Commentaires

En période nocturne, le paysage sonore est essentiellement caractérisé par les bruits provenant de la RN.31.

Situation sonore actuelle

- Niveau sonore ambiant : 47,0 dBA
- Zone d'ambiance sonore : **Modérée**

Pt.3	**En limite de propriété côté Nord-Est** En haut du talus longeant l'A.26	Fiche 3.1 Les 20 & 21 novembre 2019

Vue



Localisation



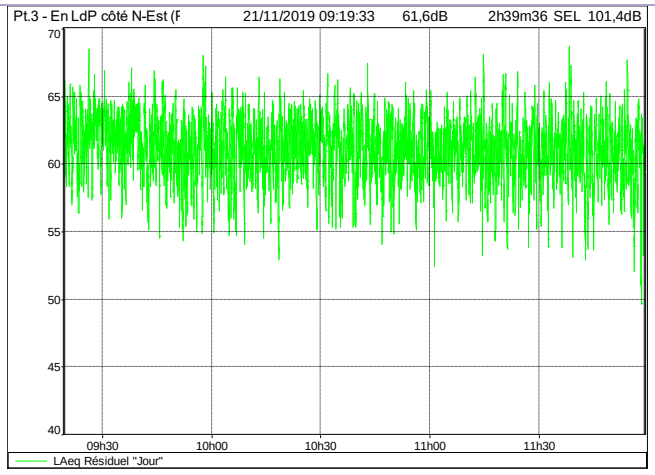
Description

- Type de mesures : « Résiduel »
- Période de mesurage : Jour
- Emplacement du microphone : à 1,5 m du sol
- Type de zone : Parc d'Activités

Conditions météorologiques

Journée	**Du 20 au 21 novembre 2019**		
Période	***Jour***	***Nuit***	***Jour***
Température	05°C	00°C	08°C
Vent	Est	Est	S-Est
Orientation Vent	Faible	Faible	Faible
Nébulosité	Nuageux	Dégagé	Ensoleillé

Evolution temporelle en période « diurne »



Niveaux sonores & indicateurs

Fichier	Futur-Parc-Activites_Champagny						
Lieu	Pt.3 - En LdP côté N-Est (PF)						
Type de données Pondération	Leq A						
Début Fin	21/11/2019 09:19:33 21/11/2019 11:59:08						
Source	Leq particulier dB	Lmin dB	Lmax dB	L95 dB	L50 dB	L10 dB	Durée cumulée h:min:s
LAeq Résiduel "Jour"	61,6	49,6	68,7	57,1	61,2	63,5	02:39:35
Global	61,6	49,6	68,7	57,1	61,2	63,5	02:39:35

Commentaires

En période diurne, le paysage sonore est essentiellement caractérisé par les bruits provenant de l'autoroute A.26.

Situation sonore actuelle

- Niveau sonore ambiant : 61,5 dBA
- Zone d'ambiance sonore : **Modérée**

Pt.3	**En limite de propriété côté Nord-Est** En haut du talus longeant l'A.26	Fiche 3.2 Les 20 & 21 novembre 2019

Vue



Localisation



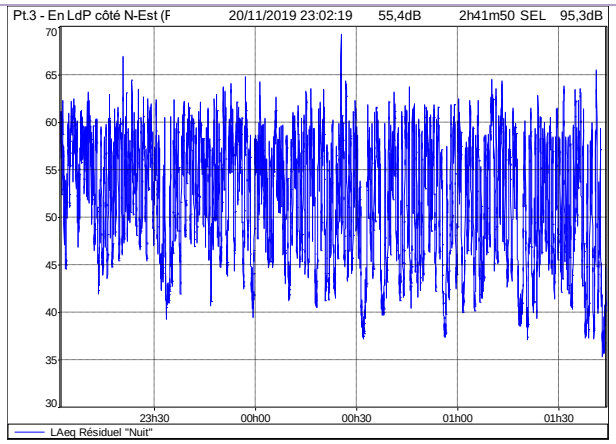
Description

- Type de mesures : « Résiduel »
- Période de mesurage : Nuit
- Emplacement du microphone : à 1,5 m du sol
- Type de zone : Parc d'Activités

Conditions météorologiques

Journée	**Du 20 au 21 novembre 2019**		
Période	***Jour***	***Nuit***	***Jour***
Température	05°C	00°C	08°C
Vent	Est	Est	S-Est
Orientation Vent	Faible	Faible	Faible
Nébulosité	Nuageux	Dégagé	Ensoleillé

Evolution temporelle en période « nocturne »



Niveaux sonores & indicateurs

Fichier	Futur-Parc-Activites_Champagny						
Lieu	Pt.3 - En LdP côté N-Est (PF)						
Type de données Pondération	Leq A						
Début Fin	20/11/2019 23:02:19 21/11/2019 01:44:08						
Source	Leq particulier dB	Lmin dB	Lmax dB	L95 dB	L50 dB	L10 dB	Durée cumulée h:min:s
LAeq Résiduel "Nuit"	55,4	35,3	69,2	40,9	52,7	59,4	02:41:49
Global	55,4	35,3	69,2	40,9	52,7	59,4	02:41:49

Commentaires

En période nocturne, le paysage sonore est essentiellement caractérisé par les bruits provenant de l'autoroute A.26.

Le talus limite la diffusion sonore de l'autoroute.

Situation sonore actuelle

- Niveau sonore ambiant : 55,5 dBA
- Zone d'ambiance sonore : **Modérée**

Pt.4	**En limite de propriété côté Sud-Est** Le long de la RD.275	Fiche 4.1 Les 20 & 21 novembre 2019

Vue



Localisation



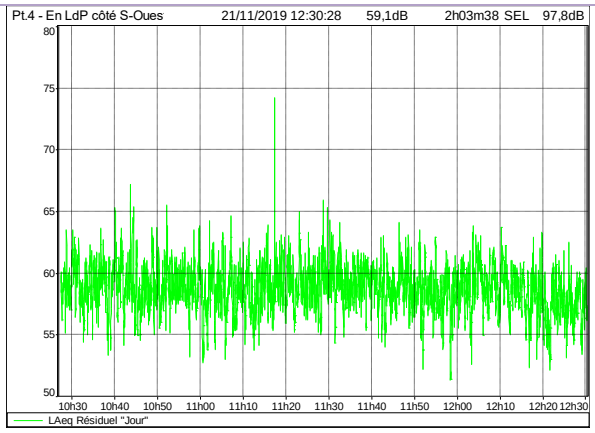
Description

- Type de mesures : « Résiduel »
- Période de mesurage : Jour
- Emplacement du microphone : à 1,5 m du sol
- Type de zone : Parc d'Activités

Conditions météorologiques

Journée	**Du 20 au 21 novembre 2019**		
Période	***Jour***	***Nuit***	***Jour***
Température	05°C	00°C	08°C
Vent	Est	Est	S-Est
Orientation Vent	Faible	Faible	Faible
Nébulosité	Nuageux	Dégagé	Ensoleillé

Evolution temporelle en période « diurne »



Niveaux sonores & indicateurs

Fichier	Futur-Parc-Activites_Champagny						
Lieu	Pt.4 - En LdP côté S-Ouest "Jour"						
Type de données Pondération	Leq A						
Début Fin	21/11/2019 10:26:51 21/11/2019 12:30:28						
Source	Leq particulier dB	Lmin dB	Lmax dB	L95 dB	L50 dB	L10 dB	Durée cumulée h:min:s
LAeq Résiduel "Jour"	59,1	51,3	74,2	55,4	58,7	60,8	02:02:58
Global	59,1	51,3	74,2	55,4	58,7	60,8	02:02:58

Commentaires

En période diurne, le paysage sonore est essentiellement caractérisé par les bruits diffus provenant des axes routiers longeant le site (RD.275 & A.26).

Situation sonore actuelle

- Niveau sonore ambiant : 59,0 dBA
- Zone d'ambiance sonore : **Modérée**

Pt.4	**En limite de propriété côté Sud-Est** Le long de la RD.275	Fiche 4.2 Les 20 & 21 novembre 2019

Vue



Localisation



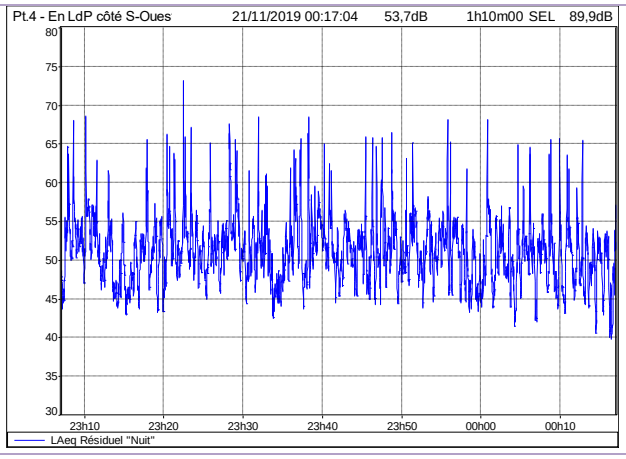
Description

- Type de mesures : « Résiduel »
- Période de mesurage : Nuit
- Emplacement du microphone : à 1,5 m du sol
- Type de zone : Parc d'Activités

Conditions météorologiques

Journée	**Du 20 au 21 novembre 2019**		
Période	***Jour***	***Nuit***	***Jour***
Température	05°C	00°C	08°C
Vent	Est	Est	S-Est
Orientation Vent	Faible	Faible	Faible
Nébulosité	Nuageux	Dégagé	Ensoleillé

Evolution temporelle en période « nocturne »



Niveaux sonores & indicateurs

Fichier	Futur-Parc-Activites_Champagny						
Lieu	Pt.4 - En LdP côté S-Ouest "Nuit"						
Type de données Pondération	Leq A						
Début Fin	20/11/2019 23:07:05 21/11/2019 00:17:04						
Source	Leq particulier dB	Lmin dB	Lmax dB	L95 dB	L50 dB	L10 dB	Durée cumulée h:min:s
LAeq Résiduel "Nuit"	53,7	39,8	73,1	44,6	50,9	55,7	01:09:59
Global	53,7	39,8	73,1	44,6	50,9	55,7	01:09:59

Commentaires

En période nocturne, le trafic routier sur le RD.275 est réduit et la contribution sonore de l'A.26 est prépondérante.

Situation sonore actuelle

- Niveau sonore ambiant : 53,5 dBA
- Zone d'ambiance sonore : **Modérée**

Pt.5	**En ZER côté Sud-Sud-Ouest** Le long de la RN.31	Fiche 5.1 Les 20 & 21 novembre 2019

Vue



Localisation



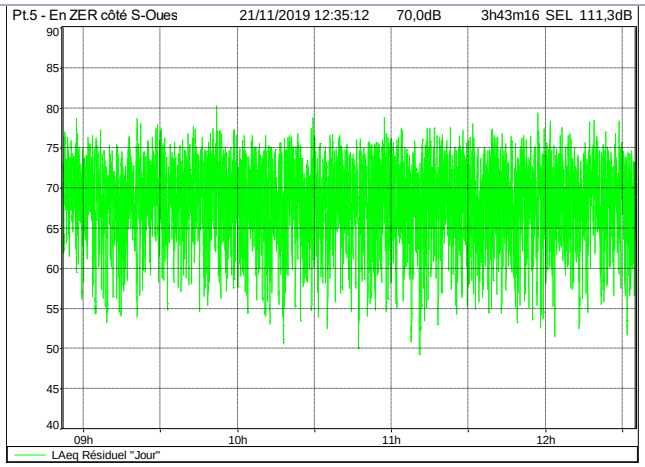
Description

- Type de mesures : « Résiduel »
- Période de mesurage : Jour
- Emplacement du microphone : à 1,5 m du sol
- Type de zone : Parc d'Activités

Conditions météorologiques

Journée	**Du 20 au 21 novembre 2019**		
Période	***Jour***	***Nuit***	***Jour***
Température	05°C	00°C	08°C
Vent	Est	Est	S-Est
Orientation Vent	Faible	Faible	Faible
Nébulosité	Nuageux	Dégagé	Nuageux

Evolution temporelle en période « diurne »



Niveaux sonores & indicateurs

Fichier	Futur-Parc-Activites_Champagny						
Lieu	Pt.5 - En ZER côté S-Ouest (PF)						
Type de données Pondération	Leq A						
Début Fin	21/11/2019 08:51:57 21/11/2019 12:35:12						
Source	Leq particulier dB	Lmin dB	Lmax dB	L95 dB	L50 dB	L10 dB	Durée cumulée h:min:s
LAeq Résiduel "Jour"	70,0	49,2	80,2	58,5	68,7	73,3	03:43:15
Global	70,0	49,2	80,2	58,5	68,7	73,3	03:43:15

Commentaires

En période diurne, le paysage sonore est essentiellement caractérisé par les bruits provenant de la RN.31.

Situation sonore actuelle

- Niveau sonore ambiant : 70,0 dBA
- Zone d'ambiance sonore : **Non modérée**

Pt.5	**En ZER côté Sud-Sud-Ouest** Le long de la RN.31	Fiche 5.2 Les 20 & 21 novembre 2019

Vue



Localisation



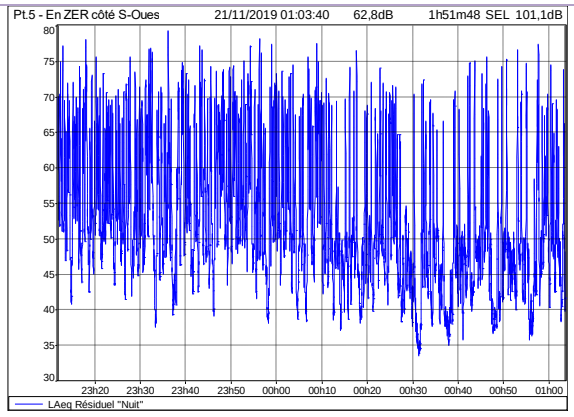
Description

- Type de mesures : « Résiduel »
- Période de mesurage : Nuit
- Emplacement du microphone : à 1,5 m du sol
- Type de zone : Parc d'Activités

Conditions météorologiques

Journée	**Du 20 au 21 novembre 2019**		
Période	***Jour***	***Nuit***	***Jour***
Température	05°C	00°C	08°C
Vent	Est	Est	S-Est
Orientation Vent	Faible	Faible	Faible
Nébulosité	Nuageux	Dégagé	Ensoleillé

Evolution temporelle en période « nocturne »



Niveaux sonores & indicateurs

Fichier	Futur-Parc-Activites_Champagny						
Lieu	Pt.5 - En ZER côté S-Ouest (PF)						
Type de données Pondération	Leq A						
Début Fin	20/11/2019 23:11:53 21/11/2019 01:03:40						
Source	Leq particulier dB	Lmin dB	Lmax dB	L95 dB	L50 dB	L10 dB	Durée cumulée h:min:s
LAeq Résiduel "Nuit"	62,8	33,5	79,3	39,1	50,5	67,4	01:51:47
Global	62,8	33,5	79,3	39,1	50,5	67,4	01:51:47

Commentaires

En période nocturne, le paysage sonore est essentiellement caractérisé par les bruits provenant de la RN.31.

Situation sonore actuelle

- Niveau sonore ambiant : 63,0 dBA
- Zone d'ambiance sonore : **Non modérée**

PROJET « PARC ZONE DES SABLES »

CHAMPIGNY [Marne/51]



VOLET AIR & SANTE

ÉTAT ACTUEL & ANALYSE DES IMPACTS

Réf N : 190 810 139a
V3

19 décembre 2023

TechniSim Consultants

Suivi des modifications

Nom du fichier	Version	Date	Contenu	Objet des modifications	Rédacteurs	Relecteur	Superviseur
Rapport_étude_Champigny_Sables_Reims_Air_Santé_état_actuel_N1	1	10/12/2019	État actuel	Première version	TS	CC	RG
Rapport_étude_Champigny_Parc_Zone_des_Sables_Air_Santé_état_actuel_N2	2	11/08/2023	État actuel	Mise à jour de l'état actuel	TS	RG	RG
Rapport_étude_Champigny_Parc_Zone_des_Sables_Air_Santé_N3	3	19/12/2023	État actuel Analyse des impacts	Ajout de l'analyse des impacts	TS	CC	RG

INGEA

276 avenue de l'Europe
44240 Sucé-sur-Erdre

Projet Parc Zone des Sables
Champigny [Marne/51]

Volet Air & Santé

État actuel & Analyse des impacts

TECHNISIM Consultants

316 rue Paul Bert
69003 LYON

Fixe : 04 37 69 92 80

technisim@wanadoo.fr

SOMMAIRE

Préambule 11
1. Contexte général 12
2. Contexte législatif 13
3. Présentation du projet 14
4. Présentation du volet Air et santé 15
4.1. Définition des paramètres de l'étude 15
4.2. Définition du niveau de l'étude 16
4.3. Contenu de l'étude complète 17
État Actuel 18
5. Contenu de l'état actuel 19
6. Contentieux européen et sanctions financières 20
7. Documents de Planification, plans et programmes en lien avec la qualité de l'air – Compatibilité du projet 21
8. Identification des principales sources d'émissions atmosphériques 31
8.1. Inventaire des émissions 31
8.2. Réseaux de transports 32
8.3. Secteurs résidentiel et tertiaire 33
8.4. Secteur agricole 34
8.5. Registre des émissions polluantes (secteur industriel) 34
8.6. Synthèse 34
9. Qualité de l'air 35
9.1. Abaissement des seuils OMS de référence en 2021 35
9.2. Procédure de révision de la directive européenne sur l'air ambiant et un air pur pour l'Europe 36
9.3. Bilan de la qualité de l'air en région Grand Est en 2022 37
9.4. Zones couvertes par un PPA 38
9.5. Zones sensibles pour la qualité de l'air 38
9.6. Procédures d'information et d'alerte 39
9.6.1. Fonctionnement de la procédure 39
9.6.2. Historique des dépassements 40
9.7. Données ATMO Grand Est 41
9.7.1. Mesures réalisées par ATMO Grand Est 41
9.7.2. Indice ATMO 42
9.7.3. Modélisations ATMO Grand Est au niveau de la zone d'étude 43
9.8. Exposition de la population 44
9.9. Synthèse 45
10. Impact sanitaire de la pollution atmosphérique sur la santé 46
10.1. Morbidité et coûts associés 46
10.2. Mortalité 47
11. Analyse de la zone d'étude 52
11.1. Recensement des projets pouvant induire des effets cumulés 52
11.2. Données météorologiques et topographiques 52
11.3. Occupation des sols 54
11.4. Identification des zones à enjeux sanitaires par ingestion 54
11.5. Analyse de la population de la zone d'étude 55
11.6. Identification des établissements vulnérables 56
11.7. Synthèse 57
12. Mesures *in situ* 58
12.1. Déroulement de la campagne de mesure 58
12.2. Conditions météorologiques lors de la campagne 59
12.3. Résultats des mesures 59
12.3.1. Particules PM10 et PM2,5 59
12.3.2. Dioxyde d'azote 61
12.4. Synthèse des résultats 62
Conclusion de l'état actuel 64
13. Perspective d'évolution de l'état actuel 65
14. Conclusion de l'état actuel 65
Analyse des Impacts 69
15. Contenu de l'analyse des impacts 70
16. Impacts du projet sur la qualité de l'air en phase chantier 71
16.1. Quantification des émissions liées aux activités du chantier 71
16.2. Mesures de réduction des émissions liées aux activités du chantier 73
16.2.1. Mesures de réduction des gaz d'échappement des engins 73
16.2.2. Mesures de réduction des émissions de poussières 73
16.2.3. Mesures de réduction des émissions de COV et de HAP 74
16.2.4. Charte Chantiers Verts 74
16.3. Synthèse 74
17. Impact du projet sur la qualité de l'air en phase exploitation 75
17.1. Émissions provenant des bâtiments créés 75
17.1.1. Généralités – émissions atmosphériques des secteurs résidentiel et tertiaire 75

17.1.2. Émissions atmosphériques issues des bâtiments 81
17.1.3. Impacts du projet (secteur tertiaire) sur la qualité de l'air 81
17.2. Impact du trafic automobile moyen journalier annuel lié à l'exploitation du projet 82
17.2.1. Méthodologie 82
17.2.2. Indice VK 84
17.2.3. Évaluation des consommations énergétiques 84
17.2.4. Émissions de polluants atmosphériques sur le réseau d'étude 85
17.2.5. Simulation numérique de la dispersion atmosphérique 89
17.3. Conclusion de l'impact du trafic routier lié au projet sur la qualité de l'air 102
18. Impacts du projet sur la santé – évaluation quantitative des risques sanitaires [EQRS] 103
18.1. Hypothèses de travail retenues 103
18.2. Contenu et démarche de l'EQRS 104
18.3. Évaluation de l'indicateur sanitaire pour les effets à seuil - Quotients de danger... 110
18.4. Évaluation de l'indicateur sanitaire pour les effets sans seuils : calcul de l'Excès de Risque Individuel (ERI) 113
18.5. Évaluation de l'indicateur sanitaire pour les effets aigus : comparaison avec les recommandations de l'OMS 115
18.6. Incertitudes relatives à l'EQRS 116
18.7. Synthèse de l'EQRS – Impact du projet sur la santé 117
19. Impact du projet sur les émissions de gaz à effet de serre du réseau d'étude 118
19.1. Généralités : GES et transport routier 118
19.2. Émissions de GES sur le réseau d'étude 118
20. Coûts collectifs des gaz à effet de serre et des impacts sanitaires de la pollution atmosphérique 120
20.1. Coûts sanitaires liés aux émissions de polluants atmosphériques 120
20.1.1. Généralités 120
20.1.2. Coûts liés aux émissions du trafic routier du réseau d'étude 120
20.2. Coûts liés aux émissions de gaz à effet de serre 122
21. Effets de la pollution atmosphérique et des GES sur la santé et le climat 123
21.1. Effets généraux de la pollution atmosphérique sur la santé 123
21.2. Changements climatiques 127
21.3. Impacts directs des canicules et des fortes chaleurs sur la santé 128
21.4. Impacts du changement climatique et de la pollution atmosphérique sur les maladies allergiques 133
21.5. Impacts du changement climatique sur les maladies infectieuses et vectorielles ... 134
21.6. Impacts du changement climatique sur les concentrations en polluants atmosphériques 136
22. Effets de la pollution atmosphérique sur la faune, la flore, le sol et les bâtiments 138
22.1. Effets sur les sols 138
22.2. Effets sur la végétation 138
22.3. Effets sur la faune 140
22.4. Effets sur les bâtiments 141
23. Qualité de l'air intérieur 142
23.1. Présentation 142
23.2. Polluants 142
23.3. Recommandations 143
24. Mesures d'évitement, de réduction et de compensation des impacts 144
24.1. Mesures d'évitement 145
24.2. Mesures de réduction 145
24.3. Aménagements du territoire 145
24.4. Lutte contre les îlots de chaleur urbains 146
Conclusion – Analyse des Impacts 147
25. Conclusion de l'analyse des impacts 148
Annexes 150
Annexe n°1 : Glossaire 151
Annexe n°2 : Fiches descriptives - mesures *in situ* 153
Annexe n°3 : Conditions météorologiques lors de la campagne de mesure *in situ* et normales 157
Annexe n°4 : Résultats de mesures des stations Atmo Grand-Est 162
Annexe n°5 : Historique des données sanitaires 164
Annexe n°6 : Métrologie des polluants 167
Annexe n°7 : Présentation des substances mesurées 170
Annexe n°8 : Réglementation des polluants atmosphériques 173
Annexe n°9 : Lignes directrices de l'OMS 175
Annexe n°10 : Données trafic considérées dans l'étude 176
Contact 178

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation du projet 14
Figure 2 : Plan masse du projet parc des Sables 14
Figure 3 : Zone d'étude du volet Air et Santé 16
Figure 4 : Situation contentieuse de la France au titre de la qualité de l'air (décembre 2020) .. 20
Figure 5 : Articulations des plans et schémas (Source : SRADDET, 2018) 21
Figure 6 : Bilan des émissions annuelles pour la CU du Grand Reims (estimations faites en 2022 pour l'année 2020) (source : Observatoire Climat Air Énergie Grand Est) 31
Figure 7 : Réseaux de transport aux environs du projet 32
Figure 8 : Carte des Trafics Moyens Journaliers Annuels (TMJA) aux environs du projet (source : DREAL Grand Est) 32
Figure 9 : Environnement du projet par typologie de bâtiments 33
Figure 10 : Identification des zones agricoles en 2021 à proximité du projet par type de culture 34
Figure 11 : Évolution des recommandations de l'OMS pour les PM10, PM2,5, le NO_2, l'O_3, le SO_2 et le CO selon la référence OMS de 2005 et de 2021 35
Figure 12 : Recommandations de l'OMS pour le NO_2, le SO_2 et le CO n'ayant pas été réévaluées et restant valides 36
Figure 13 : Zone couverte par le PPA de l'agglomération Rémoise (Source : PPA agglomération Rémoise 2015) 38
Figure 14 : Emplacement des zones sensibles en ex-Champagne-Ardennes au sens du SRCAE (2012) 39
Figure 15 : Nombre de jours sous procédures d'information et d'alerte pour la Marne entre 2018 et 2022 (Source : ATMO Grand Est) 40
Figure 16 : Localisation des stations de mesure les plus proches du projet 41
Figure 17 : Seuils et couleurs du nouvel indice ATMO entré en vigueur le 1er janvier 2021 42
Figure 18 : Évolution et répartition des indices ATMO 2022 pour la commune de Champigny (source ATMO Data) 42
Figure 19 : Modélisations réalisées par ATMO Grand Est – Concentrations moyennes annuelles en NO_2, 2021 43
Figure 20 : Modélisations réalisées par ATMO Grand Est – Concentrations moyennes annuelles en PM10, 2021 43
Figure 21 : Modélisations réalisées par ATMO Grand Est – Concentrations moyennes annuelles en PM2,5, 2021 43
Figure 22 : Poids total de l'exposition à long terme aux PM2,5 sur la mortalité de la population âgée de 30 ans et plus à l'échelle communale, du 1er janvier 2016 au 31 décembre 2019 en France métropolitaine (en %) (source : Santé Publique France) 48
Figure 23 : Poids total de l'exposition à long terme au NO_2 sur la mortalité de la population âgée de 30 ans et plus à l'échelle communale, du 1er janvier 2016 au 31 décembre 2019 en France métropolitaine (en %) (source : Santé Publique France) 49
Figure 24 : Poids total de l'exposition à long terme aux PM2,5 sur l'espérance de vie de la population âgée de 30 ans et plus à l'échelle communale, du 1er janvier 2016 au 31 décembre 2019 en France métropolitaine (en %) (source : Santé Publique France) 49
Figure 25 : Orientations d'aménagement du PLU de Champigny (Source : PLU) 52
Figure 26 : Rose des vents (source : meteoblue.com) 53
Figure 27 : Vitesse du vent (source : meteoblue.com) 53
Figure 28 : Topographie autour du projet (source : topographic-map.com) 53
Figure 29 : Composition de la zone d'étude (Corine Land Cover 2018) 54
Figure 30 : Occupation du sol détaillée en 2018 (source : Urban Atlas 2018) 54
Figure 31 : Emplacement des jardins potagers et zones cultivées au sein de la zone d'étude 55
Figure 32 : Population dans la zone d'étude répartie en carreaux de 200m de côté (données carroyées INSEE 2017 publiées en 2022) 55
Figure 33 : Bâtiments vulnérables situés dans la zone d'étude 56
Figure 34 : Réceptacle, tube passif pour le NO_2 et micro-capteur laser pour les particules 58
Figure 35 : Emplacements des points de mesure *in situ* 58
Figure 36 : Résultats des mesures de particules PM10 et PM2,5 au point n°2 59
Figure 37 : Résultats des mesures en dioxyde d'azote 61
Figure 38 : Résultats des mesures *in situ* 63
Figure 39 : Synthèse des enjeux 68
Figure 40: Inventaires des émissions pour la France métropolitaine – Particules TSP 75
Figure 41: Inventaires des émissions pour la France métropolitaine – Particules PM10 76
Figure 42: Inventaires des émissions pour la France métropolitaine – Particules PM2,5 76
Figure 43: Inventaires des émissions pour la France métropolitaine – Particules PM1,0 77
Figure 44: Inventaires des émissions pour la France métropolitaine – Carbone suie 77
Figure 45: Émissions des substances acidifiantes, eutrophisantes et contribuant à la pollution photochimique provenant du secteur résidentiel-tertiaire en France métropolitaine 78
Figure 46: Part des émissions du secteur résidentiel-tertiaire dans les émissions totales de France métropolitaine – substances acidifiantes, eutrophisantes et contribuant à la pollution photochimique 79
Figure 47: Émissions des métaux provenant du secteur résidentiel-tertiaire en France métropolitaine 80
Figure 48: Part des émissions du secteur résidentiel-tertiaire dans les émissions totales de France métropolitaine – métaux 80
Figure 49 : Brins considérés / Réseau d'étude 82
Figure 50 : Évolution de la composition du parc de voitures particulières selon la motorisation et les classes de véhicules, en proportion – version 2022 scénario AME des parcs IFSTTAR (Source : HBEFA) 83
Figure 51: Indices VK sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle 84
Figure 52 : Consommations de carburant sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle 85
Figure 53 : Évolution moyenne des émissions de polluants (tous polluants confondus considérés) sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle comparativement à la situation actuelle 86
Figure 54 : Émissions d'oxydes d'azote (éq.NO_2) sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle 87
Figure 55 : Émissions de monoxyde d'azote et dioxyde d'azote sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle 87
Figure 56 : Émissions de particules à l'échappement sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle 87
Figure 57 : Émissions de particules PM10 et PM2,5 sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle 87
Figure 58 : Émissions de CO sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle 88
Figure 59 : Émissions de COVNM sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle 88
Figure 60 : Émissions de benzène sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle 88
Figure 61 : Émissions de dioxyde de soufre sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle 88

Figure 62 : Émissions d'arsenic sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle 89
Figure 63 : Émissions de nickel sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle 89
Figure 64 : Émissions de benzo(a)pyrène sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle 89
Figure 65: Modélisation gaussienne d'un panache 90
Figure 66: Rose des vents utilisée pour les simulations 90
Figure 67: Terrain numérique utilisé dans les modélisations et grille de calcul 91
Figure 68: Emplacement des récepteurs ponctuels et zones sur la grille de calcul 91
Figure 69 : Concentrations en NO_2 – Moyenne annuelle – Situation N°0 – Horizon actuel – 2023 95
Figure 70 : Concentrations en NO_2 – Moyenne annuelle – Situation N°1 – 2027 – Sans projet 95
Figure 71 : Concentrations en NO_2 – Moyenne annuelle – Situation N°2 – 2027 – Avec projet 95
Figure 72 : Différence de concentration en dioxyde d'azote entre la situation projet et fil de l'eau à l'horizon futur 2027 (Situation 2-situation 1) 95
Figure 73 : Variation en µg/m^3 de la concentration en NO_2 (moyenne annuelle) induite par le projet comparativement à la situation fil de l'eau au niveau de chacun des lieux vulnérables existants, en 2027 96
Figure 74 : Concentrations en PM10 – Moyenne annuelle – Situation N°0 - Horizon actuel – 2023 97
Figure 75 : Concentrations en PM10 – Moyenne annuelle – Situation N°1 – 2027 – Sans projet 97
Figure 76 : Concentrations en PM10 – Moyenne annuelle – Situation N°2 – 2027 – Avec projet 98
Figure 77 : Différence de concentration en PM10 entre la situation projet et fil de l'eau à l'horizon futur 2027 (situation 2 - situation 1) 98
Figure 78 : Variation en µg/m^3 de la concentration en PM10 (moyenne annuelle) induite par le projet comparativement à la situation fil de l'eau au niveau de chacun des lieux vulnérables existants, en 2027 98
Figure 79 : Concentrations en PM2,5 – Moyenne annuelle – Situation N°0 - Horizon actuel – 2023 99
Figure 80 : Concentrations en PM2,5 – Moyenne annuelle – Situation N°1 – 2027 – Sans projet 99
Figure 81 : Concentration en PM2,5 – Moyenne annuelle – Situation N°2 – 2027 – Avec projet 99
Figure 82 : Différence de concentration en PM2,5 entre la situation projet et fil de l'eau à l'horizon futur 2027 (Situation 2-situation 1) 100
Figure 83 : Variation en µg/m^3 de la concentration en PM2,5 (moyenne annuelle) induite par le projet comparativement à la situation fil de l'eau au niveau de chacun des lieux vulnérables existants, en 2027 100
Figure 84 : Évolution pour les principaux polluants des concentrations maximales modélisées sur la zone d'étude aux horizons futurs 2027 (situations fil de l'eau et projet) comparativement à la situation actuelle 102
Figure 85 : Schéma conceptuel de la démarche d'ERS 103
Figure 86: Logigramme – Choix des Valeurs Toxicologiques de Référence 105
Figure 87 : Quotients de danger cumulés par organes -cibles- Scénario enfant en bas âge – Crèche la plus exposée 110
Figure 88 : Quotients de danger cumulés par organes-cibles- Scénario résident 111
Figure 89 : Quotients de danger cumulés par organes-cibles- Scénario travailleur 111
Figure 90 : ERI cumulés – scénario enfant (de 0 à 11 ans) - Crèches existantes 113
Figure 91 : ERI cumulés – scénario résident 114
Figure 92 : ERI cumulés – scénario travailleur 114
Figure 93 : Évolution des émissions de GES en équivalent CO_2 du transport routier (Source : Citepa, avril 2023 - Format SECTEN) 118
Figure 94 : Émissions de GES par type de transports en France (source : D'après les données DataLAB Climat ; Chiffres clés du climat France, Europe et Monde - édition 2023 ; Ministère de la Transition Énergétique) 118
Figure 95: Émissions des gaz à effet de serre (kg équivalent 100 ans CO_2/jour) sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle 119
Figure 96: Proportions de dioxyde de carbone, de méthane et de protoxyde d'azote dans les émissions de GES calculées sur le réseau d'étude 119
Figure 97 : Coût annuel de la pollution atmosphérique émise sur le réseau d'étude 121
Figure 98 : Coût annuel des émissions de GES sur le réseau d'étude 122
Figure 99: Pénétration des particules dans l'organisme 124
Figure 100 : Évolution des températures moyennes annuelles en France depuis 1900 (Source : Météo France) 127
Figure 101 : Les 10 années les plus chaudes en France depuis 1900 (Source : Météo France) (Source : 127
Figure 102 : Caractéristiques des différentes vagues de chaleur de l'été 2022 en France métropolitaine (source : Santé Publique France) 128
Figure 103 : Nombre de jours de canicule par département pendant l'été 2022 (source : Santé Publique France) 129
Figure 104 : Nombre quotidien de passages aux urgences, d'hospitalisations, d'actes SOS Médecins, pour iCanicule, Grand Est, du 1er juin au 15 septembre 2022 (source : Santé Publique France) 130
Figure 105 : Sévérité des vagues de chaleur et surmortalité relative (% de décès en excès) par département pour les jours de dépassement des seuils d'alerte de l'été 2022, France métropolitaine (source : Santé Publique France) 130
Figure 106 : Mortalité en excès pendant les deux canicules, par âge, sur les périodes et les départements concernés par des dépassements des seuils d'alerte biométéorologiques, Grand Est, été 2022 (source : Santé Publique France ; données extrapolées) 130
Figure 107 : Vagues de chaleur recensées en France sur la période 1947 - aout 2023 (source : météo France) 131
Figure 108 : Évolution du nombre de jours de vagues de chaleur en France par an selon le scénario RCP8.5 (sans politique climatique) et les modèles Aladin de Météo-France (en haut) et WRF de l'IPSL (en bas) ; échelle graduée de 10 à 80 jours (source : http://www.drias-climat.fr) 132
Figure 109 : Calendrier pollinique 2022 issu des mesures de pollens à Reims (source : RNSA) 133
Figure 110 : Carte d'implantation du moustique tigre au 1er janvier 2023 en France métropolitaine 134
Figure 111 : Recensement des cas autochtones de maladies transmises par des vecteurs moustiques 135
Figure 112 : Impact de la baisse des émissions anthropiques en 2030 sur les concentrations de PM10 par rapport à 2013 (scénario émissions 2030 - scénario émissions 2013) à météo 2013 constante (source : CLIMAERA) 137

Figure 113 : Impact de la météo future 2030 sur les concentrations moyennes annuelles de PM10 par rapport à 2013 (scénario météo 2030 - scénario météo 2013) à émissions 2013 constantes (source : CLIMAERA) 137
Figure 114 : Principales sources de pollution de l'air intérieur en habitat (source : Ademe)... 142
Figure 115 : Étiquette des émissions en polluants volatils des produits de construction et de décoration 143
Figure 116 : Évolution de la température moyenne horaire sur la période de mesure 157
Figure 117 : Évolution de la pression atmosphérique lors de la période de mesure..... 158
Figure 118 : Origine et fréquence des vents lors de la période de mesure 159
Figure 119 : Répartition des vitesses des vents moyens pendant la campagne de mesure selon l'échelle de Beaufort..... 160
Figure 120 : Précipitations enregistrées lors de la période de mesure..... 161
Figure 121 : Ensoleillement enregistré lors de la période de mesure..... 161
Figure 122 : Nombre de mois de perte d'espérance de vie - moyenne dans l'UE due aux particules fines (PM2,5) [Source : International Institute for Applied Systems Analysis]..... 164
Figure 123 : Échantillonneur passif pour le dioxyde d'azote (Passam)..... 167
Figure 124 : Micro-capteur laser utilisé pour les mesures en continu..... 169
Figure 125 : taille des particules – échelle et ordre de grandeur (source : CITEPA) 171
Figure 126 : Brins considérés..... 176

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Largeur minimale de la bande d'étude selon la charge de trafic 15
Tableau 2 : Type d'étude en fonction de la charge prévisionnelle de trafic et de la densité du bâti..... 16
Tableau 3 : Polluants à prendre en compte pour une étude de niveau I selon la note technique du 22 février 2019 17
Tableau 4 : Présentation des principaux documents de planification sur la qualité de l'air, l'environnement et la santé et cohérence du projet 22
Tableau 5 : Émissions annuelles de la CU du Grand Reims en polluants atmosphériques et GES, en 2005, 2010, 2015 et 2021 (source : Données Observatoire Climat Air Énergie Grand Est)..... 31
Tableau 6 : Valeurs limites réglementaires actuelles et proposition de révision par la Commission Européenne des valeurs limites pour la protection de la santé humaine devant être atteintes au plus tard le 1er janvier 2030..... 36
Tableau 7 : Seuils de déclenchement des niveaux d'information et d'alerte 40
Tableau 8 : Caractéristiques des stations de mesure ATMO Grand-Est..... 41
Tableau 9 : Indicateurs d'exposition aux poussières (PM10) et au dioxyde d'azote (NO_2) – 2018 (source : Atmo Grand-Est)..... 44
Tableau 10 : Estimation du nombre de décès prématurés attribuables aux différents polluants atmosphériques pour l'année 2020 et nombre d'année de vie perdues attribuables à la pollution atmosphérique en 2020 - Union Européenne et France (Source : EEA Air quality in Europe 2022)..... 47
Tableau 11 : Poids total de l'exposition à long terme aux PM2,5 et au NO_2 sur la mortalité et l'espérance de vie de la population âgée de 30 ans et plus en France métropolitaine du 1er janvier 2016 au 31 décembre 2019 (IC95 %) 50
Tableau 12 : Impact des PM10 et du NO_2 à court terme sur la mortalité en France métropolitaine du 16 mars au 22 juin 2020 (IC95%)..... 51
Tableau 13 : Impact de la diminution des concentrations de PM2,5 et de NO_2 sur la mortalité et l'espérance de vie en France métropolitaine du 1er juillet 2019 au 30 juin 2020 (IC95 %)..... 51
Tableau 14 : Projets inscrits au PLU hors projet faisant l'objet du présent document..... 52
Tableau 15 : Normales climatologiques à la station Météo-France « Reims-Champagne » 52
Tableau 16 : Jardins potagers / vergers individuels possiblement identifiés aux abords du projet 55
Tableau 17 : Caractéristiques des ménages de la zone d'étude en 2017 (données carroyées INSEE 2017 publiées en 2022)..... 55
Tableau 18 : Population de la zone d'étude par tranches d'âges en 2017 (données carroyées INSEE 2017 publiées en 2022) 56
Tableau 19 : Liste des bâtiments vulnérables situés dans la zone d'étude 56
Tableau 20 : Résultats des mesures en continu des particules PM10 et PM2,5 en moyennes journalières et valeur maximale de la journée pour le point n°2 60
Tableau 21 : Mesures d'ATMO Grand-Est en particules PM10 et PM2,5 du 5 au 16 novembre 2019 60
Tableau 22 : Résultats des mesures de dioxyde d'azote [µg/m³] 61
Tableau 23 : Données d'ATMO Grand-Est disponibles sur les concentrations en NO_2 mesurées du 5 au 16 novembre 2019..... 62
Tableau 24 : Synthèse de l'état actuel et enjeux 66
Tableau 25 : Polluants à prendre en compte pour une étude de niveau I selon la note technique du 22 février 2019..... 70
Tableau 26: Ampleur relative des émissions de polluants atmosphériques dues aux activités de construction..... 72
Tableau 27: Indices VK sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle 84
Tableau 28: Consommations de carburant sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle 85
Tableau 29 : Émissions de polluants en moyenne journalière annuelle sur le réseau d'étude pour les situations étudiées..... 85
Tableau 30 : Évolution des émissions en moyenne journalière annuelle pour les principaux polluants sur le réseau d'étude - par polluant..... 86
Tableau 31 : Concentrations maximales relevées sur la grille de calcul..... 92
Tableau 32 : Concentrations maximales au niveau de la crèche la plus exposée 92
Tableau 33 : Concentrations maximales sur l'emprise projet 93
Tableau 34 : Résultats des modélisations pour le dioxyde d'azote – moyenne annuelle 94
Tableau 35 : Résultats des modélisations pour le dioxyde d'azote – maximum horaire 94
Tableau 36 : Résultats des modélisations pour les particules PM10 – moyenne annuelle..... 97
Tableau 37 : Résultats des modélisations pour les particules PM10 – maximum journalier 97
Tableau 38 : Résultats des modélisations pour les particules PM2,5 – moyenne annuelle..... 99
Tableau 39 : Tableau récapitulatif des normes de la qualité de l'air mentionnées dans la réglementation française..... 101
Tableau 40 : Valeurs toxicologiques de référence des substances considérées pour les effets à seuils – Exposition CHRONIQUE – Inhalation..... 106
Tableau 41 : Valeurs toxicologiques de référence des substances considérées pour les effets SANS seuils - Inhalation 107
Tableau 42 : Scénarios d'exposition « enfant en bas âge » et paramètres considérés..... 109
Tableau 43 : Scénario d'exposition « enfant » et paramètres considérés 109
Tableau 44 : Scénario d'exposition « Travailleur » et paramètres considérés 109
Tableau 45 : Scénario d'exposition « Résident » et paramètres considérés 109
Tableau 46 : Quotients de dangers par composé au niveau de la crèche la plus exposée – scénario enfant en bas âge 110
Tableau 47 : Quotients de dangers par composé pour le scénario résident..... 111
Tableau 48 : Quotients de dangers maximaux par composé pour le scénario travailleur 111
Tableau 49 : Comparaison aux recommandations de l'OMS pour les substances sans VTR – NO_2 112
Tableau 50 : Comparaison aux recommandations de l'OMS pour les substances sans VTR – PM10..... 112
Tableau 51 : Comparaison aux recommandations de l'OMS pour les substances sans VTR – PM2,5..... 112
Tableau 52 : Excès de risque individuel – scénario « Enfant » 113
Tableau 53 : Excès de risque individuel – scénario « Résident »..... 114
Tableau 54 : Excès de risque individuel – scénario « Travailleur »..... 114
Tableau 55 : Comparaison aux recommandations de l'OMS pour les effets aigus – NO_2 115
Tableau 56 : Comparaison aux recommandations de l'OMS pour les effets aigus – PM10..... 115
Tableau 57 : Comparaison aux recommandations de l'OMS pour les effets aigus – PM2,5..... 115
Tableau 58: Quantité de GES produit par le trafic routier sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle..... 119
Tableau 59 : Coûts unitaire de la pollution atmosphérique générée par le transport routier (en $€_{2015}$ / 100 véhicules x km)..... 120

Tableau 60 : Classes de densité 121
Tableau 61 : Estimation des coûts de la pollution atmosphérique générée par le transport routier sur le réseau d'étude 121
Tableau 62 : Estimation des coûts des GES générés par le transport routier du réseau d'étude 122
Tableau 63: Principaux pollens allergisants 134
Tableau 64 : Résultats des modélisations pour les oxydes d'azote – moyenne annuelle 140
Tableau 65 : Résultats des modélisations pour le dioxyde de soufre – moyenne annuelle 140
Tableau 66: Statistiques concernant les vitesses horaires des vents moyens relevées lors de la période de mesures 158
Tableau 67 : Échelle de Beaufort 159
Tableau 68: Statistiques concernant les vitesses des rafales relevées lors de la campagne de mesure 160
Tableau 69: Concentrations en NO_2 relevées par Atmo Grand-Est 162
Tableau 70: Concentrations en PM10 relevées par Atmo Grand-Est 162
Tableau 71: Concentrations en PM2,5 relevées par Atmo Grand-Est 162
Tableau 72: Concentrations en O_3 relevées par Atmo Grand-Est 163
Tableau 73: Concentrations en SO_2 relevées par Atmo Grand-Est 163
Tableau 74: Concentrations en benzène relevées par Atmo Grand-Est 163
Tableau 75: Concentrations en métaux relevées par Atmo Grand-Est 163
Tableau 76 : Critères nationaux de la qualité de l'air 173
Tableau 77 : Données trafics considérées pour chaque situation 177

Préambule

1. CONTEXTE GÉNÉRAL

Cette étude Air et Santé s'inscrit dans le cadre du projet d'aménagement 'Parc Zone des Sables' sur le territoire de la commune de Champigny [Marne / 51].

La première partie de l'étude constitue l'état actuel de la qualité de l'air sur la zone d'étude.
La seconde partie consiste en l'analyse des impacts du projet sur l'air et sur la santé.

L'étude est menée conformément aux préconisations de la ***Note technique NOR : TRET1833075N*** *du* ***22 février 2019*** relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières. Il est bien entendu intégré le fait qu'il s'agit d'un projet d'aménagement immobilier commercial et non d'infrastructures routières. En effet, la méthodologie de la note est adaptable pour répondre à une problématique d'aménagement étant donné que la population potentielle induite par l'aménagement va modifier les flux de trafic de la zone. Par ailleurs, cette approche satisfait les services de l'État sur une thématique qui prend de plus en plus d'ampleur, avec notamment le renforcement du sujet de la qualité de l'air dans les plans et programmes locaux.

L'OMS donne dès 1946 une définition étendue de la santé : « la santé est un état de complet bien-être physique, mental et social, qui ne consiste pas seulement en une absence de maladie ou d'infirmité ».
Le guide « Agir pour un urbanisme favorable à la santé »[1] a pour but d'impulser une stratégie de décloisonnement qui se traduirait par l'adoption de choix d'aménagement favorables à la santé et minimisant les risques.
De nombreux facteurs liés à notre environnement physique, social et économique, influencent la santé. Ils sont connus sous le terme de « déterminants de la santé ».
Il peut s'agir de facteurs individuels (âge, sexe, patrimoine génétique, comportement, …), socio-économiques (accès au logement, à l'emploi, à la culture, à l'éducation, …), environnementaux (qualité de l'air, de l'eau, de l'environnement sonore, …), ou bien encore concernant les politiques urbaines (de transport, de l'habitat, …).

La pollution atmosphérique a pour conséquence de modifier le bien-être de la société[2] et induit des coûts liés à ces nuisances.

Il s'avère que les effets de la pollution peuvent être soit directs, soit indirects :

- Effets indirects (sur l'environnement), en termes de **dégradation :**
  - Bâti ;
  - Agriculture, forêts ;
  - Écosystème.
- Effets directs non sanitaires, en termes de **nuisances** :
  - Psychologiques ;
  - Olfactives ;
  - Esthétiques (Visibilité).
- Effets directs sanitaires (mortalité, morbidité).
  - Coûts directs :
    - Coûts d'hospitalisation ;
    - Coûts d'une consultation ;
    - Coûts de traitement ;
    - Valorisation d'un décès.
  - Coûts indirects :
    - Pertes productives associées ;
    - Aspects psychologiques ;
    - Douleur, désagrément et gêne physiques ;
    - Effets induits chez les proches ;
    - Effets induits sur les activités de loisir.

[1] « Agir pour un urbanisme favorable à la santé, concepts & outils » ; Guide EHESP/DGS, ROUÉ-LE GALL Anne, LE GALL Judith, POTELON Jean-Luc et CUZIN Ysaline, 2014. ISBN : 978-2-9549609-0-6

[2] Rapport d'information n°3772 enregistré le 19 mai 2016 à l'Assemblée nationale par le comité d'évaluation et de contrôle des politiques publiques sur l'évaluation des politiques publiques de lutte contre la pollution de l'air

2. CONTEXTE LÉGISLATIF

En France, la législation qui encadre la réalisation des études Air et Santé en général repose sur les textes suivants :

- La *Loi n°76/629 du 10/07/1976* relative à la protection de la nature et au contenu des études d'impact.
- Le *Décret modifié 77-1141 du 12 octobre 1977*, pris pour l'application de l'article 2 de la loi n°768-629 du 25 février 1993 relatif aux études d'impact et champ d'application des enquêtes publiques. Abrogé par le Décret 2005-935 2005-08-02 art. 8 sous réserves JORF 5 août 2005 (en tant qu'il s'applique en Nouvelle-Calédonie, en Polynésie française, à Wallis-et-Futuna, dans les Terres australes et antarctiques françaises et à Mayotte).
- La *Loi sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Énergie*, dite loi "LAURE", n°96/1236 du 30/12/1996.
- La *Circulaire Mate n°98/36 du 17/02/98* relative à l'application de l'article 19 de la loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie complétant les études d'impact des projets d'aménagements.
- La *Circulaire DGS n°2001-185 du 11/04/2001* relative à l'analyse des effets sur la santé des études d'impact sanitaire.
- Le *Décret 93-245 du 25 février 1993* relatif aux études d'impact et champ d'application des enquêtes publiques.
- La *Circulaire du ministère de l'environnement n°93-73 du 27 septembre 1993* prise pour l'application du décret n°93-245 du 25 février 1993 relatifs aux études d'impact et au champ d'application des enquêtes publiques et modifiant le décret n°77-1141 du 12 octobre 1977 et l'annexe au décret n°85-453 du 23 avril 1985.
- La *Loi n°2010-788 du 12 juillet 2010* portant engagement national pour l'environnement, dite loi Grenelle 2, par son article 230 qui définit le champ d'application, les critères et le contenu des études d'impact, ainsi que les modalités de décision de l'autorité compétente.
- Le *Décret n° 2011-2019 du 29/12/11* qui porte réforme des études d'impact des projets de travaux, d'ouvrages ou d'aménagements.
- La *Circulaire n°87-88 du 27 octobre 1987* relative à la construction et à l'aménagement des autoroutes concédées modifiée par la circulaire 2002-63 du 22 octobre 2002 relative aux modalités d'élaboration et d'approbation des dossiers concernant les opérations d'aménagement sur des autoroutes en service, complétant et modifiant la circulaire du 27 octobre 1987 et la directive du 27 octobre 1987 relatives à la construction et à l'aménagement des autoroutes concédées.
- La **Note technique NOR : TRET1833075N** du ministère de la transition écologique et solidaire et du ministère des solidarités et de la santé du 22 février 2019 relative à la prise en compte des effets sur la santé de pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières.
- Le *Code de l'environnement* - Articles R221-1 à R221-3 - Définition des critères nationaux de la qualité de l'air.
- L'*Arrêté du 13/03/18 modifiant l'arrêté du 20 août 2014* relatif aux recommandations sanitaires en vue de prévenir les effets de la pollution de l'air sur la santé, pris en application de l'article R. 221-4 du Code de l'environnement.
- Le *Décret n° 2016-849 du 28/06/16 r*elatif au Plan Climat-Air-Énergie Territorial.
- Le *Décret n° 2016-753 du 07/06/16* relatif aux évaluations des émissions de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques à réaliser dans le cadre des plans de déplacements urbains.
- Le *Décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010* relatif à la qualité de l'air, transposant la directive 2008/50/CE du Parlement européen et du Conseil du 21 mai 2008 et décrivant les critères de qualité de l'air et de réduction des émissions de polluants dans l'objectif d'améliorer la qualité de l'air et de protéger la santé humaine.

La présente étude est réalisée conformément à ces textes, et se fonde également sur les documents en liste ci-dessous :

- Méthodologie définie dans l'instruction de l'Équipement de mars 1996 relative à la prise en compte de l'environnement et du paysage dans la conception et la réalisation des projets routier.
- Guide méthodologique sur le volet « Air et Santé » des études d'impact routières de février 2019 (annexe de la Note technique du 22 février 2019 relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impacts des infrastructures routières).
- Guide « *Agir pour un urbanisme favorable à la santé, concepts & outils* » ; Guide EHESP/DGS, ROUÉ-LE GALL Anne, LE GALL Judith, POTELON Jean-Luc et CUZIN Ysaline, 2014.
- Normes ISO ou AFNOR correspondant aux protocoles analytiques des différents polluants à analyser.

3. PRÉSENTATION DU PROJET

Le projet est sis sur la commune de Champigny [51370] dans la Marne, au nord de la Nationale N31 et à l'ouest de l'Autoroute A26 (Cf. figure immédiatement suivante).

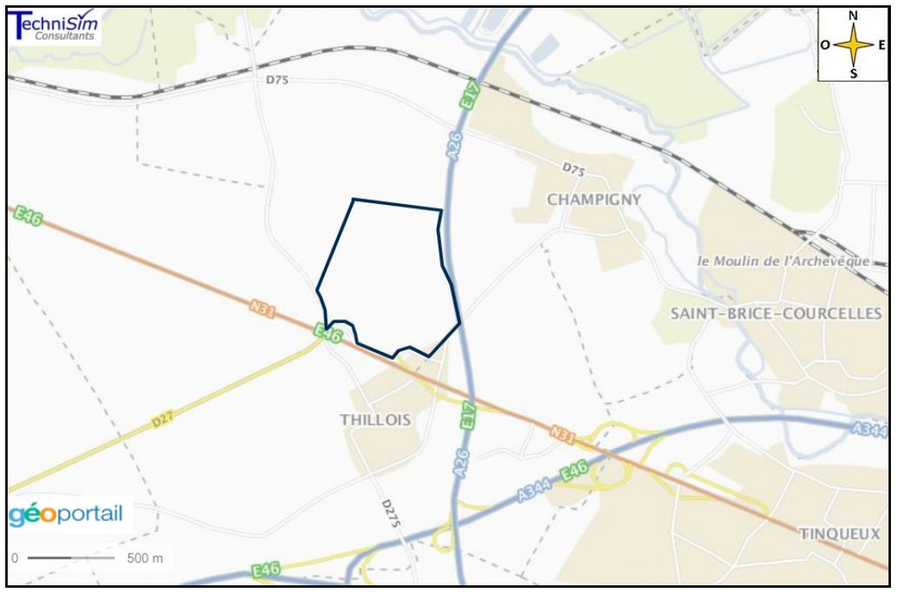


Figure 1 : Localisation du projet

Le projet prévoit la création de bâtiments d'activité, d'entrepôts (température dirigée, sec) d'une surface totale de 162 000 m² - correspondant à 1 200 emplois potentiels[3].

Les bâtiments adopteront les derniers standards en vigueur. Une certification BREEAM sera visée pour garantir des performances environnementales fortes et des coûts d'exploitation limités[4].

La figure suivante repère le plan masse du projet.

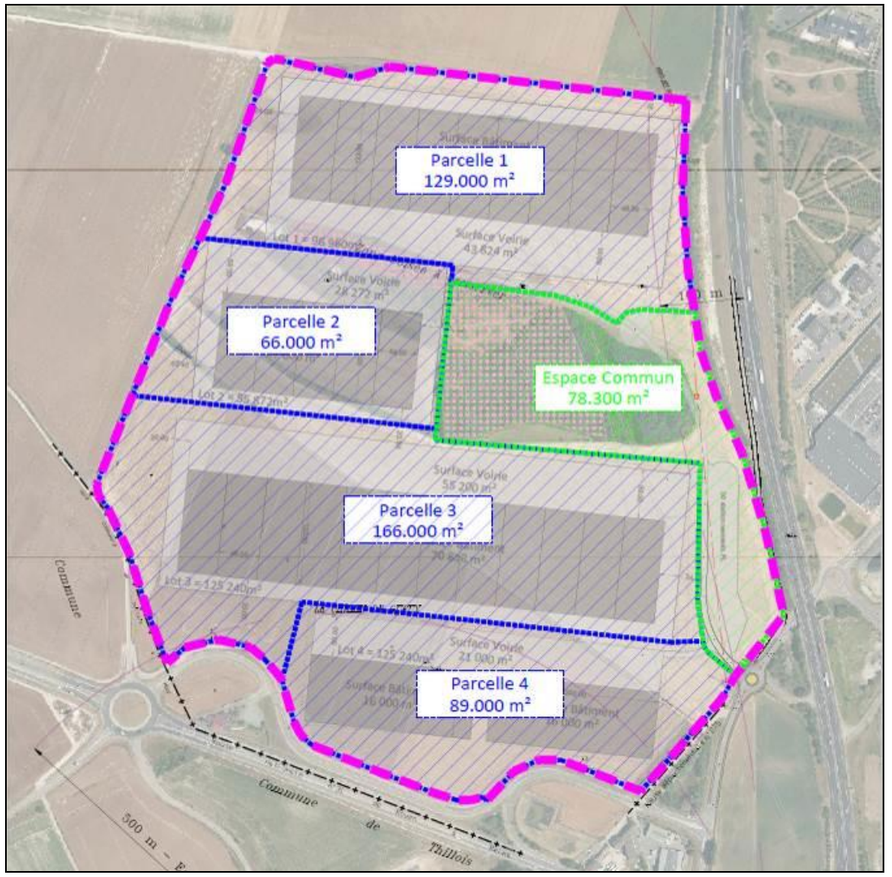


Figure 2 : Plan masse du projet parc des Sables

[3] https://www.faubourg-promotion.com/programmes-en-developpement/amenagement/reference/parc-zone-des-sables-1/
[4] https://www.faubourg-promotion.com/actualites/detail/news/un-nouveau-programme-de-53-ha-en-vue-a-champigny-51-pour-faubourg-promotion

4. PRESENTATION DU VOLET AIR ET SANTÉ

À propos de l'impact du projet sur la circulation automobile, il est utile de rappeler que la **Note technique [NOR : TRET1833075N] du 22 février 2019** relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières pour qualifier les impacts consécutifs aux augmentations de trafic induites par le projet, ainsi que le *Guide méthodologique du CEREMA* sur le volet « Air & Santé » des études d'impacts routières, viennent préciser le contenu des volets Air & Santé.

4.1. DÉFINITION DES PARAMÈTRES DE L'ÉTUDE

❖ **Définition du réseau d'étude**

Selon la *Note technique du* 22 *février 2019*, le réseau d'étude est un objet linéique composé d'un ensemble de voies, c'est-à-dire :

- **Le projet routier étudié** (y compris les différentes variantes de tracé) ;
- **L'ensemble des voies dont le trafic est affecté significativement par le projet**. Il est intéressant de retenir que deux cas de figure sont distingués pour les trafics :
  - *Supérieurs à 5 000 véhicules/jour* : la modification du trafic engendrée par la mise en service du projet est considérée comme significative lorsque la variation relative de trafic entre le scénario au 'Fil de l'eau' et le scénario projet de référence au même horizon est supérieure à 10 %, en positif ou bien en négatif.
  - *Inférieurs à 5 000 véhicules/jour* : la modification de trafic engendrée par la mise en service du projet est considérée comme significative lorsque la variation absolue de trafic entre le scénario au 'Fil de l'eau' et le scénario projet de référence au même horizon est supérieure à 500 véhicules/jour, en positif ou en négatif.
- L'ensemble des projets d'infrastructures routières « existants ou approuvés » tels que définis dans l'article R 122-5 paragraphe II.5 e) du Code de l'Environnement, à savoir les projets qui lors du dépôt de l'étude d'impact ont fait l'objet :
  - D'une étude d'incidence environnementale au titre de l'article R. 181-14 et d'une enquête publique ;
  - D'une évaluation environnementale au titre du Code précité et pour lesquels un avis de l'Autorité environnementale a été rendu public.

  Sont exclus les projets ayant fait l'objet d'un arrêté mentionnant un délai et devenu caducs, ceux dont la décision d'autorisation est devenue caduque, dont l'enquête publique n'est plus valable ainsi que ceux qui ont été officiellement abandonnés par le maître d'ouvrage.

En milieu interurbain, la variation de trafic est évaluée à partir du **T**rafic **M**oyen **J**ournalier **A**nnuel (TMJA).
En milieu urbain, en fonction des données de trafic disponibles et du projet, la variation de trafic est examinée à l'**H**eure de **P**ointe la plus chargée (du soir ou du matin) ou à partir du **T**rafic **M**oyen **J**ournalier **A**nnuel.

❖ **Définition de la bande d'étude**

Une bande d'étude est une zone située autour d'un axe routier (objet linéique) dont la largeur est adaptée en fonction de l'influence du projet sur la pollution atmosphérique locale. Elle complète le réseau d'étude en lui apportant une dimension surfacique et est donc définie autour de chaque axe du réseau d'étude (*Note technique du* 22 *février 2019).*

La largeur de la bande d'étude varie en fonction du type des composés examinés (gazeux ou particulaire) et du trafic circulant sur la voie (dans les deux sens de circulation) :

- Pour l'évaluation des polluants présents dans les retombées particulaires, la largeur de la bande d'étude est de 200 m centrée sur l'axe de la voie, quel que soit le trafic ;
- Concernant la pollution gazeuse, la largeur minimale de la bande d'étude varie selon le trafic à l'horizon d'étude le plus lointain sur la voie considérée. Elle est définie selon les données du tableau ci-dessous.

Tableau 1 : Largeur minimale de la bande d'étude selon la charge de trafic

TMJA (véh/j) à l'horizon d'étude le plus lointain	Largeur minimale de la bande d'étude centrée sur l'axe de la voie
> 50 000	600 mètres
25 000 < TMJA ≤ 50 000	400 mètres
10 000 < TMJA ≤ 25 000	300 mètres
≤ 10 000	200 mètres

❖ **Définition de la zone d'étude**

L'ensemble des bandes d'études définies autour de chaque voie du réseau d'étude permet de circonscrire les calculs de dispersion et les populations à prendre en compte dans le volet santé (*Note technique du 22 février 2019*).

Considérant le fait que l'opération consiste en un aménagement immobilier à vocation logistique et d'activités, il sera considéré comme zone d'étude un cercle de 1 km de rayon centré sur le projet.

La planche suivante repère la zone d'étude.

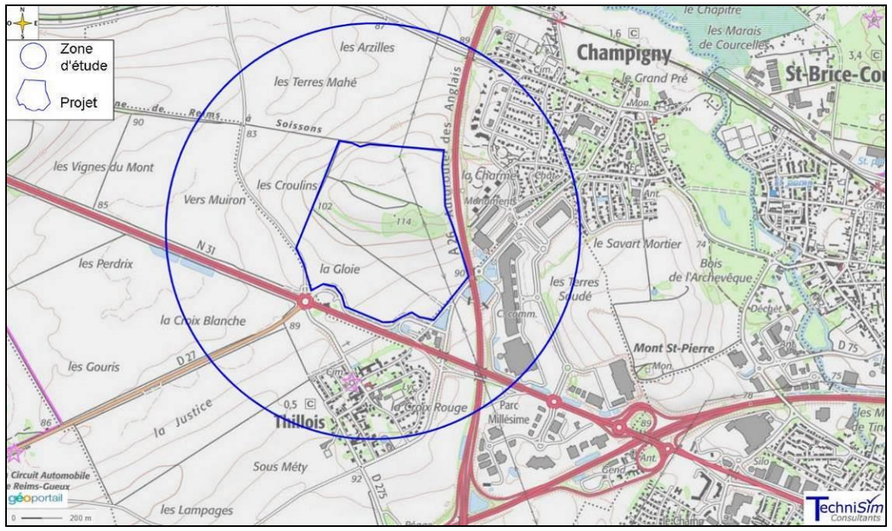


Figure 3 : Zone d'étude du volet Air et Santé

4.2. DÉFINITION DU NIVEAU DE L'ÉTUDE

Pour rappel, le niveau d'étude est défini à l'horizon d'étude le plus lointain, c'est-à-dire celui pour lequel les trafics seront les plus élevés.
Cela à l'aide des trois critères ci-dessous :

- La charge prévisionnelle de trafic en Véhicules/Jour ;
- La densité de population correspondant à la zone la plus densément peuplée traversée par le projet ;
- La longueur du projet.

Le niveau d'étude permet de discriminer les polluants à retenir en fonction du degré de précision de l'étude.
Le tableau qui suit précise les quatre niveaux d'étude déterminés, sachant que le niveau **I** est le plus exigeant en termes de précision et d'investigation.

Tableau 2 : Type d'étude en fonction de la charge prévisionnelle de trafic et de la densité du bâti

Densité [hab./km²]	Trafic à l'horizon d'étude (selon tronçons homogènes de plus de 1 km)			
	> 50 000 véh/j	25 000 à 50 000 véh/j	10 000 à 25 000 véh/j	≤ 10 000 véh/j
Densité ≥ 10 000 hab./km²	I	I	II	II si Lprojet > 5 km ou III si Lprojet ≤ 5 km
2 000 hab. /km² < Densité < 10 000 hab./km²	I	II	II	II si Lprojet > 25 km ou III si Lprojet ≤ 25 km
Densité ≤ 2 000 hab./km²	I	II	II	II si Lprojet > 50 km ou III si Lprojet ≤ 50 km
Pas de bâti	III	III	IV	IV

❖ **Adaptation du niveau de l'étude**

Le niveau d'étude doit être adapté en fonction de plusieurs paramètres :

- **La présence de lieux dits 'vulnérables' dans la bande d'étude du projet :** une étude de niveau II est remontée au niveau I au droit des lieux vulnérables et non sur la totalité de la bande d'étude du projet ;
- **Les milieux mixtes (urbains et interurbains) :** l'absence totale de population sur certains tronçons supérieurs à 1 km autorise l'application d'un niveau d'étude moins exigeant sur ces sections ;
- **L'importance de la population :** si la population présente dans la bande d'étude du projet dépasse 100 000 habitants, une étude de niveau II est remontée au niveau I. Une étude de niveau III est remontée au niveau II. (*Note* : Il n'y a pas lieu de remonter les études de niveau IV) ;
- **L'existence d'un Plan de Protection de l'Atmosphère ou son projet de mise en place :** si un PPA est approuvé ou doit être réalisé sur un périmètre qui englobe la zone d'étude, le niveau d'étude est remonté d'un niveau, quel que soit le niveau d'étude initial.

Compte tenu de la nature du projet, de la densité de population dans la zone d'étude, de la charge de trafic sur les voies alentours et de l'existence du Plan de Protection de l'Atmosphère de l'Agglomération rémoise, il sera réalisé une étude **inspirée et adaptée des études routières de niveau I**.

4.3. CONTENU DE L'ÉTUDE COMPLETE

L'étude du projet d'aménagement « Parc Zone des Sables » sur le territoire de la commune de Champigny traitera les éléments ci-dessous :

- Caractérisation bibliographique de l'état actuel avec un niveau de détail correspondant à une étude niveau I ;
- Une campagne de mesures *in situ* de NO_2 et particules PM10 et PM2,5 sur la zone d'étude.
- Estimation des émissions de polluants sur le réseau d'étude ;
- Estimation des émissions de Gaz à Effet de Serre (GES) ;
- Estimation de la consommation énergétique ;
- Estimation des concentrations modélisées sur la zone d'étude ;
- Évaluation des Risques Sanitaires (ERS) sur la zone d'étude ;
- Présentation bibliographique des effets sanitaires de la pollution automobile sur la population ;
- Analyse des coûts collectifs de l'impact sanitaire des pollutions et des nuisances ;
- Évaluation de l'impact de la pollution atmosphérique sur la faune, la flore, le sol et les bâtiments.

Vis-à-vis d'une étude de niveau I, les polluants à prendre en compte selon la note technique du 22 février 2019 sont ceux listés dans le tableau suivant.

Tableau 3 : Polluants à prendre en compte pour une étude de niveau I selon la note technique du 22 février 2019

<table>
<tr><th colspan="3">Polluants à considérer pour une étude de niveau I</th></tr>
<tr><td colspan="3">Polluants servant à l'évaluation des impacts du projet sur la qualité de l'air</td></tr>
<tr><td colspan="2">Oxydes d'azote (NOx)
Monoxyde de carbone (CO)
Dioxyde de soufre (SO_2)
Composés Organiques Volatils Non Méthaniques (COVNM)</td><td>Particules PM10 et PM2,5
Benzène
Arsenic
Nickel
Benzo(a)pyrène</td></tr>
<tr><td colspan="3">Polluants servant à l'Évaluation des Risques Sanitaires</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Voie respiratoire</td><td>Effets aigus</td><td>Particules PM10 et PM2,5
Dioxyde d'azote (NO_2)</td></tr>
<tr><td>Effets chroniques</td><td>Particules PM10 et PM2,5
Dioxyde d'azote (NO_2)
Benzène
16 HAP* dont le benzo(a)pyrène
1,3-Butadiène
Chrome
Nickel
Arsenic</td></tr>
<tr><td>Voie orale
(si risque ingestion identifié)</td><td>Effets chroniques</td><td>16 HAP* dont le benzo(a)pyrène</td></tr>
</table>

*16 HAP = acénaphtène, acénaphtylène, anthracène, benzo(a)anthracène, benzo(a)pyrène, benzo(b)fluoranthène, benzo(k)fluoranthène, benzo(ghi)pérylène, chrysène, dibenzo(a,h)anthracène, fluorène, fluoranthène, indéno(1,2,3-cd)pyrène, phénanthrène, pyrène et benzo(j)fluoranthène.

État Actuel

5. CONTENU DE L'ÉTAT ACTUEL

Dans l'étude « Air », l'état dit 'actuel' permet de qualifier les paramètres environnementaux relatifs à l'air avant la mise en œuvre du projet d'aménagement. Cet état actuel servira de référence au suivi de la qualité de l'air pour les années à venir.

L'état actuel expose le contexte réglementaire et politique ainsi que la stratégie mise en œuvre en matière de qualité de l'air et dans lesquels s'inscrit le projet.
Il qualifie les enjeux et évalue les vulnérabilités existantes sur la zone d'étude.

L'état actuel exige de traiter les thèmes suivants :

- Analyse de la compatibilité du projet avec les documents de planification (SRCAE, PPA, PDU) et de sa cohérence avec les actions du PNSE et PRSE.
- Identification, à l'échelle de la zone étudiée, des secteurs à enjeux en termes de qualité de l'air et restitution sous forme cartographique des zones suivantes :
    - Zones où les valeurs limites sont dépassées pour les polluants dont la surveillance est réglementée par l'article 221-1 du code de l'environnement ;
    - Zones couvertes par un Plan de Protection de l'Atmosphère ;
    - Zones sensibles au regard de l'article 222-2 du Code de l'environnement ;
    - Zones où des actions de réduction des émissions des indicateurs de pollutions tels que les PM10, PM2,5, NO2 et précurseurs de l'ozone sont mises en place dans le domaine d'étude afin de réduire leurs concentrations.
- Identification et restitution sous forme cartographique des principales sources d'émissions sur la zone d'étude à partir des données disponibles et réalisation d'un état des lieux des secteurs de fortes émissions.
- Localisation des populations, des établissements vulnérables et décompte de la population générale.
- Recensement des projets « existants ou approuvés » au titre de l'article R.122-5 II 5° e) du Code de l'environnement.
- Données relatives à l'impact sanitaire des populations.
- Identification des zones de cultures présentant des enjeux sanitaires par ingestion, en l'occurrence les jardins potagers.
- Caractérisation plus fine, par rapport aux données bibliographiques, de la qualité de l'air par des mesures in situ dans la zone d'étude.
- Un état sanitaire initial de la population est présenté si une étude d'impact sanitaire de la pollution atmosphérique (EISPA) est disponible dans la zone d'étude.

6. CONTENTIEUX EUROPÉEN ET SANCTIONS FINANCIERES

La France est depuis plusieurs années, visée par des procédures relatives au non-respect de la directive 2008/50/CE pour les particules PM10 et le dioxyde d'azote. Bien que la qualité de l'air se soit améliorée depuis le début des procédures de contentieux, certaines zones demeurent dans le spectre de ces procédures.

La situation contentieuse de la France au 03 décembre 2020 au titre de la qualité de l'air[5] est donnée en figure suivante.

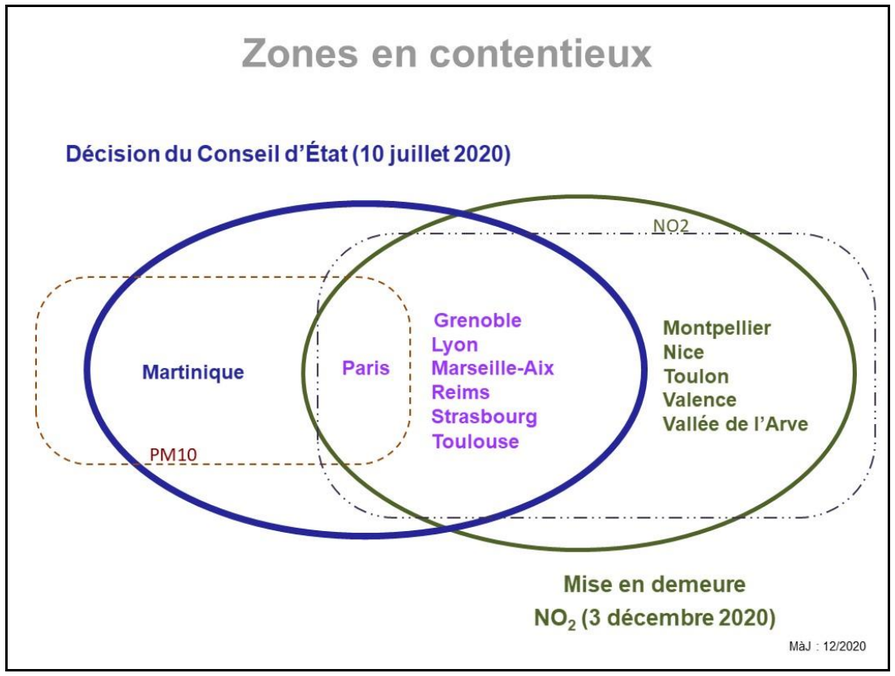


Figure 4 : Situation contentieuse de la France au titre de la qualité de l'air (décembre 2020)

La commune de Champigny est incluse dans le périmètre du contentieux au titre de la zone de Reims pour le dioxyde d'azote.

Pour mémoire, le Pacte Vert pour l'Europe (European Green Deal) fixe l'objectif « zéro pollution » pour l'UE. Cela bénéficiant à la santé publique, à l'environnement et à la neutralité climatique.

❖ **Décision de justice du Conseil d'état et astreintes financières**

Le 04 août 2021, le Conseil d'État a relevé que les données provisoires pour l'année 2020 indiquent « que les dépassements persistent pour Paris et Lyon et que les taux ne sont que légèrement inférieurs aux seuils limites pour Toulouse, Marseille-Aix et Grenoble, alors même que plusieurs sources de pollution, notamment la circulation routière, ont été très fortement diminuées avec les mesures prises pour faire face à la crise sanitaire ». Autrement dit, « l'État n'a pas su prouver que cette baisse de la pollution de l'air dans certaines zones concernées était le fruit de politiques publiques de lutte contre la pollution de l'air et non le résultat des limitations d'activités et de déplacements liés à la crise sanitaire et au(x) confinement(s) ».
Le Conseil d'État considère les mesures mises en avant pour renverser la tendance « dans le délai le plus court possible » (instauration de nouvelles zones à faible émission [ZFE], interdiction progressive des chaudières à gaz ou à fioul, entre autres) insuffisantes et incertaines. « Aucun nouveau plan de protection de l'air n'a été adopté pour les zones concernées, alors que ces plans constituent aujourd'hui un outil connu et adapté pour préciser les actions à mener et évaluer dans quel calendrier elles permettront de repasser sous les valeurs limites ».
En conséquence, le Conseil d'État condamne le Gouvernement à payer une astreinte fixe de 10 millions d'euros au titre de son premier semestre de retard sur l'astreinte (du 11 janvier au 11 juillet 2021).

Après analyse des nouveaux éléments fournis par le ministère chargé de l'écologie, en lecture de la décision n°428409 du 17 octobre 2022, le Conseil d'État liquide deux nouvelles astreintes pour le second semestre 2021 et le premier semestre 2022, soit un montant total de 20 millions d'euros.

À la suite de la présente décision, le Conseil d'État réexaminera en 2023 les actions de l'État menées à partir du second semestre 2022 (juillet 2022-janvier 2023).

[5] https://www.ecologie.gouv.fr/pollution-lair-origines-situation-et-impacts#e5

7. DOCUMENTS DE PLANIFICATION, PLANS ET PROGRAMMES EN LIEN AVEC LA QUALITE DE L'AIR – COMPATIBILITE DU PROJET

Des moyens politiques et stratégiques ont été mis en place à différentes échelles pour encadrer les actions sur la thématique de la pollution de l'air et de ses effets sur la santé des populations. D'autres plans et programmes stratégiques ne sont pas dédiés à l'amélioration de la qualité de l'air mais les actions mises en œuvre ont une influence sur celle-ci.

- Échelle nationale : Code de l'environnement, Loi d'Orientation des Mobilités, Plan Climat, Plan national de Réduction des Émissions de Polluants Atmosphériques (PREPA), Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC2), Loi n°2015-992 du 17 août 2015 (relative à la Transition énergétique pour la croissance verte), Plan National Santé-Environnement (PNSE).

- Échelle régionale : Plan Régional de la Qualité de l'Air (PRQA) ; Schéma Régional d'Aménagement de Développement Durable et d'Égalité des Territoires (SRADDET) Schéma Régional du Climat, de l'Air et de l'Énergie (SRCAE) ; Plan de Protection de l'Atmosphère (PPA) ; Feuille de route Qualité de l'air ; Plan de Déplacement Urbain (PDU) et Plan Régional Santé-Environnement (PRSE).

- Échelle intercommunale : Plan Climat Air Énergie territorial (PCAET).

- Échelle locale : Plan Local d'Urbanisme (PLU), Plan Local de Déplacements (PLD).

Le graphique ci-contre précise l'articulation des différents documents.

Les lignes-directrices de ces outils ainsi que la cohérence du projet sont synthétisées dans le tableau également suivant.

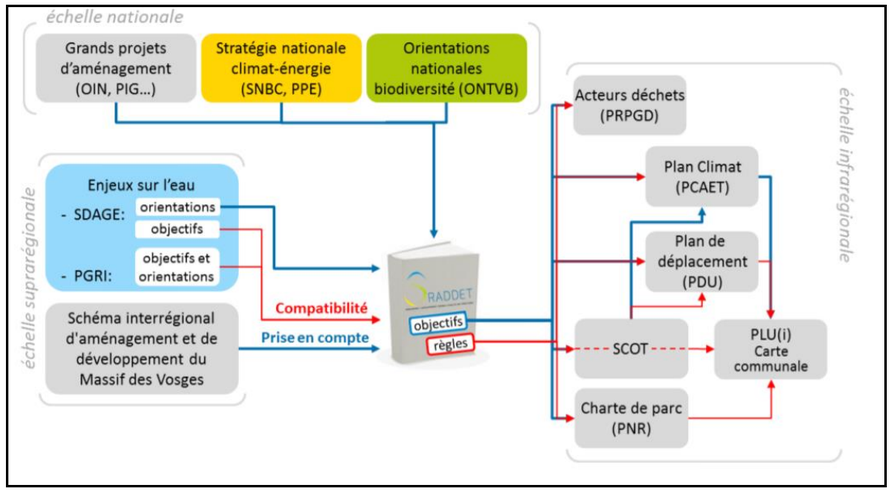


Figure 5 : Articulations des plans et schémas (Source : SRADDET, 2018)

En l'état actuel, le projet s'inscrit en cohérence avec les différents documents relatifs à la qualité de l'air.

Tableau 4 : Présentation des principaux documents de planification sur la qualité de l'air, l'environnement et la santé et cohérence du projet

<table>
<tr><th>DOCUMENTS DE PLANIFICATION</th><th>ZONES D'ACTION</th><th>OBJET(S)/OBJECTIF(S)</th><th>ÉLÉMENTS du PROJET en COHÉRENCE avec le thème AIR du DOCUMENT</th></tr>
<tr><td colspan="4">Réduction des émissions polluantes</td></tr>
<tr><td>Loi d'Orientation des Mobilités
(2019)</td><td>Territoire national</td><td>La Loi d'orientation des Mobilités n°2019-1428 du 24 décembre 2019 engage une transformation profonde, pour répondre à l'impératif d'améliorer concrètement la mobilité au quotidien, pour tous les citoyens et dans tous les territoires, grâce à des solutions de transports plus efficaces plus propres plus accessibles.
Les 15 mesures-clés de ladite loi sont les suivantes :
1. Des solutions alternatives à la voiture individuelle sur 100 % du territoire
2. Une augmentation de 40 % des investissements pour améliorer les transports du quotidien
3. La priorité à la remise en état des réseaux routier et ferroviaire
4. Un plan sans précédent pour développer les transports en commun et désenclaver les territoires
5. La mobilité facilitée pour les personnes en situation de handicap
6. Un accompagnement à la mobilité pour tout demandeur d'emploi
7. 100 % des informations sur l'offre de mobilité accessibles et la possibilité de faire un trajet porte-à-porte avec un seul titre de transport
8. Des navettes autonomes en circulation dès l'année 2020
9. Un forfait mobilité durable : jusqu'à 400 €/an pour aller au travail en vélo ou en covoiturage
10. Un plan pour développer le covoiturage
11. Un plan vélo pour tripler sa part dans les déplacements d'ici 2024
12. Un nouveau cadre pour les solutions en libre-service
13. Le déploiement du véhicule électrique facilité grâce aux bornes de recharge électriques
14. Le déploiement de zones à faibles émissions pour un air plus respirable
15. Le permis de conduire moins cher et plus rapide</td><td>La proximité des entrepôts avec des axes structurants permet de limiter les distances parcourues.</td></tr>
<tr><td>Plan Climat
(2017)</td><td>Territoire national</td><td>Le Plan Climat vise à accélérer la transition énergétique et climatique à travers un programme d'actions, telles que :
Généralisation de la prime à la conversion des véhicules
Crédit d'impôt pour la transition énergétique : accompagner les travaux les plus efficaces en économies d'énergie
Changement des chaudières au fioul
Objectif de faire disparaître en dix ans les logements mal isolés qui conduisent à la précarité énergétique
Objectif de mettre fin à la vente de voiture à essence ou au diesel en 2040
Plan de déploiement de l'hydrogène
Faire converger la fiscalité entre le diesel et l'essence avant 2022
Accélérer la montée en puissance du prix du carbone
Neutralité des émissions de gaz à effet de serre à l'horizon 2050</td><td></td></tr>
<tr><td>PREPA
Plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques
[Décret n°2017-949 du 10 mai 2017 fixant les objectifs nationaux de réduction des émissions de certains polluants atmosphériques]
[Arrêté du 08/12/2022 établissant le plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques]</td><td>Territoire national</td><td>Le PREPA fixe la stratégie de l'État pour réduire les émissions de polluants atmosphériques au niveau national et respecter les exigences européennes. Les objectifs de réduction des émissions par rapport à celles de 2005 sont les suivants :<table><tr><th>POLLUANTS</th><th>À partir de 2020</th><th>À partir de 2030</th></tr><tr><td>Dioxyde de soufre</td><td>-55 %</td><td>-77 %</td></tr><tr><td>Oxydes d'azote</td><td>-50 %</td><td>-69 %</td></tr><tr><td>Composés organiques volatils</td><td>-43 %</td><td>-52 %</td></tr><tr><td>Ammoniac</td><td>-4 %</td><td>-13 %</td></tr><tr><td>Particules PM2,5</td><td>-27 %</td><td>-57 %</td></tr></table>En 2021, un groupe de travail a été constitué au Conseil national de l'air pour débattre de la révision de l'arrêté PREPA. L'arrêté PREPA révisé du 08 décembre 2022 est paru au JO du 16 décembre 2022.</td><td>La proximité des entrepôts avec des axes structurants permet de limiter les distances parcourues.</td></tr>
</table>

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D'ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	ÉLÉMENTS du PROJET en COHÉRENCE avec le thème AIR du DOCUMENT
SNBC 2 Stratégie Nationale Bas Carbone [Décret n° 2015-1491 du 18 novembre 2015 relatif aux budgets carbone nationaux et à la stratégie nationale bas-carbone] modifié par [Décret n° 2020-457 du 21 avril 2020 relatif aux budgets carbone nationaux et à la stratégie nationale bas-carbone]	Territoire national	Adoptée pour la première fois en 2015, la SNBC a été révisée en 2018-2019, en visant d'atteindre la neutralité carbone en 2050, soit au moins un facteur 6 par rapport à 1990 (ambition rehaussée par rapport à la première SNBC qui visait le facteur 4, soit une réduction de 75 % de ses émissions GES à l'horizon 2050 par rapport à 1990). La nouvelle version de la SNBC et les budgets carbone pour les périodes 2019-2023, 2024-2028 et 2029-2033 ont été adoptés par décret le 21 avril 2020. Les objectifs fixés par cette SNBC révisée par secteurs seront les suivants : • Transports : baisse de 28 % des émissions de GES en 2030 par rapport à 2015 et décarbonation complète en 2050 (hors aérien) • Bâtiment : baisse de 49 % des émissions de GES en 2030 par rapport à 2015 et décarbonation complète en 2050 • Agriculture : baisse de 19 % des émissions de GES en 2030 par rapport à 2015 et de 46 % en 2050 • Forêts et sous-bois : maximiser les puits de carbone (séquestration dans les sols, la forêt et les produits bois) en 2050 • Production d'énergie : baisse de 33 % des émissions de GES en 2030 par rapport à 2015 et décarbonation complète en 2050 • Industrie : baisse de 35 % des émissions de GES en 2030 par rapport à 2015 et de 81 % en 2050 • Déchets : baisse de 35 % des émissions de GES en 2030 par rapport à 2015 et de 66 % en 2050.	La proximité des entrepôts avec des axes structurants permet de limiter les distances parcourues.
Loi n°2015-992 du 17 août 2015 relative à la Transition Énergétique Pour la Croissance Verte (TEPCV)	Territoire national	Fixation des objectifs sur les moyens et longs termes : • Réduire les émissions de gaz à effet de serre de 40 % entre 1990 et 2030 et diviser par 4 les émissions de gaz à effet de serre entre 1990 et 2050 (facteur 4). La trajectoire est précisée dans les budgets carbone. • Réduire la consommation énergétique finale de 50 % en 2050 par rapport à la référence 2012 en visant un objectif intermédiaire de 20 % en 2030 • Réduire la consommation énergétique primaire d'énergies fossiles de 30 % en 2030 par rapport à 2012 • Porter la part des énergies renouvelables à 23 % de la consommation finale brute d'énergie en 2020, et à 32 % de la consommation finale brute d'énergie en 2030 • Porter la part du nucléaire dans la production d'électricité à 50 % à l'horizon 2025 • Atteindre un niveau de performance énergétique conforme aux normes « bâtiment basse consommation » pour l'ensemble du parc de logements en 2050 • Lutter contre la précarité énergétique • Affirmer un droit à l'accès de tous à l'énergie sans coût excessif au regard des ressources des ménages • Réduire de 50 % la quantité de déchets mis en décharge à l'horizon 2025 et découpler progressivement la croissance économique et la consommation matières premières	
SRADDET Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires (2019)	Région Grand-Est	Le SRADDET Grand-Est est un document à horizon 2050 pour l'aménagement et le développement durable du Grand Est. Il regroupe 30 objectifs qui se déclinent en 30 règles et qui s'appliquent sur 5 grands domaines : • Le climat, l'air et l'énergie • Règle n°1 : Atténuer et s'adapter au changement climatique • Règle n°2 : Intégrer les enjeux climat-air-Énergie dans l'aménagement • Règle n°3 : Améliorer la performance énergétique du bâti existant • Règle n°4 : Rechercher l'efficacité énergétique des entreprises • Règle n°5 : Développer les énergies renouvelables et de récupération • Règle n°6 : Améliorer la qualité de l'air • La biodiversité et la gestion de l'eau • Règle n°7 : Décliner localement la Trame verte et bleue • Règle n°8 : Préserver et restaurer la Trame verte et bleue • Règle n°9 : Préserver les zones humides inventoriées • Règle n°10 : Réduire les pollutions diffuses sur les aires d'alimentation de captage • Règle n°11 : Réduire les Prélèvements d'eau • L'économie circulaire et la gestion des déchets • Règle n°12 : Favoriser l'Économie circulaire	La réalisation d'entrepôts à proximité immédiate (moins de 5 min) d'axes structurants (A26, A4, A334) et à 30min de l'aéroport de Roissy Charles de Gaulle permet de minimiser les distances parcourues pour le stockage ou l'envoi de marchandises.

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D'ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	ÉLÉMENTS du PROJET en COHÉRENCE avec le thème AIR du DOCUMENT
		• Règle n°13 : Réduire la production de déchets • Règle n°14 : Agir en faveur de la valorisation matière et organique des déchets • Règle n°15 : Limiter les capacités d'incinération sans valorisation énergétique et de stockage • La gestion des espaces et l'urbanisme • Règle n°16 : Réduire la consommation foncière • Règle n°17 : Optimiser le potentiel foncier mobilisable • Règle n°18 : Développer l'agriculture urbaine et périurbaine • Règle n°19 : Préserver les zones d'expansion des crues • Règle n°20 : Décliner localement l'armature urbaine • Règle n°21 : Renforcer les polarités de l'armature urbaine • Règle n°22 : Optimiser la production de logements • Règle n°23 : Concilier zones commerciales et vitalité des centres-villes • Règle n°24 : Développer la nature en ville • Règle n°25 : Limiter l'imperméabilisation des sols • Les transports et la mobilité • Règle n°26 : Articuler les transports publics localement • Règle n°27 : Optimiser les pôles d'échanges • Règle n°28 : Renforcer et optimiser les plateformes logistiques multimodales • Règle n°29 : Intégrer le réseau routier d'intérêt régional • Règle n°30 : Développer la mobilité durable des salariés	
PPA de l'Agglomération Rémoise Plan de Protection de l'Atmosphère (2015)	Reims et 15 communes alentour	Le PPA fixe des objectifs de réduction de polluants atmosphériques pouvant nécessiter la mise en place de mesures contraignantes spécifiques à la zone couverte par le plan (à la différence du SRCAE qui fixe seulement des orientations et recommandations pour atteindre les objectifs de qualité). Le plan de protection de l'atmosphère (PPA) de Reims a été approuvé par arrêté préfectoral le 4 novembre 2015 par le préfet de la Marne. **Transports et Urbanisme** • Diminuer de 11 % les émissions en dioxyde d'azote du transport routier par le PDU • Promouvoir des modes de déplacements moins polluants • Promouvoir la pratique du vélo et de la marche à pied • Appuyer les associations ou entreprises souhaitant mettre en place une démarche de covoiturage ou d'autopartage • Obliger les principaux pôles générateurs de trafic (entreprises, administrations, établissements scolaires) à réaliser un plan de déplacements • Développer des flottes de véhicules moins polluants • Encourager le développement des véhicules basses émissions • Promouvoir la charte CO_2 • Étudier la mise en place de systèmes de retrofit sur les bus de Reims • Définir les attendus minimaux relatifs à la qualité de l'air dans les documents d'urbanisme • Définir les attendus minimaux relatifs à la qualité de l'air dans les études d'impact **Résidentiel/Tertiaire** • Intégrer la qualité de l'air dans les politiques climat énergie • Réduire les émissions des petites installations de combustion utilisant la biomasse comme combustible (qualité du matériel et qualité du combustible) • Conditionner les aides pour les nouvelles chaufferies collectives et sensibiliser les propriétaires sur l'entretien des chaudières • Accompagner les particuliers vers la fermeture des foyers ouverts et interdire l'installation d'équipement non performant • Améliorer la qualité du bois utilisé	La proximité des entrepôts avec des axes structurants permet de limiter les distances parcourues

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D'ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	ÉLÉMENTS du PROJET en COHÉRENCE avec le thème AIR du DOCUMENT
Feuille de route Qualité de l'air (2018)	Agglomération rémoise	Pour répondre simultanément à la Commission Européenne et au Conseil d'État, à la demande du ministre de la Transition écologique et solidaire, les préfets ont invité les collectivités territoriales à Co-élaborer des 'feuilles de route' opérationnelles et multi-partenariales dans les territoires les plus touchés par la pollution atmosphérique. Ces 'feuilles de route' complètent les plans de protection de l'atmosphère. Leur objectif est de définir des actions concrètes de court terme permettant d'enregistrer rapidement des progrès, en renforçant les moyens mobilisés en faveur de la qualité de l'air. Les feuilles de route portent sur une série d'actions dans tous les domaines d'activité, notamment : mobilité, chauffage résidentiel, urbanisme, agriculture, industrie, sensibilisation des acteurs. Pour l'agglomération Rémoise, la feuille de route se décline sous la forme de 26 actions portées par les collectivités : • Action 1 – Traversée urbaine de Reims : Recentrer sur la fonction de desserte urbaine ; • Action 2 – Apaiser la circulation du centre-ville de Reims : Limiter la coupure de la place de la République • Action 3 – Apaiser la circulation du centre-ville de Reims : Zone 30 en hyper centre • Action 4 – Transport de marchandises et dernier kilomètre – Étude d'une zone à circulation restreinte • Action 5 – Transport de marchandises et dernier kilomètre : Contribution du groupe La Poste • Action 6 – Développement de la mobilité gaz pour les véhicules supérieurs à 3T5. • Action 7 – Accompagnement de la mutation de l'usage de la voiture • Action 8 – Favoriser l'implantation de plateforme de vélos en libre-service • Action 9 – Acquisition de véhicules moins polluants • Action 10 – Créations d'ateliers d'aide à la réparation de vélos • Action 11 – Promotion du vélo « utilitaire » • Action 12 – Accompagnement du développement du vélo à assistance électrique (VAE) • Action 13 – Vélo école • Action 14 – Stationnement longue durée mutualisé • Action 15 – Rendre visible la « qualité de l'air » • Action 16 – Développement des micro capteurs – Rendre la population actrice de sa protection • Action 17 – Sensibiliser le public à la préservation de la qualité de l'air • Action 18 – Assistant de mobilité pour les déplacements du quotidien • Action 19 – Chauffage et mobilité : communiquer avec les associations – le citoyen et la qualité de l'air • Action 20 – Favoriser la rénovation thermique des logements • Action 21 – Améliorer la performance des solutions de chauffage individuel dans l'habitat existant • Action 22 – Valorisation de la biomasse viticole • Action 23 – Systèmes de lutte contre le gel dans le vignoble • Action 24 – Machinisme viticole – Plan Carbone Champagne • Action 25 – Inciter au changement en investissant dans des installations moins émettrices • Action 26 – Renforcer le contrôle des sites industriels les plus émetteurs de la zone PPA	
PRQA Plan Régional pour la Qualité de l'Air (2017)	Région Grand-Est	Le Plan Régional de Surveillance de la Qualité de l'air (2017-2021) a été discuté et délibéré le 15 décembre 2016. Le PRSQA Grand-Est est composé de 35 actions réparties en 5 axes principaux : • Répondre aux besoins d'observation, par l'optimisation des outils de la surveillance de la qualité de l'air et une structuration des observatoires • Déployer l'expertise et des outils d'accompagnement aux différentes échelles du territoire, en déployant une interface Air-Santé ; • S'engager sur les thématiques émergentes, avec une veille et un accompagnement sur les risques émergents, une réponse aux demandes sociétales émergentes, et des démarches innovantes au service de l'évaluation de l'état de l'environnement ; • Développer une communication mobilisatrice et innovante, par l'animation d'un réseau d'acteur et l'intégration de la communication dans l'ère numérique • Favoriser la réussite du PRSQA avec un système de management accompagnant, des objectifs budgétaires concrets et un réseau d'acteurs territoriaux	-

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D'ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	ÉLÉMENTS du PROJET en COHÉRENCE avec le thème AIR du DOCUMENT
PCAET Plan Climat Air Énergie Territorial (2022)	Communauté urbaine Grand Reims	*Depuis le 1er janvier 2017, Champigny appartient à la communauté urbaine du Grand Reims, dont le PCAET a été validée en 2022.* Le PCAET de la CU du Grand Reims comporte 80 actions réparties en 7 thématiques. Les actions concernant les secteurs Résidentiel et Transports sont décrites ci-après. **Bâtiments performants et habitats** Fiche 1 - Mise en place d'un dispositif d'accompagnement technique sur la rénovation énergétique à destination de l'ensemble des habitants du Grand Reims ; Fiche 2 - Organisation d'une journée « Rénovation énergétique des logements » dans chaque pôle territorial du Grand Reims chaque année ; Fiche 3 - Renforcement des soutiens financiers du territoire pour la rénovation énergétique des logements du Grand Reims, en lien avec la trajectoire définie pour atteindre la sobriété carbone ; Fiche 4 - Accompagnement financier des ménages pour le renouvellement d'une cheminée ouverte ou un autre système de chauffage bois installé avant 2002 par un appareil haute performance ; Fiche 5 - Rénovation énergétique de 1 600 logements sociaux par an ; Fiche 6 - Identification des passoires thermiques des logements individuels et collectifs du territoire ; Fiche 7 - Élaboration d'un plan pluriannuel de rénovation énergétique des bâtiments de la ville de Reims et du Grand Reims ; Fiche 8 - Accélérer la rénovation énergétique du patrimoine municipal des communes du Grand Reims, avec l'appui d'un nouveau dispositif d'ingénierie technique ; Fiche 9 - Mise en place d'un dispositif d'accompagnement technique des petites entreprises du Grand Reims dans la rénovation énergétique de leurs bâtiments ; Fiche 10 - Lancement d'un appel à projets « bâtiment bas carbone sur le Grand Reims » ; Fiche 11 - Renouvellement de la chaufferie urbaine du réseau de chaleur d'Orgeval avec un mix comprenant 81 % d'énergies renouvelables ; Fiche 12 - Élaboration d'études préliminaires pour une extension du réseau de chaleur Croix-Rouge ; Fiche 13 - Création d'un nouveau réseau de chaleur quartier Europe alimenté par un mix énergétique bas carbone ; Fiche 14 - Extension du nouveau réseau de chaleur quartier Saint-Rémi ; **Mobilité et urbanisme** Fiche 15 - Mise en place d'une Zone à Faible Émissions mobilités (ZFEm) couvrant le centre-ville et la traversée urbaine de Reims ; Fiche 16 - Déploiement de 50 km de lignes cyclables sur la ville de Reims : plan « Reims à vélo » ; Fiche 17 - Lancement du schéma d'aménagement cyclable à l'échelle du Grand Reims ; Fiche 18 - Poursuite de l'opération « aides à l'achat de vélos à assistance électrique » pour tous les habitants du Grand Reims ; Fiche 19 - Mise en place d'un service de location longue durée de vélos pour les habitants du Grand Reims ; Fiche 20 - Favoriser le développement d'offres de covoiturage : lignes, aires, aides financières ; Fiche 21 - Déploiement de 2 lignes de Bus à Haut Niveau de Service (BHNS) avec des véhicules électriques (à batteries ou hydrogène) ; Fiche 22 - Programme d'équipement multimodal des haltes ferrées et de la gare Reims Centre ; Fiche 23 - Réouverture complète aux voyageurs de la ligne Reims – Fismes – La Ferté Milon – Paris ; Fiche 24 - Amélioration de l'offre de desserte de l'étoile ferroviaire rémoise, dans l'optique de la création d'un réseau express métropolitain ; Fiche 25 - Mise en place de parkings relais multiservices, accessibles tous modes et connectés aux lignes de bus à haut niveau de service, afin de favoriser le rabattement vers les transports collectifs ; Fiche 26 - Élaboration de plans piétons pour les centres bourgs et villages du Grand Reims et définition avec les communes des conditions de sa mise en œuvre ; Fiche 27 - Révision du plan de circulation de la ville de Reims dans le but de favoriser les modes actifs (vélo,	

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D'ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	ÉLÉMENTS du PROJET en COHÉRENCE avec le thème AIR du DOCUMENT
		marche) et les transports collectifs ; Fiche 28 - Transition énergétique de la flotte de bus du Grand Reims (hors bus de la ligne à haut niveau de services) avec des véhicules à motorisation bioGNV et électrique (à batteries ou hydrogène) ; Fiche 29 - Transition énergétique du parc de véhicules de la ville de Reims et du Grand Reims ; Fiche 30 - Études préliminaires à la transition d'une ligne TER diesel desservant le Grand Reims vers l'hydrogène d'ici 2030 ; Fiche 31 - Élaboration du schéma directeur de déploiement des Infrastructures de Recharge de Véhicules Électriques (IRVE) et déploiement de bornes ; Fiche 32 - Définition du maillage des stations d'avitaillement en GNV et bioGNV ; Fiche 33 - Mise en œuvre du plan d'actions livraisons ; Fiche 34 - Accompagnement technique au déploiement des plans de mobilité employeurs au sein des entreprises du Grand Reims ; Fiche 35 - Accompagnement à la création d'un tiers lieu avec option de coworking dans l'un des bourgs centre du Grand Reims (réduction des déplacements domicile – travail) ; Fiche 36 - Mise à jour du diagnostic des friches et sols pollués du Grand Reims et identification de leur potentiel usage futur le plus pertinent (nouveau bâti, solaire photovoltaïque, végétalisation) ; Fiche 37 - Élaboration d'une stratégie « zéro artificialisation nette » à l'échelle du Grand Reims ; Fiche 38 - Élaboration d'un Plan Local d'Urbanisme intercommunal (PLUi) à l'échelle du Grand Reims répondant aux enjeux de la stratégie bas carbone et de la protection de la biodiversité ; Fiche 39 - Projet Berges du canal, vitrine de l'innovation environnementale ; Fiche 40 -Requalification du quartier Port Colbert, vitrine de l'innovation environnementale	
TEPCV Territoire à Énergie Positive pour la Croissance Verte	-	Les Territoires à énergie positive pour la croissance verte sont des territoires qui s'engagent dans une démarche permettant d'atteindre l'équilibre entre la consommation et la production d'énergie à l'échelle locale. Leur plan d'action s'appuie sur 4 piliers : favoriser l'efficacité énergétique ; réduire des émissions de gaz à effet de serre ; diminuer la consommation d'énergies fossiles ; développer les énergies renouvelables. *La commune de Champigny ne fait pas partie d'un territoire labellisé TEPCV.*	Non concerné
CTE Contrat de Transition Écologique	-	Le dispositif CTE (Contrat de Transition Écologique) succède à TEPCV (Territoires à énergie positive pour la croissance verte). Lancés en 2018, les contrats de transition écologique (CTE) traduisent les engagements environnementaux pris par la France (Plan climat, COP21, One Planet Summit) au niveau local. Ce sont des outils au service de la transformation écologique de territoires volontaires, autour de projets durables et concrets. Ce dispositif est une démarche volontaire qui fixe les grands objectifs et engagements en matière de transition écologique à l'échelle privilégiée des EPCI et de leurs groupements. *La commune de Champigny ne fait pas partie d'un territoire labellisé CTE.*	Non concerné

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D'ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	ÉLÉMENTS du PROJET en COHÉRENCE avec le thème AIR du DOCUMENT
CRTE Contrat de Relance et de Transition Écologique (2021)	CU du Grand Reims	En novembre 2020, les Contrats de Relance et de Transition Écologique (CRTE) prennent la suite des Contrats de Transition Écologique (CTE). Les CRTE répondent à une triple ambition : la transition écologique, le développement économique et la cohésion territoriale. Destinés à tous les territoires (rural, urbain, ultra marin), les CRTE ont vocation à participer activement à la réussite du plan « France Relance », le plan de relance économique et écologique de la France, à court terme. À plus long terme, ces contrats permettront d'accélérer les dynamiques de transformations à l'œuvre dans tous les territoires dans les six prochaines années. Ainsi, l'ensemble des territoires de la métropole et des outre-mer se verront proposer l'élaboration d'un CRTE. *La commune de Champigny appartient à la CU du Grand Reims ayant signé son Contrat de Relance et Transition Écologique avec l'État le 20 décembre 2021.* Ce CRTE se base sur 3 axes : • 1. Une nouvelle ambition économique : se réinventer pour devenir un grand territoire de référence avec pour fer de lance la bioéconomie • 1.1. Le développement économique • 2. Une nouvelle stratégie d'attractivité : se resituer pour redevenir un territoire de choix • 2.1. Le rayonnement du territoire • 2.2. L'attractivité résidentielle • 3. Une mobilisation territoriale : se rassembler pour affirmer et faire grandir ce qui nous lie • 3.1 La mobilité • 3.2. La planification • 3.3 Les bourgs-centre, centres-bourgs et la ville centre	
PLUi Plan Local d'Urbanisme intercommunal (en cours d'élaboration)	CU du Grand Reims	Champigny fait partie de la CU du Grand Reims qui est compétent, en lieu et place des communes, en matière de planification urbaine. *La Communauté Urbaine du Grand Reims a prescrit l'élaboration de son Plan Local d'Urbanisme intercommunal tenant lieu de Programme Local de l'Habitat le 24 avril 2023.* Dans l'attente de l'approbation du futur Plan Local d'Urbanisme intercommunal (PLUi), les Plans Locaux d'Urbanisme sont toujours en vigueur.	Non concerné
PLU Plan Local d'Urbanisme (2016)	Commune de Champigny	Révisé le 24 mars 2016, mis à jour le 2 septembre 2016 et dernièrement modifié le 16 juin 2021, le PLU de Champigny définit les enjeux suivants : **Champigny, pour une dynamique économique de Porte Ouest d'agglomération :** • Dynamiser l'économie et l'emploi • Valoriser et maintenir les activités existantes **Champigny, pour un habitat solidaire :** • Promouvoir un développement raisonné favorisant les solidarités urbaines • Affirmer l'identité campinoise **Champigny, pour une mobilité durable** • Affirmer un droit à la mobilité pour tous • Intégrer les nuisances pour limiter les impacts • Contribuer au développement des communications numériques **Champigny, pour une commune naturelle** • Renforcer la qualité environnementale • Donner accès à la nature	Le projet répond à l'enjeu de dynamique économique du PLU de Champigny (accueil d'activités au niveau de la zone « Les Sables »).

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D'ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	ÉLÉMENTS du PROJET en COHÉRENCE avec le thème AIR du DOCUMENT
PDU de l'Agglomération Rémoise Plan de Déplacements Urbains (2016)	Reims et 15 communes alentours	Le PDU de Reims Métropole a été arrêté le 23 mai 2016 et approuvé le 12 décembre 2016. Les différentes actions du PDU ont été organisées selon cinq axes stratégiques : • Fluidifier les déplacements à l'échelle du territoire et assurer l'accès tous modes au cœur de ville, vitrine de l'agglomération. • Améliorer la qualité de vie des centralités urbaines • Une mobilité adaptée pour la ville des courtes et moyennes distances • Faciliter l'intermodalité et la multimodalité • Encourager et accompagner les évolutions de comportements	La création d'entrepôts en périphérie permet de minimiser les flux de trafic en centre d'agglomération
Émissions des véhicules			
Certificat Crit'Air	Territoire national	La vignette Crit'Air permet d'identifier les véhicules les moins polluants par le biais d'un autocollant sécurisé de couleur apposé sur le véhicule et intitulé certificat qualité de l'air (Crit'Air). Note : Cette vignette est obligatoire depuis le 16 janvier 2017 pour circuler dans Paris. *La commune de Champigny ne fait partie d'aucune zone environnementale.*	Non concerné
Environnement & Santé			
PNSE 4 Plan National Santé Environnement (2021)	Territoire national	Le Plan National Santé Environnement (PNSE) vise à développer une approche pluridisciplinaire du thème « Santé – Environnement » sur le court et le moyen terme. Le quatrième Plan National Santé Environnement (PNSE 4), période 2021-2025, intitulé « Un environnement, une santé », a été lancé le 07 mai 2021 par les ministres de la Transition Écologique, et des Solidarités et de la Santé, dans un contexte spécifique. D'un côté, les attentes citoyennes sur les questions de santé environnement sont de plus en plus fortes. Au nom du principe de précaution, le citoyen souhaite que l'impact du progrès scientifique sur son environnement et sur sa santé soit évalué et anticipé. Par ailleurs, la crise sanitaire de la Covid-19 a fait émerger des interrogations sur le rapport au vivant, et rappelle le lien étroit entre santé humaine, santé animale et santé de l'environnement. Le PNSE 4 comporte 20 actions réparties en 4 axes : • **AXE 1 : S'informer, se former et informer sur l'état de mon environnement et les bons gestes à adopter pour notre santé et celle des écosystèmes** • Action 1 : Connaître l'état de son environnement et des bonnes pratiques à adopter • Action 2 : Identifier les substances dangereuses pour la santé et l'environnement dans les objets du quotidien • Action 3 : Être mieux informé sur la bonne utilisation des produits ménagers et leur impact sur la santé et l'environnement • Action 4 : Informer les propriétaires d'animaux sur l'utilisation des produits biocides • Action 5 : Approfondir les connaissances des professionnels sur les liens entre l'environnement et la santé • Action 6 : Se renseigner sur les conseils de prévention avant et après la grossesse • Action 7 : Informer et sensibiliser les jeunes à la santé environnement • **AXE 2 : Réduire les expositions environnementales affectant la santé humaine et celle des écosystèmes sur l'ensemble du territoire** • Action 8 : Maitriser l'exposition aux ondes électromagnétiques et améliorer la connaissance des impacts sanitaires • Action 9 : Réduire les nuisances liées à la lumière artificielle pour la santé et l'environnement • Action 10 : Prévenir et agir dans les territoires concernés par la pollution des sols • Action 11 : Prévenir les impacts sanitaires des espèces nuisibles par des méthodes compatibles avec la préservation de l'environnement • Action 12 : Mieux comprendre et prévenir les cas de légionellose	Non concerné

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D'ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	ÉLÉMENTS du PROJET en COHÉRENCE avec le thème AIR du DOCUMENT
		• Action 13 : Mieux gérer les risques sanitaires et environnementaux des nanomatériaux • Action 14 : Améliorer la qualité de l'air intérieur au-delà des actions à la source sur les produits ménagers et les biocides • Action 15 : Réduire l'exposition au bruit • **AXE 3 : Démultiplier les actions concrètes menées par les collectivités dans les territoires** • Action 16 : Créer une plateforme collaborative pour les collectivités et renforcer l'expertise des territoires pour réduire les inégalités sociales et territoriales en santé environnement • Action 17 : Renforcer la sensibilisation des urbanistes et aménageurs des territoires pour mieux prendre en compte la santé environnement • **AXE 4 : Mieux connaître les expositions et les effets de l'environnement sur la santé des populations et sur les écosystèmes** • Action 18 : Créer un espace commun de partage de données environnementales pour la santé, le Green Data for Health • Action 19 : Structurer et renforcer la recherche sur l'exposome et mieux connaître les maladies liées aux atteintes à l'environnement • Action 20 : Surveiller la santé de la faune terrestre et prévenir les zoonoses	
PRSE 3 Plan Régional Santé Environnement (2017)	Région Grand-Est	Le PRSE3 Grand-Est pour la période 2017-2021 propose 13 actions structurées en 3 axes : • **Axe 1 : Des activités humaines préservant l'environnement et la santé** ○ Développer la concertation et les échanges entre les acteurs pour améliorer la qualité de l'eau potable ○ Améliorer la qualité de l'air grâce aux efforts conjugués entre les industriels, les transports, les artisans, les agriculteurs, le résidentiel et le tertiaire ○ Consolider et améliorer la diffusion des connaissances sur l'exposition aux produits phytosanitaires ○ Agir de manière concertée sur les zones d'exposition aux pollutions diffuses • **Axe 2 : Un cadre de vie et de travail favorable à la santé** ○ Renforcer les réseaux de surveillance des espèces invasives nuisibles pour la santé et renforcer les réseaux d'acteurs du territoire ○ Mettre en place des politiques d'aménagement favorables à la santé et à l'environnement ○ Agir pour une meilleure qualité de l'air intérieur auprès des publics sensibles ○ Faciliter la mise en œuvre de dispositifs novateurs en matière de Lutte contre l'Habitat Indigne ○ Traiter de manière intégrée le risque lié au radon à l'échelle du territoire ○ Réduire les risques d'exposition aux fibres d'amiante • **Axe 3 : Les clés pour agir en faveur de la santé environnement au quotidien** ○ Renforcer les connaissances et les compétences du grand public et des populations sensibles sur les questions de santé environnement ○ Former et accompagner les professionnels dans le domaine de la santé environnement ○ Communiquer sur la mise en œuvre du plan et agir auprès des acteurs du territoire Suite à la journée régionale santé environnement de février 2022, le comité d'animation du PRSE Grand Est a organisé des ateliers visant à coconstruire le futur PRSE. Une consultation publique a lieu du 24 avril au 28 mai 2023, le PRSE est à ce jour en cours d'élaboration.	Une évaluation des risques sanitaires sera réalisée dans le cadre de cette étude.

8. IDENTIFICATION DES PRINCIPALES SOURCES D'ÉMISSIONS ATMOSPHÉRIQUES

8.1. INVENTAIRE DES ÉMISSIONS

En région Grand-Est, les inventaires (ou cadastres) d'émissions sont réalisés par l'Aasqa Atmo Grand Est. Le dernier inventaire a été publié en 2023 et porte sur l'année 2021.
Il faut retenir que les émissions sont réparties en 8 grands secteurs qui sont les suivants :

- **Transport routier**
- **Autres Transports**
- **Résidentiel**
- **Tertiaire**
- **Branche énergie**
- **Industrie (hors branche énergie)**
- **Déchets**
- **Agriculture**

L'histogramme suivant illustre le bilan 2021 des émissions de polluants pour la Communauté Urbaine du Grand Reims incluant 15 communes, dont Champigny.

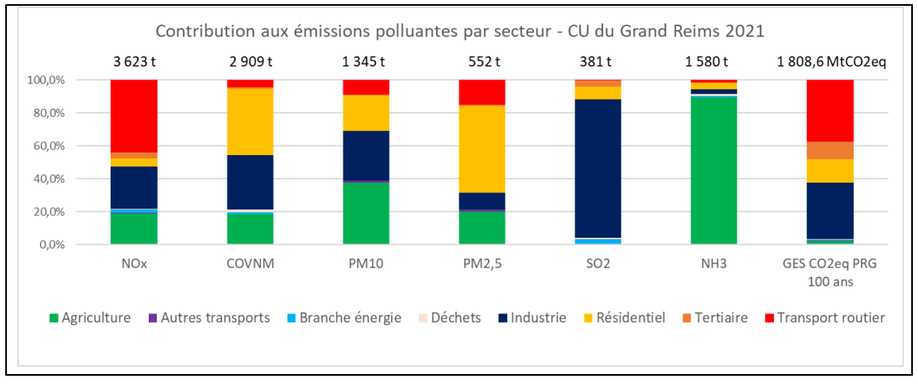


Figure 6 : Bilan des émissions annuelles pour la CU du Grand Reims (estimations faites en 2022 pour l'année 2020) (source : Observatoire Climat Air Énergie Grand Est)

En 2021, la répartition des émissions de polluants du territoire « CU du Grand Reims » est la suivante :

- **Oxydes d'azote (NOx)** : le transport routier est le premier contributeur (43,8 %) suivi par l'industrie (26,0 %) et l'agriculture (19,0 %).
- **Composés Organiques Volatils Non Méthaniques (COVNM)** : le résidentiel est l'émetteur principal (40,4 %) suivi par l'industrie (33,3 %) et l'agriculture (18,3 %).
- **Particules PM10** : le principal émetteur est l'agriculture (37,5 %), suivi par l'industrie (29,9 %) et le résidentiel (22 %).
- **Particules PM2,5** : le résidentiel est le contributeur majoritaire (52,6 %) suivi par l'agriculture (20,2 %) et le transport routier (15,1 %).
- **Dioxyde de soufre (SO_2)** : l'industrie est le contributeur prépondérant (84,2 %) suivi par le résidentiel (8,0 %).
- **Ammoniac (NH_3)** : l'agriculture est l'émetteur majoritaire (89,4 %) suivi par le résidentiel (4,4 %).
- **Gaz à Effet de Serre (GES)** : le transport routier est le principal émetteur (37,6 %) suivi par l'industrie (34,3 %) et le résidentiel (14,5 %).

Le tableau ci-après reporte les émissions en polluants atmosphériques et GES de la CU du Grand Reims entre 2005 et 2021 ainsi que leurs évolutions.

Tableau 5 : Émissions annuelles de la CU du Grand Reims en polluants atmosphériques et GES, en 2005, 2010, 2015 et 2021 (source : Données Observatoire Climat Air Énergie Grand Est**)**

	NOx t/an	PM10 t/an	PM2,5 t/an	COVNM t/an	SO_2 t/an	NH_3 t/an	GES kt/an
Émissions en 2005	7 558	5 051	1 840	1 031	1 409	1 833	2 069
Émissions en 2010	5 817	4 150	1 582	852	885	1 656	1 971
Émissions en 2015	4 778	3 141	1 439	650	613	1 578	1 691
Émissions en 2020	3 623	2 909	1 345	552	381	1 580	1 600
Variation entre 2005 et 2020	-52,1 %	-42,4 %	-26,9 %	-46,5 %	-72,9 %	-13,8 %	-22,7 %

Pour la CU du Grand Reims, les émissions ont fortement diminué entre 2005 et 2021 pour chaque polluant et pour les GES.

Sur le territoire de la CU du Grand Reims, dont fait partie Champigny, les principaux secteurs émetteurs de polluants atmosphériques et GES sont le **transport routier** (NOx, PM2,5, GES), le **résidentiel** (COVNM, PM10, PM2,5, GES), **l'industrie** (NOx, COVNM, PM10, SO_2, GES) et l'**agriculture** (NOx, COVNM, PM10, PM2,5, NH_3).

8.2. RÉSEAUX DE TRANSPORTS

Le réseau routier est le principal point d'étude de la partie Air du projet.
Néanmoins, d'autres réseaux de transport (aérien, ferroviaire, fluvial) peuvent impliquer des rejets de polluants atmosphériques. Il convient donc de les analyser.

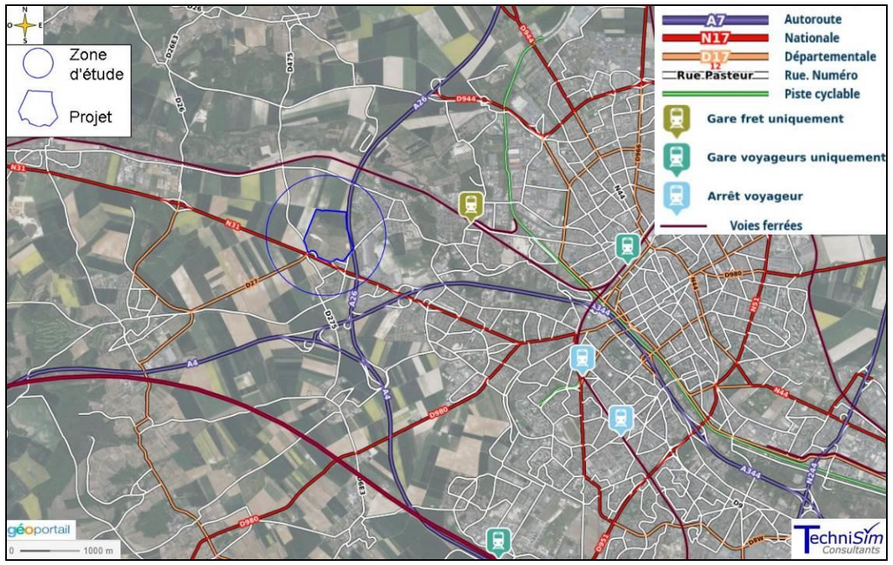


Figure 7 : Réseaux de transport aux environs du projet

Sur la zone d'étude, concernant les émissions de polluants liées aux transports, le transport routier contribue de manière prépondérante.

❖ **Transport routier**

Le trafic automobile impacte la qualité de l'air par le rejet de polluants dus aux moteurs à combustion des véhicules, et aussi par l'abrasion induite par le roulage et le freinage : usure des équipements et de la route, etc.
Le trafic routier est générateur d'oxydes d'azote ; de particules PM10, PM2,5 et diesel ; de Gaz à Effet de Serre ; de composés organiques volatils ; de métaux, …

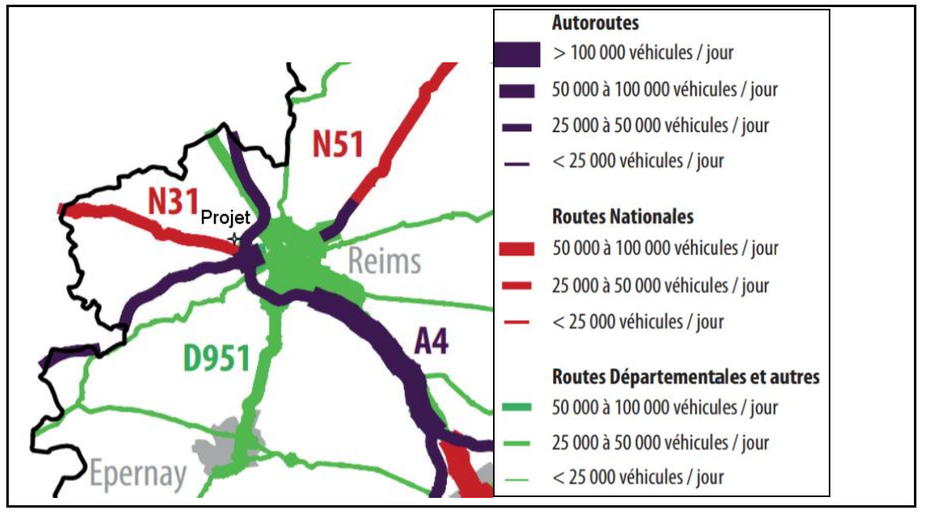


Figure 8 : Carte des Trafics Moyens Journaliers Annuels (TMJA) aux environs du projet (source : DREAL Grand Est**)**

L'environnement du projet est fortement marqué par la présence de plusieurs axes routiers à fort trafic :

- La D27 (1 872 véh./jour dont 18,3 % de PL en 2019)[6] ;
- La N31 (entre 25 000 et 50 000 véh./jour)[7] ;
- L'autoroute A26 (34 170 véh./jour dont 16,3 % de Poids-Lourds en 2019) [8].

Il est également à noter la présence de l'autoroute A344 (52 359 véh./jour dont 8,25 % de PL en 2019) à 1,4 km au Sud-Est du projet.

❖ **Transport aérien**

Les aéroports sont émetteurs de gaz à effet de serre (dioxyde de carbone [CO_2] principalement, et dans une moindre mesure : méthane [CH_4] et protoxyde d'azote [N_2O]), d'hydrofluorocarbures [HFC] ; d'oxydes d'azote [NOx] ; de COV (Composés Organiques Volatils) et particules.
En outre, selon les données du Centre interprofessionnel technique d'études de la pollution atmosphérique (CITEPA), le secteur du transport aérien est une source non négligeable de dioxyde de soufre [SO_2] et de plomb [Pb].

Aucun aéroport/aérodrome n'est situé au sein de la zone d'étude.

[6] https://www.grand-est.developpement-durable.gouv.fr/comptage-acces-centralise-aux-donnees-de-trafic-a18777.html
[7] https://www.ortl-grandest.fr/wp-content/uploads/2019/05/CC2019_MeP_Mai2019_internet.pdf
[8] https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/trafic-moyen-journalier-annuel-sur-le-reseau-routier-national/

❖ **Transport ferroviaire**

Le réseau ferré est émetteur principalement de particules (PM10 et PM2,5) et de métaux (dont les principaux sont le fer, le cuivre et le zinc), notamment dus aux frottements des caténaires, des rails, et aux freinages lorsqu'il s'agit de voies électrifiées. Concernant les trains fonctionnant au diesel (très minoritaires sur le réseau ferré en France métropolitaine), des polluants liés à la combustion sont également émis.

Les voies ferrées les plus proches sont retrouvées à environ 1,4 km au Nord du projet.
Compte-tenu de la distance, celles-ci ne devraient pas impacter la qualité de l'air au niveau de la zone d'étude.

❖ **Transport fluvial**

Le transport fluvial est émetteur de NOx, particules, COVNM, SO_2.

Aucune voie navigable n'est recensée à proximité du périmètre du projet.
La rivière Vesle coule à 1,6 km de distance de l'opération.

8.3. SECTEURS RÉSIDENTIEL ET TERTIAIRE

Le secteur résidentiel/tertiaire se décompose en deux sous-secteurs : le résidentiel, majoritairement émetteur, et le tertiaire.
Les émissions proviennent principalement de la climatisation des bâtiments, des appareils de combustion fixes (chaudières, inserts, foyers fermés et ouverts, cuisinières, etc.), et de l'utilisation de peintures et de produits contenant des solvants[9].
D'autres sources mineures existent pour le secteur résidentiel, parmi lesquelles il est possible de citer les feux ouverts de déchets verts et autres, la consommation de tabac, l'utilisation de feux d'artifice et les engins mobiles non routiers (loisirs et jardinage).

Ce secteur est émetteur de NOx, PM10, PM2,5, COVNM, de métaux (As et Cr), HAP et dioxines/furanes.

En l'état actuel, l'emprise projet ne comporte aucun bâtiment.
La zone d'étude, comporte des bâtiments d'habitation ou de services ainsi que des bâtiments à caractère industriel/commercial, des ponts/dalles de protection.



Figure 9 : Environnement du projet par typologie de bâtiments

D'après les données de l'Observatoire Climat Air Énergie Grand Est, au sein de la CU du Grand Reims, à climat réel en 2021 :

- **Le secteur résidentiel** a consommé 2 041 375 MWh d'énergie :
  - 33,3 % gaz naturel (soit 679 088 MWh) ;
  - 31,3 % électricité (soit 638 566 MWh) ;
  - 5,8 % de chaleur/froid issus de réseau (soit 119 047 MWh) ;
  - 8,9 % d'autres énergies renouvelables (soit 181 775 MWh) ;
  - 7,4 % produits pétroliers (soit 151 009 MWh) ;
  - 13,3 % bois (soit 271 891 MWh).
- **Le secteur tertiaire** a consommé 1 315 051 MWh d'énergie :
  - 37,4 % gaz naturel (soit 492 379 MWh) ;
  - 49,3 % électricité (soit 648 676 MWh) ;
  - 5,4 % chaleur /froid issus de réseau (soit 71 203 MWh) ;
  - 6,9 % produits pétroliers (soit 91 346 MWh) ;
  - 0,7 % d'autres énergies renouvelables (soit 9669 MWh) ;
  - 0,1 % Bois (soit 1 777 MWh).

Les secteurs résidentiel & tertiaire peuvent constituer des émetteurs importants sur la zone d'étude, en fonction des types d'énergie utilisés (notamment en cas d'utilisation du bois et/ou de produits pétroliers/charbon comme combustible).

[9] Données du CITEPA : centre Interprofessionnel Technique d'Études de la Pollution Atmosphérique

8.4. SECTEUR AGRICOLE

Le secteur agricole est émetteur de GES, NH_3, NOx, PM10, PM2,5, COVNM, SO_2.
La planche suivante illustre les territoires agricoles retrouvés aux abords du projet.

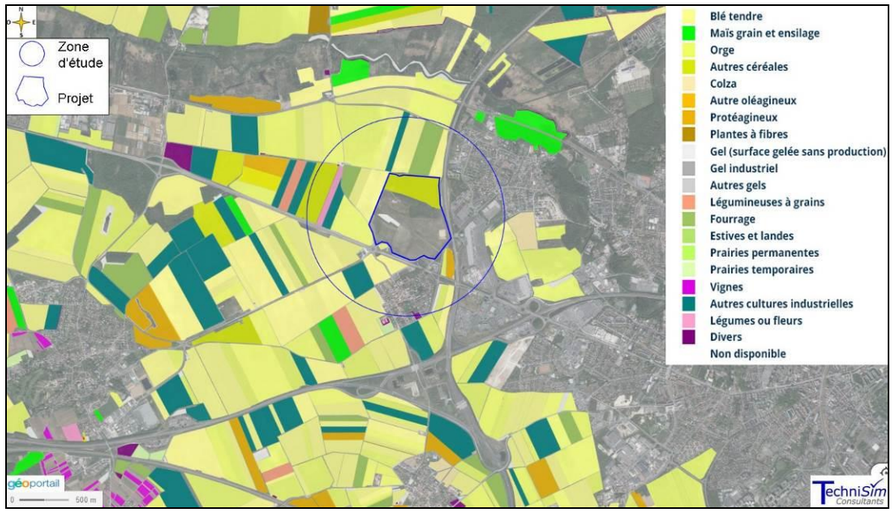


Figure 10 : Identification des zones agricoles en 2021 à proximité du projet par type de culture

Selon le Registre Parcellaire Graphique Agricole 2021 (Géoportail), le projet et ses alentours sont constitués de nombreuses zones de cultures diverses. La zone d'étude est de ce fait susceptible d'être impactée par les émissions agricoles, notamment le passage d'engins ou de poids lourds.

8.5. REGISTRE DES ÉMISSIONS POLLUANTES (SECTEUR INDUSTRIEL)

Selon les données du Registre Français des Émissions Polluantes (IREP/Géorisques), aucun établissement déclarant des rejets dans l'atmosphère n'est implanté au sein de la zone d'étude.

8.6. SYNTHÈSE

Sur le territoire de la CU du Grand Reims, dont fait partie Champigny, les principaux secteurs émetteurs de polluants atmosphériques et GES sont le **transport routier** (NOx, PM2,5, GES), le **résidentiel** (COVNM, PM10, PM2,5, GES), **l'industrie** (NOx, COVNM, PM10, SO_2, GES) et l'**agriculture** (NOx, COVNM, PM10, PM2,5, NH_3).

-Les principales voies routières de la zone d'étude sont la D27 (1 872 véh./jour dont 18,3 % de PL en 2019), la N31 (entre 25 000 et 50 000 véh./jour) et l'autoroute A26 (34 170 véh./jour dont 16,3 % de Poids-Lourds en 2019).
Il est également à noter la présence de l'autoroute A344 (52 359 véh./jour dont 8,25 % de PL en 2019) à 1,4 km au Sud-Est du projet.
-Les voies ferrées les plus proches sont situées à 1,4 km, distance jugée suffisante pour ne pas affecter la qualité de l'air à l'échelle du projet.
-Il n'y a aucune voie navigable, ni aéroport/aérodrome au sein de la zone d'étude.
-Les secteurs résidentiel & tertiaire peuvent constituer des émetteurs importants sur la zone d'étude, en fonction des types d'énergie utilisés (notamment en cas d'utilisation du bois et/ou de produits pétroliers/charbon comme combustible).
-Selon les données du Registre Français des Émissions Polluantes (IREP/Géorisques), aucun établissement déclarant des rejets dans l'atmosphère n'est implanté au sein de la zone d'étude.
-Selon le Registre Parcellaire Graphique Agricole 2021 (Géoportail), le projet et ses alentours sont constitués de nombreuses zones de cultures diverses. La zone d'étude est de ce fait susceptible d'être impactée par les émissions agricoles, notamment le passage d'engins ou de poids lourds.

À l'échelle de la zone d'étude, les secteurs émetteurs de polluants atmosphériques sont le transport routier, le résidentiel /tertiaire et, de manière minoritaire, le secteur agricole.

9. QUALITÉ DE L'AIR

La Loi sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Énergie, dite loi 'LAURE', reconnaît à chacun le droit de respirer un air qui ne nuise pas à sa santé. Aussi, l'État assure-t-il - avec le concours des collectivités territoriales - la surveillance de la qualité de l'air au moyen d'un dispositif technique dont la mise en œuvre est confiée à des organismes agréés.
Il s'agit des Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA). Ces associations sont régies par la « Loi 1901 ».
La surveillance de la qualité de l'air (objectifs de qualité, seuils d'alerte et valeurs limites) est entrée en vigueur avec la mise en place du Décret n°98360 du 16 mai 1998.
Un autre décret datant lui aussi du 16 mai 1998 (n°98-361) porte sur l'agrément des organismes de la qualité de l'air.

Le rôle essentiel de ces organismes est l'information du public sur la qualité de l'air ambiant. Ces associations de surveillance de la qualité de l'air ont une compétence régionale, mais déployable à l'échelle locale.
Les AASQA mesurent également les incidences négatives de la pollution atmosphérique sur les écosystèmes, à la suite de l'arrêté du 16 avril 2021 relatif au dispositif national de surveillance de la qualité de l'air ambiant.

Concernant la région Grand Est, l'organisme en charge de cette mission est l'association Atmo Grand Est.

9.1. ABAISSEMENT DES SEUILS OMS DE REFERENCE EN 2021

La pollution atmosphérique constitue l'une des principales menaces environnementales pour la santé. Améliorer la qualité de l'air, en réduisant notamment les émissions, permet d'atténuer les changements climatiques et préserve la santé des populations.
Au cours du mois de septembre 2021, les lignes directrices de l'organisation mondiale de la santé (OMS) ont été abaissées afin de réduire l'incidence de la pollution atmosphérique sur la santé[10].

Les lignes directrices mondiales sur la qualité de l'air ne sont pas juridiquement contraignantes. Elles accordent aux décideurs d'orienter la réglementation en vigueur au sein des États ainsi que les politiques publiques mises en œuvre. En France, les valeurs réglementaires pour la qualité de l'air sont une déclinaison des directives européennes. Elles sont en cours de révision (cf. §9.2). Ces valeurs réglementaires ne sont pas forcément calquées sur les seuils sanitaires définis par l'OMS. Ces préconisations rappellent l'importance d'une meilleure qualité de l'air pour la santé sans oublier que les changements climatiques et la pollution atmosphérique figurent parmi les principales menaces environnementales.



Figure 11 : Évolution des recommandations de l'OMS pour les PM10, PM2,5, le NO_2, l'O_3, le SO_2 et le CO selon la référence OMS de 2005 et de 2021

La figure suivante présente les recommandations de l'OMS n'ayant pas été réévaluées et demeurant donc valable.

[10] https://www.who.int/fr/news/item/22-09-2021-new-who-global-air-quality-guidelines-aim-to-save-millions-of-lives-from-air-pollution

Polluant	Durée retenue	Recommandations sur la qualité de l'air restant valides
NO_2, µg/m³	1 heure	200
SO_2, µg/m³	10 minutes	500
CO, mg/m³	8 heures	10
	1 heure	35
	15 minutes	100

Figure 12 : Recommandations de l'OMS pour le NO_2, le SO_2 et le CO n'ayant pas été réévaluées et restant valides

9.2. PROCEDURE DE REVISION DE LA DIRECTIVE EUROPEENNE SUR L'AIR AMBIANT ET UN AIR PUR POUR L'EUROPE

Le 26 octobre 2022, la Commission européenne a publié sa proposition de texte pour la révision de la directive sur la qualité de l'air ambiant. La révision fixera à l'horizon 2030 des normes de l'Union européenne et des objectifs en matière de qualité de l'air.
La Commission n'a pas aligné sa proposition sur les lignes directrices de l'Organisation mondiale de la santé pour 2030 mais a pour objectif d'atteindre une pollution zéro de l'air d'ici à 2050 au plus tard.
La proposition faite par la Commission modifie les obligations de surveillances, les seuils d'informations, d'alerte mais également les valeurs limites et valeurs cibles des polluants règlementés.

Cette révision n'est pas encore en vigueur mais indique les tendances de la réglementation à venir dans les prochaines années[11]. Le tableau suivant fait état des seuils réglementaires qui pourraient être applicables en 2030 si la proposition de révision n'évolue pas d'ici cette échéance.

Note : A priori, cette révision concernerait les particules fines (PM2,5 et PM10), le dioxyde d'azote (NO_2), le dioxyde de soufre (SO_2), le benzène et le monoxyde de carbone (CO). Les métaux lourds (plomb, arsenic, cadmium, nickel) et le benzo(a)pyrène ne seraient pas concernés.

Tableau 6 : Valeurs limites réglementaires actuelles et proposition de révision par la Commission Européenne des valeurs limites pour la protection de la santé humaine devant être atteintes au plus tard le 1er janvier 2030

	Valeurs limites actuelles				Proposition de valeurs limites devant être atteintes au plus tard le 1er janvier 2030			
	En moyenne annuelle	En moyenne journalière	En moyenne horaire	Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures (1)	En moyenne annuelle	En moyenne journalière	En moyenne horaire	Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures (1)
PM2.5	25 µg/m³	-	-	-	10 µg/m³	25 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 18 jours par an	-	-
PM10	40 µg/m³	50 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 35 jours par an	-	-	20 µg/m³	45 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 18 jours par an	-	-
NO_2	depuis le 01/01/10 : 40 µg/m³	-	200 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 18 heures par an	-	20 µg/m³	50 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 18 jours par an	200 µg/m³ à ne pas dépasser plus d'1 heure par an	
SO_2	-	125 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 3 jours par an	350 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 24 heures par an	-	20 µg/m³	50 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 18 jours par an	350 µg/m³ à ne pas dépasser plus d'1 heure par an	
Benzène	5 µg/m³	-	-	-	3,4 µg/m³	-	-	-
CO	-	-	-	10 mg/m³	-	4 mg/m³ à ne pas dépasser plus de 18 jours par an	-	10 mg/m³
Plomb	0,5 µg/m³	-	-	-	0,5 µg/m³	-	-	-
Arsenic	6,0 ng/m³	-	-	-	6,0 ng/m³	-	-	-
Cadmium	5,0 ng/m³	-	-	-	5,0 ng/m³	-	-	-
Nickel	20 ng/m³	-	-	-	20 ng/m³	-	-	-
B(a)P	1,0 ng/m³	-	-	-	1,0 ng/m³	-	-	-

(1) Le maximum journalier de la concentration moyenne sur 8 heures est sélectionné après examen des moyennes glissantes sur 8 heures, calculées à partir des données horaires et actualisées toutes les heures. Chaque moyenne sur 8 heures ainsi calculée est attribuée au jour où elle s'achève ; autrement dit, la première période de calcul pour un jour donné sera la période comprise entre 17h00 la veille et 1h00 le jour même, et la dernière sera la période comprise entre 16h00 et 24h00 le même jour.

11 https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:2ae4a0cc-55f8-11ed-92ed-01aa75ed71a1.0008.02/DOC_2&format=PDF

9.3. BILAN DE LA QUALITÉ DE L'AIR EN REGION GRAND EST EN 2022

Le dernier bilan annuel publié par « ATMO Grand Est » est celui concernant 2022.

Dans le contexte général de reprise d'activité qui caractérise 2022, les concentrations en polluants dans l'air sont restées globalement stables par rapport à 2021. Le retour des niveaux d'avant crise sanitaire n'a finalement pas eu lieu, et les concentrations continuent de s'inscrire dans la baisse tendancielle observée depuis de nombreuses années.
Malgré cette amélioration de la qualité de l'air, les concentrations en particules fines, en NO_2 et en ozone de basse altitude dépassent largement les seuils recommandés par l'OMS en matière de qualité de l'air sur l'ensemble de la région. D'autant plus que ces recommandations (plus basses que les valeurs limites réglementaires françaises et européennes) avaient été abaissées en 2021 compte-tenu de l'évolution des connaissances mettant en évidence les impacts sanitaires de la pollution atmosphérique.
Dans ce contexte, une révision de la Directive européenne sur l'air ambiant est en cours. En effet, un abaissement des seuils des valeurs limites réglementaires en matière de pollution d'air a été proposé en octobre 2022, pour ainsi les rapprocher, sans les aligner complètement aux recommandations de l'OMS. Ainsi en 2030, les valeurs limites pourraient passer de :

- Pour les PM2.5 de 25 µg/m³ à 10 µg/m³ en moyenne annuelle ;
- Pour le dioxyde d'azote et les PM10 : de 40 µg/m³ à 20 µg/m³ en moyenne annuelle.

Le nombre d'épisodes de pollution varie d'une année à l'autre entre 2018 et 2022 sur la région Grand Est. Sur l'année 2022, 12 jours de procédures d'info-recommandation ou d'alerte ont été mesurés (6 chacun pour les PM10 et l'ozone).
Note : La procédure ne prend pas en compte les particules PM2,5 et les seuils mis en avant dans les avis du Conseil National de l'air et de l'Anses.

Pour mémoire, concernant le NO_2 et les PM10, il existe un contentieux entre la France et la Commission Européenne pour non-respect des valeurs limites et insuffisance des actions mises en place.

❖ **Dioxyde d'azote (NO_2)**

En 2022, une centaine de personnes habitent dans un secteur où la pollution en NO_2 dépasse la valeur limite annuelle fixée à 40µg/m³, ce qui représente 0,002% du Grand Est. Cependant, 41 % de la population du « Grand Est » est exposée à un dépassement de la ligne directrice OMS sur la moyenne annuelle, fixée à 10 µg/m³. À noter que ces dépassements se concentrent principalement dans les grandes agglomérations de la région. La carte de répartition des moyennes annuelles montre des concentrations plus élevées au niveau des axes autoroutiers de la vallée rhénane et du Luxembourg à Nancy.

❖ **Particules PM10**

En 2022, la totalité de la population du « Grand Est » habite dans un secteur où la valeur limite journalière (50 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 35 jours dans l'année) et la valeur limite annuelle de 40 µg/m³ sont respectées. Cependant, 52 % se trouvent dans un secteur où la ligne directrice OMS sur la moyenne annuelle en PM10 (15 µg/m³) n'est pas respectée. Ce chiffre est en forte augmentation par rapport aux 19 % relevés en 2021. L'écart s'explique par un effet de seuil. Une partie du territoire se situait juste en dessous de la ligne directrice OMS en 2021. Les conditions plus propices à l'accumulation des particules PM10 en 2022 ont entraîné une légère augmentation des moyennes annuelles sur l'ensemble de la région.

❖ **Particules PM2,5**

À l'instar des particules PM10, la répartition des moyennes annuelles en PM2,5 démontre une grande homogénéité spatiale. Toutefois, les concentrations sont plus faibles sur le massif vosgien et plus marquées dans les grandes agglomérations. En 2022, aucun habitant du Grand Est n'est exposé à un dépassement de valeur limite annuelle en PM2,5 (25 µg/m³). En revanche, l'ensemble du territoire est exposé au dépassement de la ligne directrice de l'OMS sur la moyenne annuelle, fixée à 5 µg/m³. Cette situation est similaire à l'année 2021.

❖ **Ozone (O_3)**

Sur la période 2020-2022, le nombre de jours de dépassement de la valeur de protection de la santé (120 µg/m³, selon une moyenne glissante calculée sur 8 heures), reste quasiment constant par rapport à 2019-2021. En prenant en compte l'ensemble des mesures fixes, une moyenne de 17 jours de dépassement du seuil de 120 µg/m³ a été atteinte sur la période 2020-2022 contre 16 pour 2019-2021. C'est ainsi 7 % de la population du Grand Est qui est concernée par un dépassement de la valeur cible pour la santé en ozone sur la période 2020-2022, soit 25 jours de dépassement.

❖ **Dioxyde de soufre (SO_2)**

Comme c'est le cas depuis plusieurs années, les concentrations moyennes annuelles de SO_2 en 2022 sont une nouvelle fois très faibles (1 µg/m³) et donc largement inférieures à l'objectif de qualité (fixé à 50 µg/m³ en moyenne annuelle civile).

❖ **Benzène (C_6H_6)**

Le benzène respecte pour la deuxième année consécutive l'objectif de qualité annuel de 2 µg/m^3, avec une moyenne inférieure à 1 µg/m^3 pour toutes les stations.

❖ **Monoxyde de carbone (CO)**

En 2022, tous les seuils réglementaires pour le monoxyde de carbone sont respectés.

❖ **Métaux : plomb (Pb), arsenic (As), cadmium (Cd) et nickel (Ni)**

Un site de mesures fixes est implanté au voisinage de sites industriels émetteurs de métaux réglementés, à Neuves-Maisons. Les niveaux mesurés pour ces métaux sont tous largement inférieurs aux valeurs limites/cibles.

❖ **Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)**

La valeur cible européenne fixée à 1 ng/m^3 (moyenne annuelle) est largement respectée sur l'ensemble des stations de mesure d'ATMO Grand Est.

9.4. ZONES COUVERTES PAR UN PPA

Le projet est inclus dans la zone couverte par le PPA de l'Agglomération Rémoise.

La planche suivante représente la zone sous couverture du **P**lan de **P**rotection de l'**A**tmosphère de l'agglomération Rémoise, ainsi que la localisation du projet.

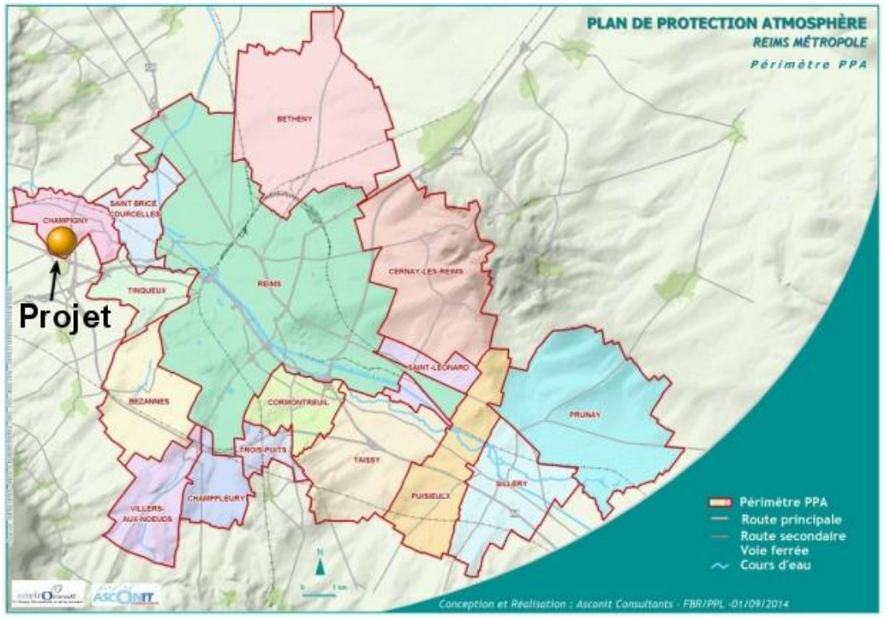


Figure 13 : Zone couverte par le PPA de l'agglomération Rémoise (Source : PPA agglomération Rémoise 2015)

9.5. ZONES SENSIBLES POUR LA QUALITÉ DE L'AIR

Le Schéma Régional Climat, Air et Énergie instauré par la Loi Grenelle II impose de cartographier des zones dites « sensibles » en termes de qualité de l'air. Ces zones se définissent par une forte densité de population (ou la présence de zones naturelles protégées) et par des dépassements des valeurs limites (VL) pour certains polluants (notamment PM10 et NO_2). Sur ces zones, les actions en faveur de la qualité de l'air sont qualifiées de prioritaires.

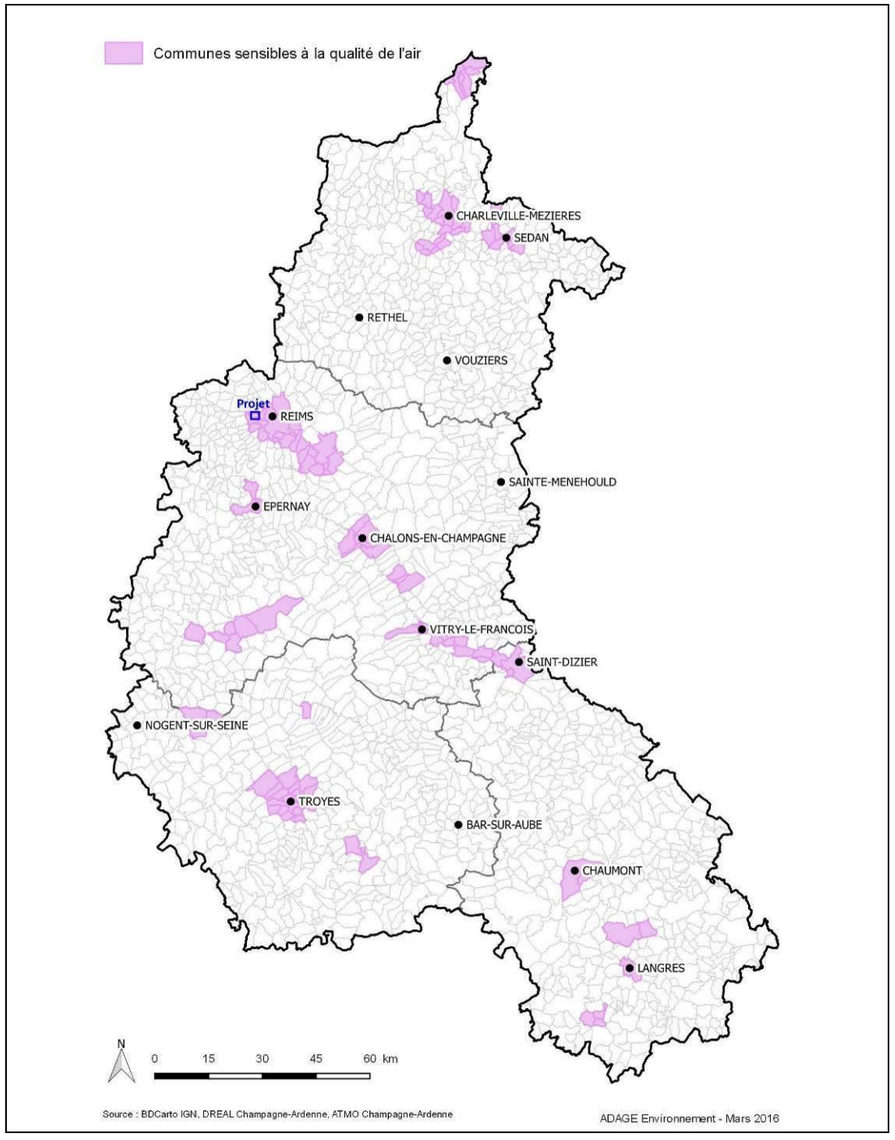


Figure 14 : Emplacement des zones sensibles en ex-Champagne-Ardennes au sens du SRCAE (2012)

A la date de rédaction du PCAER valant SRCAE (2012), la commune où est sis le projet est incluse dans la zone sensible pour la qualité de l'air en ex- région Champagne-Ardenne.

9.6. PROCÉDURES D'INFORMATION ET D'ALERTE

9.6.1. Fonctionnement de la procédure

Les procédures fixées par des arrêtés préfectoraux transposent au niveau local des politiques décidées aux échelles européenne et nationale, tout en tenant compte des spécificités territoriales.

Elles prévoient deux types de procédures en cas d'épisode de pollution :

- Une procédure « information et recommandations », qui comme son nom l'indique donne lieu à une information du grand public et à des conseils pour se prémunir de la pollution et contribuer à la baisse des concentrations ;
- Une procédure d'alerte qui peut donner lieu à la mise en œuvre de mesures d'urgence par le Préfet visant à réduire les émissions de polluants.

Les polluants concernés sont :

- les particules fines (PM10) ;
- le dioxyde d'azote (NO_2) ;
- l'ozone (O_3) ;
- le dioxyde de soufre (SO_2).

La procédure comporte deux niveaux de gravité croissante.

Procédure d'information-recommandations

Elle est déclenchée, par le préfet, pour un polluant donné, sur la base du constat ou de la prévision par l'association Atmo Grand-Est du dépassement du seuil d'information et de recommandations correspondant à ce polluant.

Procédure d'alerte

La procédure d'alerte est déclenchée sur prévision ou constat du dépassement du seuil du seuil d'alerte OU sur constat d'une procédure d'information-recommandation pour le jour même et prévision de dépassement pour le lendemain (persistance).
On parle de « persistance » d'un épisode de pollution pour un polluant donné dès lors qu'il y a prévision d'un dépassement du seuil d'information-recommandation le jour même et qu'un dépassement de ce même seuil est prévu le lendemain. La procédure d'alerte est maintenue tant que les prévisions météorologiques ou les prévisions en matière de concentration de polluants montrent qu'il est probable que le seuil d'information et de recommandation soit dépassé le lendemain ou le surlendemain.

Avertissement : les seuils d'information et de recommandation et les seuils d'alerte font référence aux niveaux de concentration dans l'air des polluants visés.
Ces seuils sont résumés dans le tableau ci-après.

Tableau 7 : Seuils de déclenchement des niveaux d'information et d'alerte

Seuils de déclenchement			Ozone Moyenne horaire	PM10 Moyenne journalière	NO_2 Moyenne horaire	SO_2 Moyenne horaire
Seuils d'information et de recommandations			180 µg/m³	50 µg/m³ en moyenne calculé sur la période entre 0 et 24 heures	200 µg/m³	300 µg/m³
Seuils d' alerte	*Pour la mise en œuvre progressive des mesures d'urgence*	***Niveau 1***	240 µg/m³ en moyenne horaire	80 µg/m³ en moyenne calculé sur la période entre 0 et 24 heures	400 µg/m³ ***OU*** 200 µg/m³ (1)	500 µg/m³ en moyenne horaire sur 3 heures consécutives
		Niveau 2	300 µg/m³ en moyenne horaire pendant 3 heures consécutives			
		Niveau 3	360 µg/m³ en moyenne horaire			
(1)	À condition que la procédure d'information et de recommandations pour ce polluant ait été déclenchée la veille et le jour même, et que les prévisions fassent craindre un nouveau risque de déclenchement pour le lendemain					

9.6.2. Historique des dépassements

Le graphe suivant illustre le nombre de jours sous procédures d'information-recommandation et d'alerte pour la Marne depuis 2018.

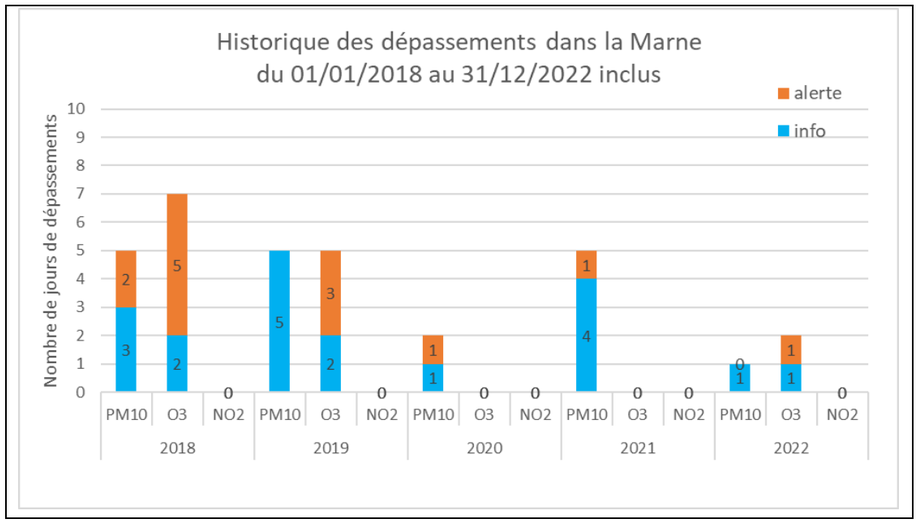


Figure 15 : Nombre de jours sous procédures d'information et d'alerte pour la Marne entre 2018 et 2022 (Source : ATMO Grand Est**)**

Il est à retenir que les déclenchements concernent les **PM10** (période hivernale) et l'**ozone** (période estivale). Aucun dépassement des seuils en NO_2 n'est enregistré sur la période pour le département.

Le seuil d'alerte pour les PM10 et l'ozone est fréquemment dépassé depuis 2018 dans la Marne.
En 2022, 2 jours de déclenchement de la procédure d'information-recommandations se sont produits (1 pour les PM10 et 1 pour l'ozone), ainsi qu'1 dépassement du seuil d'alerte pour l'ozone.

9.7. DONNÉES ATMO GRAND EST

9.7.1. Mesures réalisées par ATMO Grand Est

L'AASQA Atmo Grand Est ne dispose pas de station à proximité du projet. La localisation et les caractéristiques des stations les plus proches sont données ci-après.

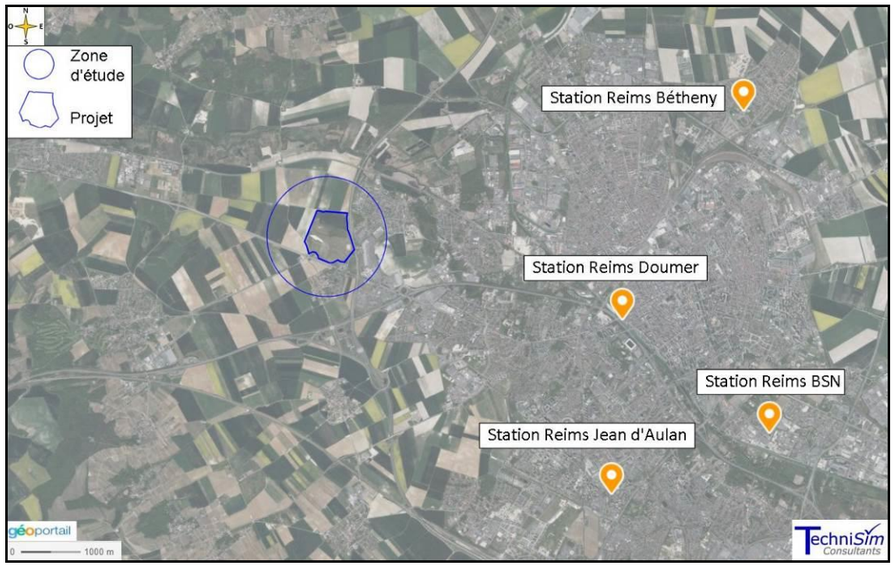


Figure 16 : Localisation des stations de mesure les plus proches du projet

Tableau 8 : Caractéristiques des stations de mesure ATMO Grand-Est

Stations	Type	Localisation	Distance projet	Polluants mesurés
REIMS DOUMER	Station Trafic	Rue Irénée Lelièvre 51100 Reims	5,20 km à l'Est	- PM10 - PM2,5 - NO_2
REIMS JEAN D'AULAN	Station urbaine de fond	Rue Jean d'Aulan 51100 Reims	6,7 km au Sud-Est	- PM10 - PM2,5 - NO_2 - SO_2 - O_3
REIMS BETHENY	Station périurbaine de fond	Allée des Pâquerettes 51450 Bétheny	7,5 km au Nord-Est	- PM10 - NO_2 - O_3
REIMS BSN	Station périurbaine de fond	Rue Saint-Léonard 51100 Reims	8,0 km au Sud-Est	- As, Cd, Ni, Pb

Avertissement :

- Les stations 'de fond' ne sont pas directement influencées par une source locale identifiée. Elles permettent une mesure d'ambiance générale de la pollution dite 'de fond' (**pollution à laquelle la population est soumise en permanence**), représentative d'un large secteur géographique autour d'elles.
- Les stations 'Trafic' mesurent la pollution dans des lieux proches des voies de circulation (voies rapides, carrefours, routes nationales, ...). Les niveaux mesurés à ces endroits correspondent au risque d'exposition maximum pour le piéton, le cycliste ou l'automobiliste. La représentativité des mesures est locale et est variable selon la configuration topographique et la nature du trafic.

Les résultats des mesures des stations ATMO Grand-Est sont disponibles en Annexe.

D'après les mesures d'ATMO Grand-Est, depuis 2018 :
-**Pour le dioxyde d'azote NO_2,** la valeur réglementaire annuelle est respectée chaque année pour toutes les stations (excepté en 2018 pour la station Reims Doumer). En revanche, la recommandation annuelle de l'OMS est dépassée chaque année. En moyenne horaire, 3 dépassements de la valeur limite ont été mesurés en 2019 pour la station Reims Doumer. La recommandation journalière de l'OMS est dépassé chaque année pour toutes les stations.
-**Pour les particules PM10**, la valeur réglementaire annuelle est respectée chaque année pour toutes les stations, contrairement à la recommandation annuelle de l'OMS (exception en 2022 pour la station Reims Bétheny). La valeur réglementaire journalière est respectée chaque année pour toutes les stations, contrairement à la recommandation journalière de l'OMS.
-**Pour les particules PM2,5,** la valeur réglementaire annuelle est respectée, contrairement aux recommandations annuelle et journalière de l'OMS.
-**Pour l'ozone O_3**, des dépassements du seuil d'information ont eu lieu en 2018, et des dépassements du seuil de protection de la santé et de la recommandation de l'OMS ont lieu chaque année.
-**Pour le dioxyde de soufre SO_2**, l'objectif de qualité annuel est largement respecté.
-**Pour le benzène,** la valeur réglementaire et l'objectif de qualité annuels sont respectés.
-**Pour les métaux (As, Cd, Ni, Pb),** les valeurs cibles et objectifs de qualité sont respectés.

9.7.2. Indice ATMO

L'indice français de la qualité de l'air est l'indice « ATMO ». L'arrêté du 10 juillet 2020 (NOR : TRER2017892A) modifiant l'indice a été publié le 29/07/2020 et abroge l'arrêté de 2004. Ce texte et le nouvel indice sont entrés en vigueur le 1er janvier 2021.

Le nouveau calcul de l'indice ATMO tient compte des PM2,5[12] qui pénètrent plus facilement à travers les barrières physiques de l'organisme humain et impactent la santé, et non plus uniquement celles inférieures à 10 microns (PM10) comme auparavant. De plus, il permet de fournir une prévision calculée à l'échelle de chaque établissement public de coopération intercommunale (EPCI) (et non plus uniquement sur les agglomérations de 100 000 habitants), sur l'ensemble du territoire national, y compris Outre-Mer. Il apporte ainsi une indication plus fine sur l'exposition de la population à la pollution de l'air, avec une information à différentes échelles territoriales, de l'EPCI à la géolocalisation.

Le nouvel indice ATMO qualifie l'état de l'air selon 6 classes : Bon / Moyen / Dégradé / Mauvais / Très mauvais / Extrêmement mauvais.
Le code couleur s'étend du bleu (bon) au magenta (extrêmement mauvais).

Chaque indice est composé de 5 sous-indices étant respectivement représentatif d'un polluant de l'air :

- Particules fines inférieures à 10 µm (PM10) ;
- Particules fines inférieures à 2,5 µm (PM2,5) ;
- Ozone (O_3) ;
- Dioxyde d'azote (NO_2) ;
- Dioxyde de soufre (SO_2).

La figure suivante représente les seuils et les couleurs du nouvel indice.

		Bon	Moyen	Dégradé	Mauvais	Très mauvais	Extrêmement mauvais
Moyenne journalière	PM2.5	0-10	10-20	20-25	25-50	50-75	>75
Moyenne journalière	PM10	0-20	20-40	40-50	50-100	100-150	>150
Max horaire journalier	NO2	0-40	40-90	90-120	120-230	230-340	>340
Max horaire journalier	O3	0-50	50-100	100-130	130-240	240-380	>380
Max horaire journalier	SO2	0-100	100-200	200-350	350-500	500-750	>750

Figure 17 : Seuils et couleurs du nouvel indice ATMO entré en vigueur le 1er janvier 2021

L'indice caractérisant la qualité globale de l'air de la journée considérée est égal au sous-indice le plus dégradé.

Cet indice agit comme un thermomètre, avec une nouvelle graduation : il procure une représentation différente de la qualité de l'air. La prise en compte des particules fines PM2,5 et les changements de seuils permettent de mieux décrire la qualité de l'air.
Nonobstant, le nouvel indice ATMO considère les polluants individuellement et ne tient pas compte des effets cocktails de plusieurs polluants. Il s'agit d'une représentation simplifiée de la qualité de l'air qui se fonde sur des prévisions journalières et comporte une marge d'incertitude (à l'image des bulletins météorologiques).
En corollaire, ce qui peut apparaître comme une augmentation du nombre de jours avec une qualité de l'air moyenne, dégradée, mauvaise ou très mauvaise, découle du changement de la méthode de calcul, de l'intégration des PM2,5, et de nouveaux seuils.
Cela ne résulte pas en l'occurrence d'une dégradation de la qualité de l'air qui tend à s'améliorer depuis vingt ans.

L'historique[13] 2022 de l'indice ATMO pour la commune de Champigny est fourni en figure suivante.

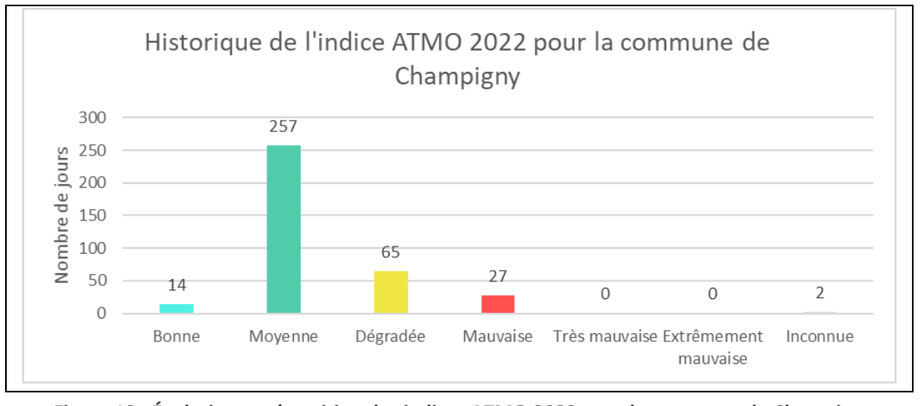


Figure 18 : Évolution et répartition des indices ATMO 2022 pour la commune de Champigny (source ATMO Data)

Selon l'indice ATMO, la qualité de l'air à Champigny en 2022 peut être qualifiée de « Bonne » 3,8 % de la période, « Moyenne » 70,4 % de la période, « Dégradée » 17,8 % de la période et « Mauvaise » 7,4 % de la période.

[12] https://atmo-france.org/un-nouvel-indice-atmo-plus-clair-et-precis/

[13] https://map.atmo-france.org/

9.7.3. Modélisations ATMO Grand Est au niveau de la zone d'étude

Les planches en pages suivantes présentent les modélisations ATMO Grand Est, en 2021, des concentrations moyennes annuelles pour les particules (PM10 et PM2,5) et le dioxyde d'azote NO_2 au niveau de la zone d'étude.

Selon les modélisations 2021 d'ATMO Grand Est, il ressort que
-À l'échelle de la zone d'étude : les seuils réglementaires annuels et journaliers (NO_2, PM10, PM2.5) sont respectés. Les recommandations de l'OMS (en moyenne annuelle) pour le NO_2, les PM10 et les PM2,5 sont quant à elles toutes dépassées, notamment aux abords de l'A26.
-À l'échelle de l'emprise projet, il apparait que les seuils réglementaires annuels (NO_2, PM10, PM2,5) sont respectés (ainsi que les objectifs de qualité).
Les recommandations de l'OMS (en moyenne annuelle) pour le NO_2 (10 µg/m^3), les PM10 (15 µg/m^3) et les PM2,5 (5 µg/m^3) sont toutes dépassées sur l'emprise projet, notamment aux abords de l'A26.

En tout état de cause, la qualité de l'air sur *l'emprise projet* peut être qualifiée de plutôt moyenne, compte tenu des recommandations OMS non respectées bien que les seuils réglementaires le soient.

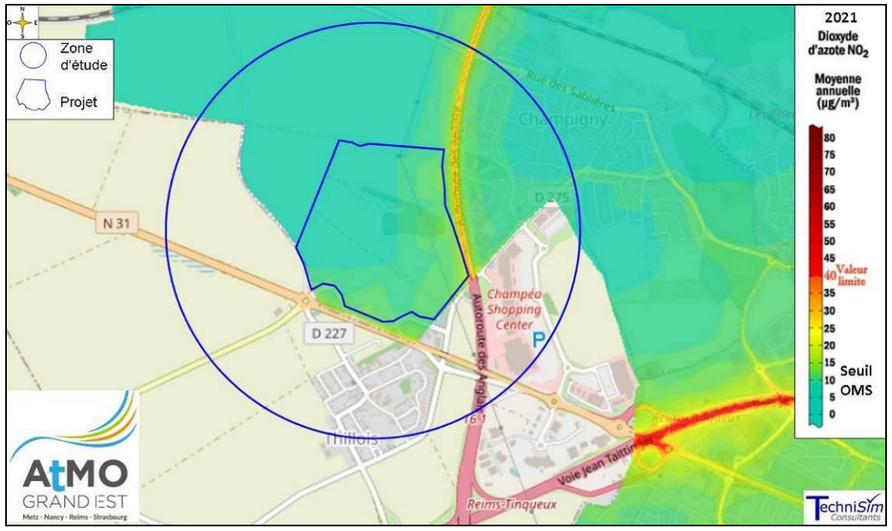


Figure 19 : Modélisations réalisées par ATMO Grand Est – Concentrations moyennes annuelles en NO_2, 2021

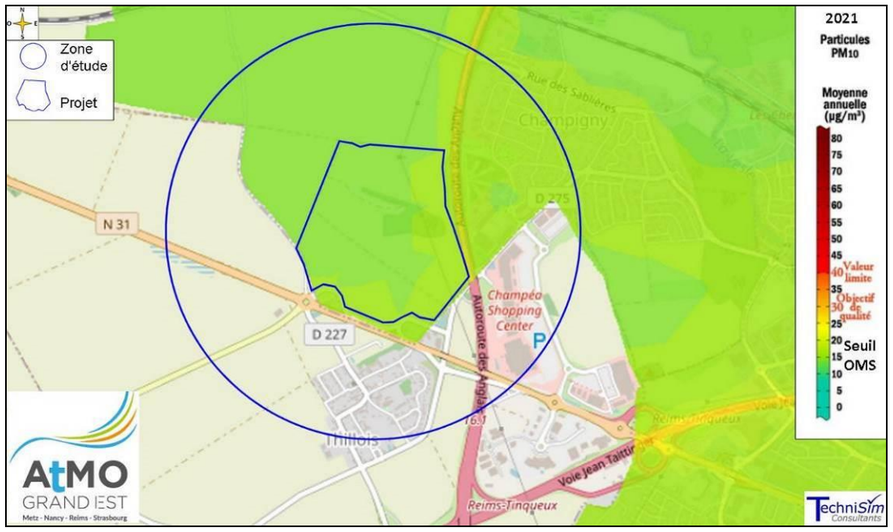


Figure 20 : Modélisations réalisées par ATMO Grand Est – Concentrations moyennes annuelles en PM10, 2021

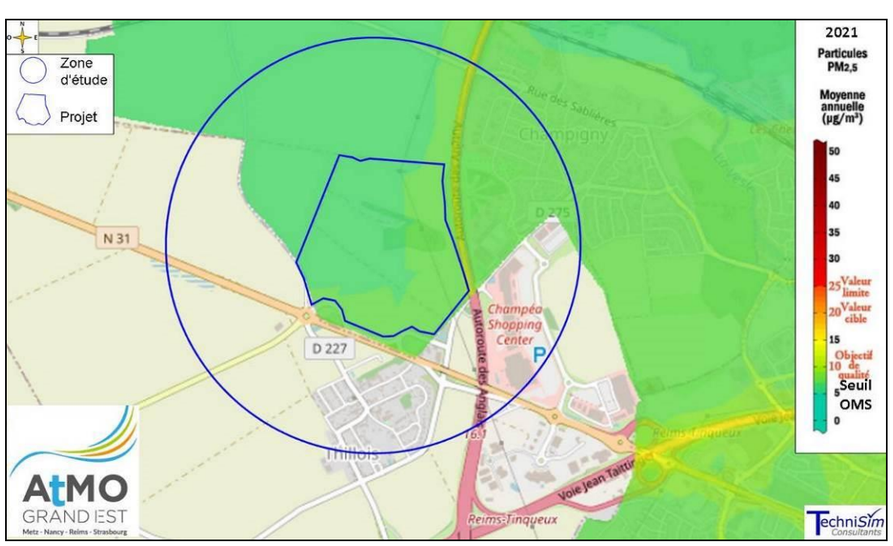


Figure 21 : Modélisations réalisées par ATMO Grand Est – Concentrations moyennes annuelles en PM2,5, 2021

9.8. EXPOSITION DE LA POPULATION

L'exposition chronique correspond à la qualité de l'air à laquelle les populations sont exposées tout au long de l'année.

La commune de Champigny appartient à la Zone Administrative de Surveillance (ZAS) dite « Zone à Risque (ZAR) de Reims ».

Le tableau suivant présente les indicateurs d'exposition aux PM10 et au NO_2 à l'échelle de la ZAR de Reims en 2018.

Tableau 9 : Indicateurs d'exposition aux poussières (PM10) et au dioxyde d'azote (NO_2) – 2018 (source : Atmo Grand-Est)

Exposition aux polluants à l'échelle de la ZAR de Reims	Population exposée	Surface exposée aux dépassements (en km²)
NO_2	300	0,71
PM10	0	0,006

En 2018, au niveau de la Zone à Risques de Reims, d'après les estimations d'Atmo Grand-Est, aucun habitant n'est exposé à des teneurs dépassant les seuils réglementaires pour les PM10, et 300 personnes sont exposées à des teneurs dépassant les seuils réglementaires pour le NO_2.

9.9. SYNTHÈSE

Région Grand Est

Dans le contexte général de reprise d'activité qui caractérise 2022, les concentrations en polluants dans l'air sont restées globalement stables par rapport à 2021. Le retour des niveaux d'avant crise sanitaire n'a finalement pas eu lieu, et les concentrations continuent de s'inscrire dans la baisse tendancielle observée depuis de nombreuses années.

Département de la Marne

En 2022, 2 jours de déclenchement de la procédure d'information-recommandations se sont produits (1 pour les PM10 et 1 pour l'ozone), ainsi qu'1 dépassement du seuil d'alerte pour l'ozone.
En fonction des années et des conditions météorologiques, les concentrations fluctuent. Il demeure que des déclenchements de procédures pour les PM10 et l'ozone se produisent encore au niveau départemental. Les déclenchements de procédures concernent uniquement les PM10 (période hivernale) et l'ozone (période estivale).

D'après les mesures d'ATMO Grand-Est, depuis 2018 :
-**Pour le dioxyde d'azote NO_2,** la valeur réglementaire annuelle est respectée chaque année pour toutes les stations (excepté en 2018 pour la station Reims Doumer). En revanche, la recommandation annuelle de l'OMS est dépassée chaque année. En moyenne horaire, 3 dépassements de la valeur limite ont été mesurés en 2019 pour la station Reims Doumer. La recommandation journalière de l'OMS est dépassé chaque année pour toutes les stations.
-**Pour les particules PM10**, la valeur réglementaire annuelle est respectée chaque année pour toutes les stations, contrairement à la recommandation annuelle de l'OMS (exception en 2022 pour la station Reims Bétheny). La valeur réglementaire journalière est respectée chaque année pour toutes les stations, contrairement à la recommandation journalière de l'OMS.
-**Pour les particules PM2,5,** la valeur réglementaire annuelle est respectée, contrairement aux recommandations annuelle et journalière de l'OMS.
-**Pour l'ozone O_3**, des dépassements du seuil d'information ont eu lieu en 2018, et des dépassements du seuil de protection de la santé et de la recommandation de l'OMS ont lieu chaque année.
-**Pour le dioxyde de soufre SO_2**, l'objectif de qualité annuel est largement respecté.
-**Pour le benzène,** la valeur réglementaire et l'objectif de qualité annuels sont respectés.
-**Pour les métaux (As, Cd, Ni, Pb),** les valeurs cibles et objectifs de qualité sont respectés.

Zone à Risques de Reims

En 2018, au niveau de la Zone à Risques de Reims, d'après les estimations d'Atmo Grand-Est, aucun habitant n'est exposé à des teneurs dépassant les seuils réglementaires pour les PM10, et 300 personnes sont exposées à des teneurs dépassant les seuils réglementaires pour le NO_2.

Commune de Champigny

-Selon l'indice ATMO, la qualité de l'air à Champigny en 2022 peut être qualifiée de « Bonne » 3,8 % de la période, « Moyenne » 70,4 % de la période, « Dégradée » 17,8 % de la période et « Mauvaise » 7,4 % de la période.

Zone d'étude

-La zone d'étude du projet est incluse dans la zone sensible pour la qualité de l'air en ex-région Champagne-Ardenne au sens du SRCAE et est couverte par le PPA de l'Agglomération Rémoise.
-Selon les modélisations 2021 d'ATMO Grand Est, à l'échelle de **la zone d'étude**, il ressort que les seuils réglementaires annuels et journaliers (NO_2, PM10, PM2.5) sont respectés. Les recommandations de l'OMS (en moyenne annuelle) pour le NO_2, les PM10 et les PM2,5 sont quant à elles toutes dépassées, notamment aux abords de l'A26.

Emprise projet

-Selon les modélisations 2021 d'ATMO Grand Est, à l'échelle de **l'emprise projet**, il apparait que les seuils réglementaires annuels (NO_2, PM10, PM2,5) sont respectés (ainsi que les objectifs de qualité).
Les recommandations de l'OMS (en moyenne annuelle) pour le NO_2 (10 µg/m^3), les PM10 (15 µg/m^3) et les PM2,5 (5 µg/m^3) sont toutes dépassées sur l'emprise projet, notamment aux abords de l'A26.

En tout état de cause, la qualité de l'air sur *l'emprise projet* peut être qualifiée de plutôt moyenne, compte tenu des recommandations OMS non respectées bien que les seuils réglementaires le soient.

10. IMPACT SANITAIRE DE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE SUR LA SANTE

La pollution de l'air peut avoir des effets divers selon les facteurs d'exposition ci-dessous :

- La durée d'exposition : hétérogène dans le temps et l'espace, elle dépend notamment des lieux fréquentés par l'individu et des activités accomplies ;
- La sensibilité individuelle : l'état de santé et les antécédents pathologiques, qui vont modifier la sensibilité vis-à-vis de la pollution atmosphérique, sont différents pour chaque individu ;
- La concentration des polluants ;
- La ventilation pulmonaire.

Il convient de distinguer deux types d'impact de l'exposition à la pollution atmosphérique sur la santé :

- les impacts à <u>court terme</u> qui surviennent dans des délais brefs (quelques jours) après l'exposition et qui sont à l'origine de troubles tels que : irritations oculaires ou des voies respiratoires, crises d'asthme, exacerbation de troubles cardio-vasculaires et respiratoires pouvant conduire à une hospitalisation, et dans les cas les plus graves au décès.
- les impacts à <u>long terme</u> qui résultent d'une exposition sur plusieurs années et qui peuvent être définis comme la contribution de l'exposition à la pollution atmosphérique au développement ou à l'aggravation de maladies chroniques telles que : cancers, pathologies cardiovasculaires et respiratoires, troubles neurologiques, troubles du développement, etc.

De manière générale, les populations les plus exposées vivent dans les centres urbains, proches des grands axes ou à proximité de sites industriels près desquels l'effet "cocktail" (mélange de polluants) est le plus important.

❖ **<u>Cas des pics de pollution</u>**

D'un point de vue épidémiologique, il n'existe pas de définition des épisodes de pollution, les études épidémiologiques retrouvant une relation linéaire entre exposition à la pollution urbaine et effets sanitaires. Enfin, il faut noter qu'il n'existe pas de seuils en-deçà duquel aucun effet sur la santé ne serait observé au niveau populationnel.

Ainsi, les épisodes de pollution atmosphérique sont définis par le dépassement de concentrations en polluants au-delà de seuils fixés par les réglementations françaises et européennes. Les seuils d'information et d'alerte visent à informer, à promouvoir des comportements adaptés et à protéger la population.

Comme pour l'exposition aux niveaux habituels, les effets les plus courants observés lors de pics de pollution sont la toux, l'hypersécrétion nasale, l'expectoration, l'essoufflement, l'irritation nasale, des yeux et de la gorge… Ces effets à court terme peuvent a priori être ressentis par une part de la population d'autant plus importante que les concentrations sont élevées. Ces manifestations ne nécessitent généralement pas un recours aux soins et ne peuvent être appréhendées que par des enquêtes ad hoc auprès de la population. Des effets plus graves et moins fréquents, respiratoires ou cardiovasculaires, correspondant à la décompensation de pathologies chroniques, peuvent aussi apparaître et conduire à une consultation aux urgences, à l'hospitalisation, voire au décès.

La pollution de l'air est donc un enjeu fort de santé publique : problèmes respiratoires, cardiovasculaires et maladies chroniques.
Remarque importante : le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC) a classé en 2013 la pollution atmosphérique et les matières particulaires contenues dans la pollution atmosphérique comme cancérogènes pour l'Homme (groupe 1)[14].

10.1. MORBIDITÉ ET COÛTS ASSOCIÉS

D'une manière générale, la pollution atmosphérique peut induire des effets respiratoires ou cardiovasculaires tels que :

- Augmentation des affections respiratoires : bronchiolites, rhino-pharyngites, etc.
- Dégradation de la fonction ventilatoire : baisse de la capacité respiratoire, excès de toux ou de crises d'asthme.
- Hypersécrétion bronchique.
- Augmentation des irritations oculaires.
- Augmentation de la morbidité cardio-vasculaire (particules fines).
- Dégradation des défenses de l'organisme aux infections microbiennes.
- Incidence sur la mortalité :
  - À court terme pour affections respiratoires ou cardio-vasculaires (dioxyde de soufre et particules fines ;
  - À long terme par effets mutagènes et cancérigènes (particules fines, benzène).

[14] https://www.auvergne-rhone-alpes.ars.sante.fr/air-exterieur-et-pollution-atmospherique

À propos de la France, une étude du Commissariat Général au Développement Durable[15] détermine les coûts pour le système de soins compris entre 0,9 et 1,8 milliards d'euros par an pour cinq maladies respiratoires et hospitalisations attribuables à la pollution de l'air :

- Broncho-pneumopathies chroniques obstructives (BPCO), estimées entre 123 et 186 millions €/an.
- Bronchites chroniques, estimées à 72 millions €/an.
- Bronchites aiguës, estimées à 171 millions €/an.
- Asthme, estimé entre 315 millions et 1,10 milliard €/an.
- Cancers, estimés entre 50 et 131 millions €/an.
- Hospitalisations, estimées à 155 millions €/an.

L'enjeu économique se montre important puisque la pollution de l'air coûte chaque année près de 100 milliards d'euros à la France (soit deux fois plus que le tabac).

❖ **Exposition à la pollution atmosphérique et recours aux urgences pour pathologies respiratoires chez les enfants en Grand Est**

Les données sur les passages aux urgences recueillies dans le cadre du réseau OSCOUR® constituent une source d'information intéressante pour documenter les effets sanitaires à court terme des expositions à la pollution atmosphérique. L'étude Erpurs tire parti de ces données pour évaluer dans l'agglomération parisienne l'influence des expositions aux polluants NO_2, PM2,5 et PM10 sur les recours aux urgences pour des affections des voies respiratoires inférieures chez les enfants et les nourrissons. **Des liens positifs et significatifs ont été retrouvés entre le nombre quotidien de passages pour asthme et bronchite chez les 0-1 an et les 2-14 ans et les niveaux ambiants de pollution**, une élévation "habituelle" (d'un intervalle interquartile) des niveaux de polluants du jour et de la veille étant associée à une augmentation de 2 à 7% des passages. Les effets des expositions étaient majoritairement visibles sur les passages des 5 jours suivant l'exposition, excepté pour les passages pour bronchiolites des 0-1 an pour lesquels une augmentation du nombre de passages était observée dans les 5 à 15 jours suivant l'exposition. Ces résultats confirment que les niveaux actuels de polluants dans la région contribuent à dégrader l'état de santé respiratoire des enfants et des nourrissons.

[15] CGDD - « *Estimation des coûts pour le système de soins français de cinq maladies respiratoires et des hospitalisations attribuables à la pollution de l'air* » - Avril 2015

10.2. MORTALITÉ

Étude européenne

Les effets de la pollution sur la santé sont conséquents. Ainsi, une étude[16] de l'Agence Européenne de l'Environnement (AEE) indique, pour l'année 2020, les nombres de décès prématurés en Europe (41 états) et pour chaque pays européen, dus aux différents polluants atmosphériques et l'estimations des décès prématurés pour l'Europe (41 états) et la France en 2020, en fonction des polluants atmosphériques (tableau suivant).

Tableau 10 : Estimation du nombre de décès prématurés attribuables aux différents polluants atmosphériques pour l'année 2020 et nombre d'année de vie perdues attribuables à la pollution atmosphérique en 2020 - Union Européenne et France (Source : EEA Air quality in Europe 2022**)**

Données 2020	Nombre de décès prématurés		Nombre d'années de vies perdues attribuables	
POLLUANTS	Europe (27 états)	France	Europe (27 états)	France
PM2,5	238 000	16 500	2 410 000 (544 ans/100 000 hab.)	175 800 (270 ans/100 000 hab.)
NO_2	49 000	4 400	484 000 (109 ans/100 000 hab.)	47 000 (72 ans/100 000 hab.)
O_3	24 000	3 100	249 000 (56 ans/100 000 hab.)	34 100 (52 ans/100 000 hab.)

En comparaison des données 2019, en 2020 le nombre de morts prématurées attribuables à la pollution atmosphérique a augmenté pour les PM2.5 et diminué pour le NO_2 et l'O_3. Outre les variations liées aux concentrations dans l'air et à la démographie, le nombre de morts prématurées à également été influencé par la pandémie de Covid-19 (augmentation du nombre de morts naturelles en 2020).

- Pour les PM2.5, la diminution des concentrations a été contrebalancée par l'augmentation des décès imputables à la pandémie.
- Pour le NO_2, l'importante diminution des concentrations a été un effet direct des diminutions du trafic routier pendant les confinements. L'impact de ces faibles concentrations en NO_2 sur la diminution de la mortalité a contrecarré les morts en excès dues à la pandémie.

[16] https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2022

Étude française

Dans une étude publiée en 2016, portant sur la période 2007-2008, Santé Publique France[17] estimait à plus de 48 000 le nombre de décès annuels prématurés ayant pour cause l'exposition aux particules fines PM2,5, ce qui correspondait à une perte d'espérance de vie estimée à 9 mois pour une personne âgée de 30 ans. Le pourcentage évitable de décès était de 9 % pour un scénario sans pollution anthropique aux particules fines.

Une actualisation publiée en 2021 de cette étude portant sur la période 2016-2019 a encore été réalisée par Santé Publique France[18].

Les résultats de cette actualisation soulignent le fait que le fardeau ou poids total demeure conséquent avec près de 40 000 décès annuels attribuables à l'exposition aux PM2,5 et près de 7 000 décès attribuables à l'exposition au NO_2, représentant respectivement 7 % et 1 % de la mortalité totale annuelle.

Cela représente en moyenne une perte d'espérance de vie de 7,6 mois en raison d'une exposition aux PM2,5, et de 1,6 mois en raison d'une exposition au NO_2 pour les personnes âgées de 30 ans et plus, soit respectivement 491 797 et 106 354 années de vie gagnées au total. Une part importante de cet impact en termes de mortalité et d'espérance de vie se concentre dans les communes appartenant à une unité urbaine de plus de 100 000 habitants

Les estimations respectives attribuables à une exposition de la population à chaque indicateur de pollution ne sont pas additionnables intégralement, car une partie des décès peut être attribuée à l'exposition conjointe à ces deux polluants.

Les planches ci-après présentent le poids total de l'exposition à long terme aux PM2,5 et au NO_2 sur la mortalité de la population âgée de 30 ans et plus à l'échelle communale, du 1er janvier 2016 au 31 décembre 2019 en France métropolitaine (en %).

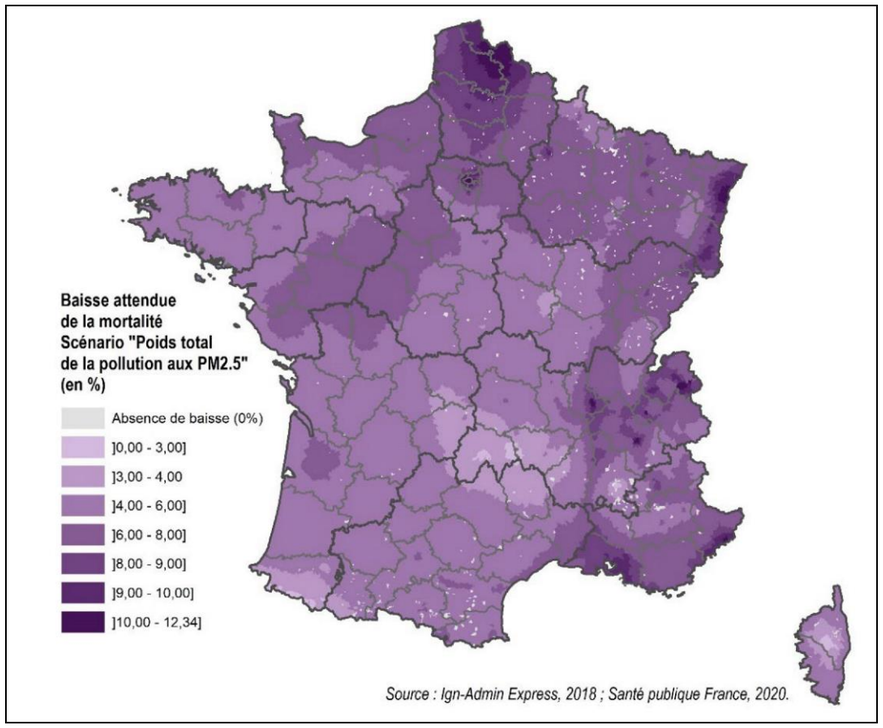


Figure 22 : Poids total de l'exposition à long terme aux PM2,5 sur la mortalité de la population âgée de 30 ans et plus à l'échelle communale, du 1er janvier 2016 au 31 décembre 2019 en France métropolitaine (en %) (source : Santé Publique France**)**

[17] Santé publique France – « *Impacts de l'exposition chronique aux particules fines sur la mortalité en France continentale et analyse des gains en santé de plusieurs scénarios de réduction de la pollution atmosphérique* » - Juin 2016 – ISSN : 1958-9719

[18] Santé publique France – « *impact de la pollution de l'air ambiant sur la mortalité en France métropolitaine - Réduction en lien avec le confinement du printemps 2020 et nouvelles données sur le poids total pour la période 2016-2019* » - Avril 2021 - ISSN : 2609-2174

https://www.santepubliquefrance.fr/presse/2021/pollution-de-l-air-ambiant-nouvelles-estimations-de-son-impact-sur-la-sante-des-francais

La planche suivante représente le poids total de l'exposition à long terme aux PM2,5 sur l'espérance de vie de la population âgée de 30 ans et plus à l'échelle communale, du 1er janvier 2016 au 31 décembre 2019 (en %) en France métropolitaine.

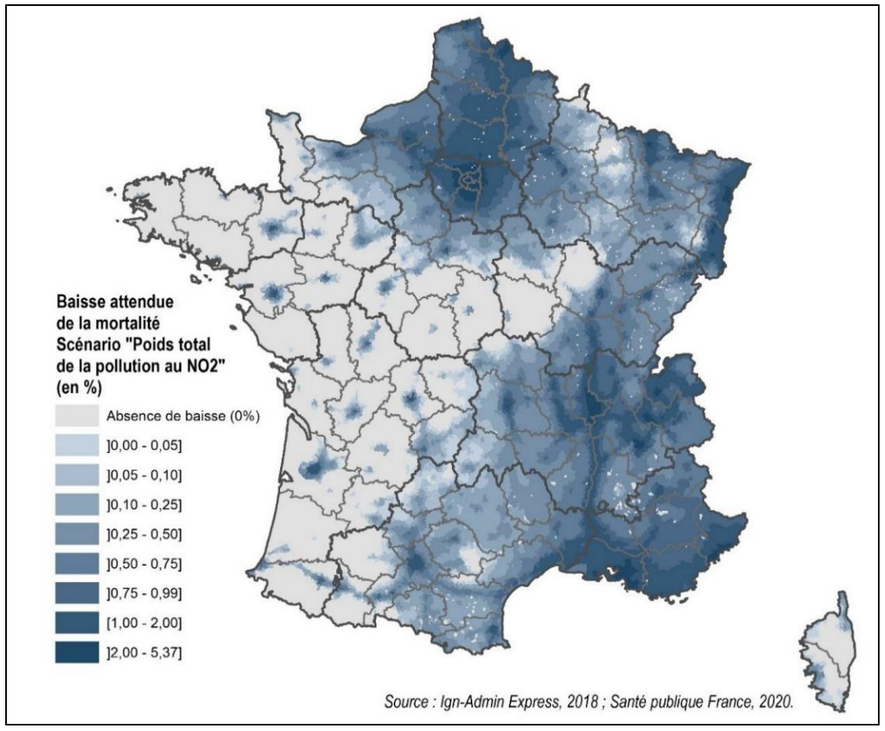


Figure 23 : Poids total de l'exposition à long terme au NO_2 sur la mortalité de la population âgée de 30 ans et plus à l'échelle communale, du 1er janvier 2016 au 31 décembre 2019 en France métropolitaine (en %) (source : Santé Publique France**)**

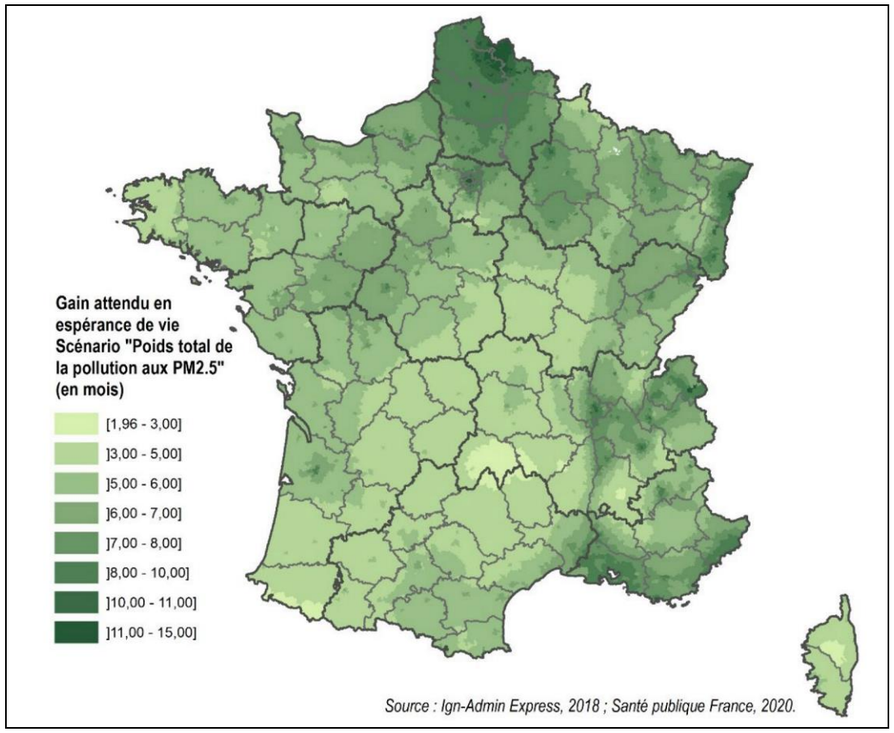


Figure 24 : Poids total de l'exposition à long terme aux PM2,5 sur l'espérance de vie de la population âgée de 30 ans et plus à l'échelle communale, du 1er janvier 2016 au 31 décembre 2019 en France métropolitaine (en %) (source : Santé Publique France**)**

Le tableau suivant précise les estimations du poids total de l'exposition à long terme aux PM2,5 et au NO_2 sur la mortalité et l'espérance de vie de la population âgée de 30 ans et plus en France métropolitaine du 1er janvier 2016 au 31 décembre 2019 (Intervalle de confiance de 95 %) par classe d'urbanisation des communes.

Tableau 11 : Poids total de l'exposition à long terme aux PM2,5 et au NO_2 sur la mortalité et l'espérance de vie de la population âgée de 30 ans et plus en France métropolitaine du 1er janvier 2016 au 31 décembre 2019 (IC95 %)

	Classe d'urbanisation	Nombre de décès évitables	Pourcentage de la mortalité annuelle (%)	Gain moyen d'espérance de vie à 30 ans (mois)	Nombre total d'années vie gagnées
$PM_{2,5}$	Rurales (< 2 000 hab)	7 836 [2 793 ; 12 278]	5,9	5,9 [2,1 ; 9,4]	75 931 [26 562 ; 121 035]
	Semi-rurales (2 000 à 20 000 hab)	7 534 [2 688 ; 11 793]	6,3	6,3 [2,2 ; 10,0]	60 671 [21 224 ; 96 713]
	Semi-urbaines (20 000 à 100 000 hab)	5 721 [2 044 ; 8 945]	6,6	6,9 [2,4 ; 11,0]	55 641 [19 464 ; 88 699]
	Urbaines (> 100 000 hab)	18 450 [6 635 ; 28 675]	8,4	8,7 [3,0 ; 13,9]	299 554 [104 636 ; 478 306]
	France métropolitaine	**39 541 [14 160 ; 61 690]**	**7,1**	**7,6 [2,6 ; 12,1]**	**491 797 [171 886 ; 784 752]**
NO_2	Rurales (< 2 000 hab)	451 [159 ; 719]	0,3	0,4 [0,1 ; 0,6]	4 991 [1 749 ; 7 972]
	Semi-rurales (2 000 à 20 000 hab)	596 [210 ; 950]	0,5	0,6 [0,2 ; 0,9]	5 510 [1 931 ; 8 801]
	Semi-urbaines (20 000 à 100 000 hab)	633 [223 ; 1 007]	0,7	0,8 [0,3 ; 1,3]	6 593 [2 311 ; 10 530]
	Urbaines (> 100 000 hab)	5 110 [1 809 ; 8 087]	2,3	2,6 [0,9 ; 4,1]	89 260 [31 276 ; 142 635]
	France métropolitaine	**6 790 [2 400 ; 10 763]**	**1,2**	**1,6 [0,6 ; 2,6]**	**106 354 [37 268 ; 169 939]**

À l'égard de la commune de Champigny (classifiée en zone rurale compte tenu de sa population) — il est estimé que l'exposition à long terme :
*aux PM2,5 — est à l'origine de 5,9 % de la mortalité annuelle et d'une baisse d'espérance de vie à 30 ans de 5,9 mois.
*au NO_2 — est à l'origine de 0,3 % de la mortalité annuelle et d'une baisse d'espérance de vie à 30 ans de 0,4 mois.

Impact de la pollution de l'air ambiant : réduction sur la mortalité en France métropolitaine en lien avec le confinement du printemps 2020

Le 16 mars 2020, afin de lutter contre la première vague de Covid-19, un confinement strict en France était décidé, créant une situation environnementale jamais observée. Cette mesure a en effet permis un ralentissement massif de l'activité et de la circulation de la population, conduisant à mesurer en conditions réelles l'efficacité de baisses importantes des émissions de polluants atmosphériques.
Santé publique France a estimé *a posteriori* sur la mortalité les conséquences des baisses de la pollution de l'air ambiant observées durant ce premier confinement.

Les résultats de l'évaluation quantitative d'impact sur la santé (EQIS) montrent que les bénéfices d'une moindre exposition à la pollution de l'air ambiant durant le premier confinement peuvent être évalués à environ :

- 2 300 décès évités en lien avec une diminution de l'exposition aux particules PM2,5, dont les sources sont multiples et qui représentent la pollution dite de fond.
- 1 200 décès évités corrélés avec une diminution de l'exposition au dioxyde d'azote (NO_2), liée principalement au trafic routier.

Ces bénéfices sont en majorité dus à des effets évités à plus long terme (diminution de la contribution de la pollution au développement de pathologies conduisant au décès), et dans une moindre mesure à des effets évités à court terme (décompensation de pathologies préexistantes).
Ces résultats mettent en évidence qu'une action volontariste sur la réduction des émissions de polluants dans l'air se traduit par une diminution sensible de l'impact de la pollution atmosphérique sur la santé, et la mortalité en particulier.

Les tableaux suivants présentent les résultats détaillés de cette évaluation pour le scénario à court terme et le scénario à long terme.

<u>Scénario 1</u> : IMPACT À COURT TERME (Tous âges ; PM10 et NO_2)
Impact à court terme sur la mortalité, consécutif à la baisse des concentrations journalières de pollution de l'air ambiant occasionnée par les restrictions d'activité et modélisée à partir d'hypothèses portant sur la réduction des émissions pendant le confinement strict et le déconfinement progressif.
Périodes d'étude : - Confinement strict : 16 mars au 11 mai 2020
- Déconfinement progressif : 11 mai au 22 juin 2020
- Période totale : 16 mars au 22 juin 2020

Tableau 12 : Impact des PM10 et du NO_2 à court terme sur la mortalité en France métropolitaine du 16 mars au 22 juin 2020 (IC95%)

	Classe d'urbanisation	PM_{10} Nombre de décès évités	PM_{10} Pourcentage de la mortalité sur la période d'étude (%)	NO_2 Nombre de décès évités	NO_2 Pourcentage de la mortalité sur la période d'étude (%)
Confinement strict (16 mars au 11 mai 2020)	Rurales (< 2 000 hab)	13 [6 ; 21]	0,07	41 [22 ; 60]	0,2
	Semi-rurales (2 000 à 20 000 hab)	12 [5 ; 19]	0,07	43 [23 ; 63]	0,3
	Semi-urbaines (20 000 à 100 000 hab)	9 [4 ; 14]	0,07	35 [19 ; 52]	0,3
	Urbaines (> 100 000 hab)	27 [12 ; 43]	0,09	124 [66 ; 182]	0,4
	France métropolitaine	**61 [26 ; 97]**	**0,08**	**243 [130 ; 357]**	**0,3**
Déconfinement progressif (11 mai au 22 juin 2020)	Rurales (< 2 000 hab)	2 [0 ; 3]	0,01	6 [2 ; 9]	0,04
	Semi-rurales (2 000 à 20 000 hab)	2 [0 ; 3]	0,01	6 [3 ; 9]	0,1
	Semi-urbaines (20 000 à 100 000 hab)	1 [0 ; 2]	0,01	5 [2 ; 8]	0,1
	Urbaines (> 100 000 hab)	3 [0 ; 6]	0,01	22 [9 ; 35]	0,1
	France métropolitaine	**8 [1 ; 14]**	**0,01**	**39 [16 ; 61]**	**0,1**
Période totale (16 mars au 22 juin 2020)	Rurales (< 2 000 hab)	15 [6 ; 24]	0,04	47 [24 ; 69]	0,1
	Semi-rurales (2 000 à 20 000 hab)	14 [5 ; 22]	0,04	49 [26 ; 72]	0,2
	Semi-urbaines (20 000 à 100 000 hab)	10 [4 ; 16]	0,04	40 [21 ; 60]	0,2
	Urbaines (> 100 000 hab)	31 [11 ; 50]	0,05	146 [75 ; 217]	0,3
	France métropolitaine	**69 [26 ; 111]**	**0,05**	**282 [146 ; 418]**	**0,2**

<u>Scénario 2</u> : IMPACT À LONG TERME (âge ≥ 30 ans ; PM2,5 et NO_2)

Impact à plus long terme sur la mortalité, consécutif à la baisse des concentrations annuelles de pollution de l'air ambiant, occasionnée par les restrictions d'activité et modélisée à partir d'hypothèses portant sur la réduction des émissions pendant le confinement strict et le déconfinement progressif.

Période d'étude : 1er juillet 2019 au 30 juin 2020.

Tableau 13 : Impact de la diminution des concentrations de PM2,5 et de NO_2 sur la mortalité et l'espérance de vie en France métropolitaine du 1er juillet 2019 au 30 juin 2020 (IC95 %)

	Classe d'urbanisation	Nombre de décès évités	Pourcentage de la mortalité annuelle (%)	Gain moyen d'espérance de vie à 30 ans (jours)	Nombre total d'années vie gagnées
$PM_{2,5}$	Rurales (< 2 000 hab)	507 [177 ; 811]	0,4	12 [4 ; 18]	4 884 [1 705 ; 7 798]
	Semi-rurales (2 000 à 20 000 hab)	460 [160 ; 736]	0,4	11 [4 ; 18]	3 607 [1 259 ; 5 760]
	Semi-urbaines (20 000 à 100 000 hab)	322 [112 ; 515]	0,4	12 [4 ; 19]	3 080 [1 075 ; 4 919]
	Urbaines (> 100 000 hab)	984 [343 ; 1 574]	0,5	14 [5 ; 23]	16 244 [5 670 ; 25 937]
	France métropolitaine	**2 274 [793 ; 3 636]**	**0,4**	**13 [5 ; 21]**	**27 815 [9 709 ; 44 414]**
NO_2	Rurales (< 2 000 hab)	150 [52 ; 239]	0,1	4 [1 ; 6]	1 490 [522 ; 2 380]
	Semi-rurales (2 000 à 20 000 hab)	156 [54 ; 249]	0,1	4 [1 ; 6]	1 290 [452 ; 2 062]
	Semi-urbaines (20 000 à 100 000 hab)	128 [45 ; 204]	0,2	5 [2 ; 8]	1 252 [439 ; 2 001]
	Urbaines (> 100 000 hab)	460 [161 ; 735]	0,2	6 [2 ; 10]	7 231 [2 534 ; 11 553]
	France métropolitaine	**893 [313 ; 1 427]**	**0,2**	**5 [2 ; 8]**	**11 263 [3 946 ; 17 995]**

11. ANALYSE DE LA ZONE D'ÉTUDE

Après l'examen des données disponibles sur la qualité de l'air et des données sanitaires, il convient de s'intéresser à la population et à la composition géographique de la zone d'étude.

Cette démarche a pour objectif principal d'identifier les lieux vulnérables et de définir la fragilité de la population vis-à-vis des effets sanitaires imputables à la pollution atmosphérique (sachant que les enfants et les personnes âgées sont les plus fragiles).

11.1. RECENSEMENT DES PROJETS POUVANT INDUIRE DES EFFETS CUMULES

Le projet fait partie intégrante d'une Orientation d'Aménagement et de Programmation (OAP) inscrite au Plan Local d'Urbanisme de Champigny. Trois autres OAP sont situées à l'Est du projet (cf. figure suivante). Les principes de ces OAP sont détaillés ci-après.

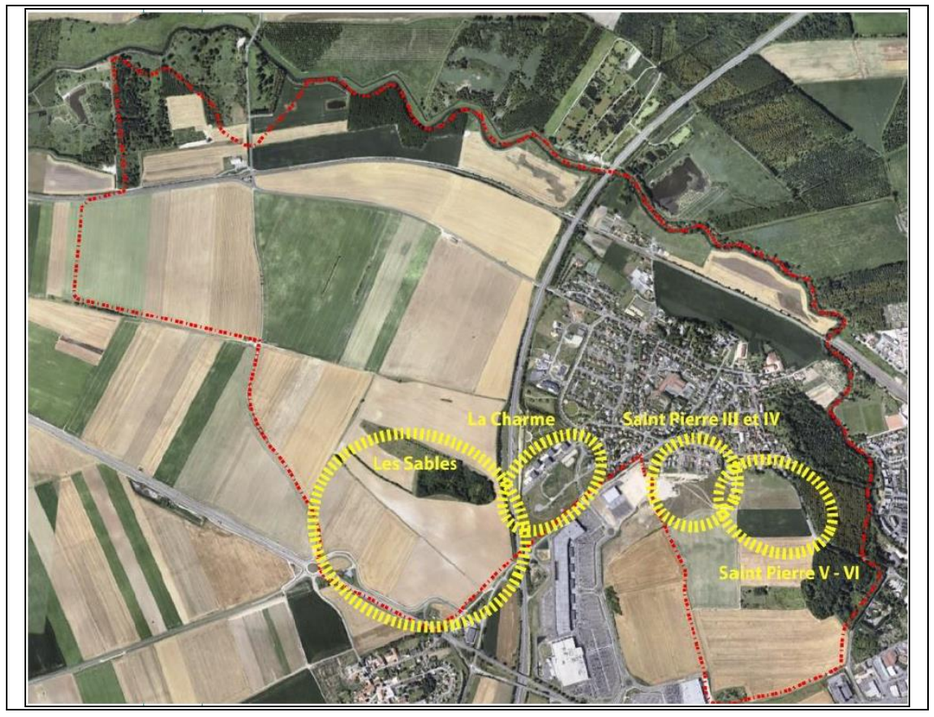


Figure 25 : Orientations d'aménagement du PLU de Champigny (Source : PLU)

Tableau 14 : Projets inscrits au PLU hors projet faisant l'objet du présent document

Nom du projet	Description
Projet LA CHARME	- Aménagement de zone à dominante activité - Valorisation de giratoire attenant - Zone de transports collectifs à réaménager (Aire de stationnement, arrêt de bus)
Projet SAINT PIERRE III ET IV	- Aménagement de zone à dominante d'habitat (comprenant au moins 15% de logements sociaux) - Dessertes routières à réaménager - Cheminements (paysages champêtres)
Projet SAINT PIERRE V ET VI	- Aménagement de zone d'habitat - Zone naturelle à préserver - Giratoires et arrêt de bus à aménager - Espaces verts et liaisons piétonnes à aménager

Les 3 opérations d'aménagement des zones d'activité sises à l'Est de l'Autoroute A26 sont susceptibles d'impacter la qualité de l'air à l'échelle locale du projet, en modifiant les flux de trafic sur les axes routiers attenants.

11.2. DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES ET TOPOGRAPHIQUES

❖ **Normales climatiques**

Les données présentées (excepté les données concernant les vents) proviennent de la station météorologique « Reims-Champagne »[19] sise à environ 7 km au Nord-Est du projet. Il s'agit des normales annuelles officielles [1991-2020].

Tableau 15 : Normales climatologiques à la station Météo-France « Reims-Champagne »

Paramètre	Normales 1991-2020 Données officielles
Température moyenne annuelle [Moyenne minimale : Moyenne maximale]	10,8°C [6,3 : 15,3°C]
Ensoleillement annuel [Moyenne mensuelle]	1 671,1 h [139 h/mois]
Cumul des précipitations annuelles	612,7 mm
Nombre de jours de précipitations supérieures à 1 mm [% de jours pluvieux par an]	113 jours [31,0 %]
Intervalle de pression atmosphérique	
Pression minimale enregistrée	958,7 hPa le 29 décembre 1933
Pression maximale enregistrée	1 061,0 hPa le 26 février 1989

[19] https://www.infoclimat.fr/climatologie/normales-records/1991-2020/reims-champagne/valeurs/07070.html

Les figures suivantes[20] présentent la rose des vents et la fréquence mensuelle des vents en fonction de leur vitesse (Nota : ces données sont issues de modélisations et non d'observations).

Les vents dominants soufflent préférentiellement du Sud-Ouest au Nord-Est. Les vents contraires sont également présents.
La dispersion des polluants par le vent est efficace à partir d'une vitesse de 20 km/h. Les vents présentant de telles vitesses sont assez fréquents sur le secteur (entre 13,8 et 23,5 jours/mois). La période hivernale est celle produisant le plus fréquemment des vents forts.
Le projet apparaît ainsi localisé majoritairement dans un secteur où la dispersion des polluants atmosphériques est fréquemment favorisée par les vents.

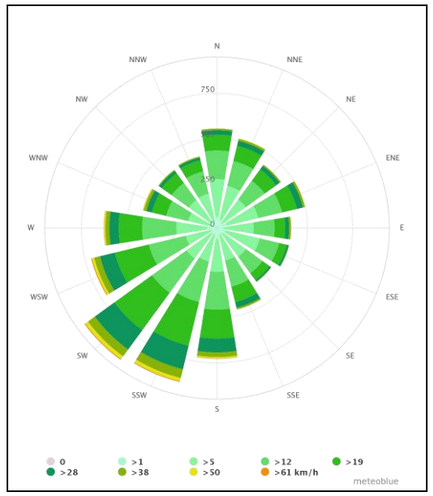


Figure 26 : Rose des vents (source : meteoblue.com**)**

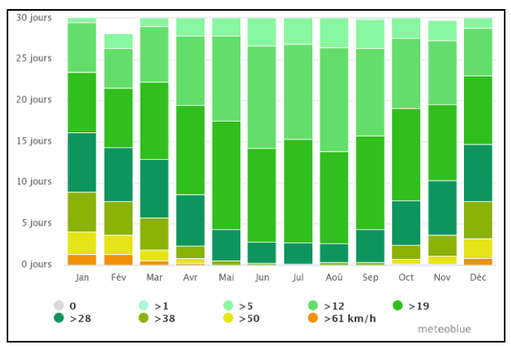


Figure 27 : Vitesse du vent (source : meteoblue.com)

[20] https://www.meteoblue.com/fr/meteo/historyclimate/climatemodelled/champigny_france_3027113

❖ **Topographie**

La topographie autour du projet est illustrée en figure suivante.

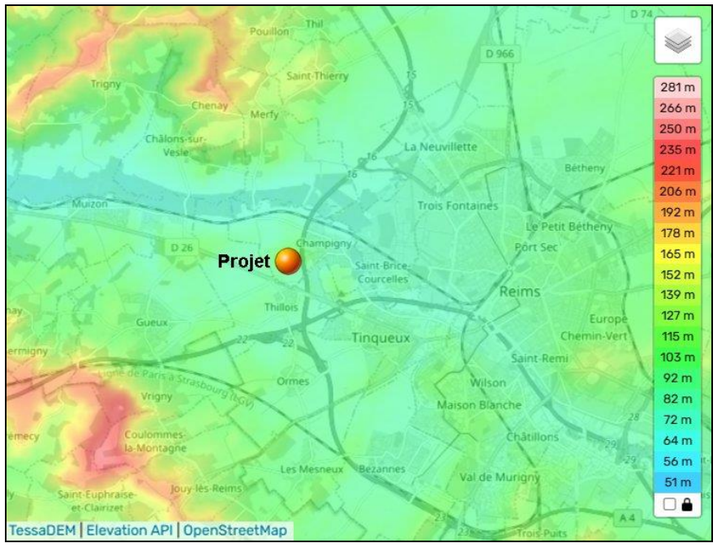


Figure 28 : Topographie autour du projet (source : topographic-map.com**)**

Il est possible de constater que les alentours du futur aménagement sont relativement plats. Cette configuration est plutôt favorable à une bonne dispersion des polluants atmosphériques.

Compte-tenu de l'orientation des vents annuels et de leur fréquence en fonction de leur vitesse, la dispersion des polluants atmosphériques semble plutôt efficace. Il demeure que la pluviométrie annuelle est faible, avec néanmoins une occurrence de jours pluvieux sur environ 30 % de l'année. L'ensoleillement est lui aussi assez faible, ce qui minimise la production de polluants photochimiques (ozone). Le secteur projet est de ce fait soumis à des conditions météorologiques plutôt favorables à la dispersion des polluants, d'autant plus que les environs du projet sont plats.
Il n'empêche que des conditions d'accumulation peuvent survenir, notamment avec l'incidence de vents faibles.

11.3. OCCUPATION DES SOLS

Le projet est sis sur la commune de Champigny. La zone d'étude s'étend en sus en partie sur la commune de Thillois.

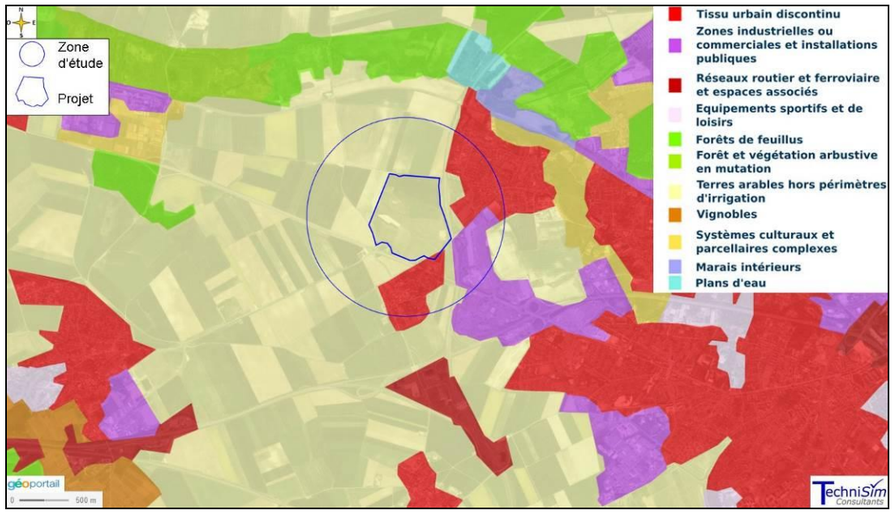


Figure 29 : Composition de la zone d'étude (Corine Land Cover 2018**)**

Selon le Corine Land Cover 2018, le projet est composé de terres arables.
La zone d'étude se compose en sus de zones industrielles ou commerciales et de tissu urbain discontinu.

L'occupation des sols plus détaillée fournie par l'Urban Atlas est présentée sur la planche suivante.

En l'état actuel (2018) selon l'occupation des sols de l'Urban Atlas 2018 :
L'emprise projet est constituée de terres arables et de forêts.
La zone d'étude comporte des tissu urbain continu/discontinu des industries, des espaces verts urbains et des voies à fort trafic et espaces associés.

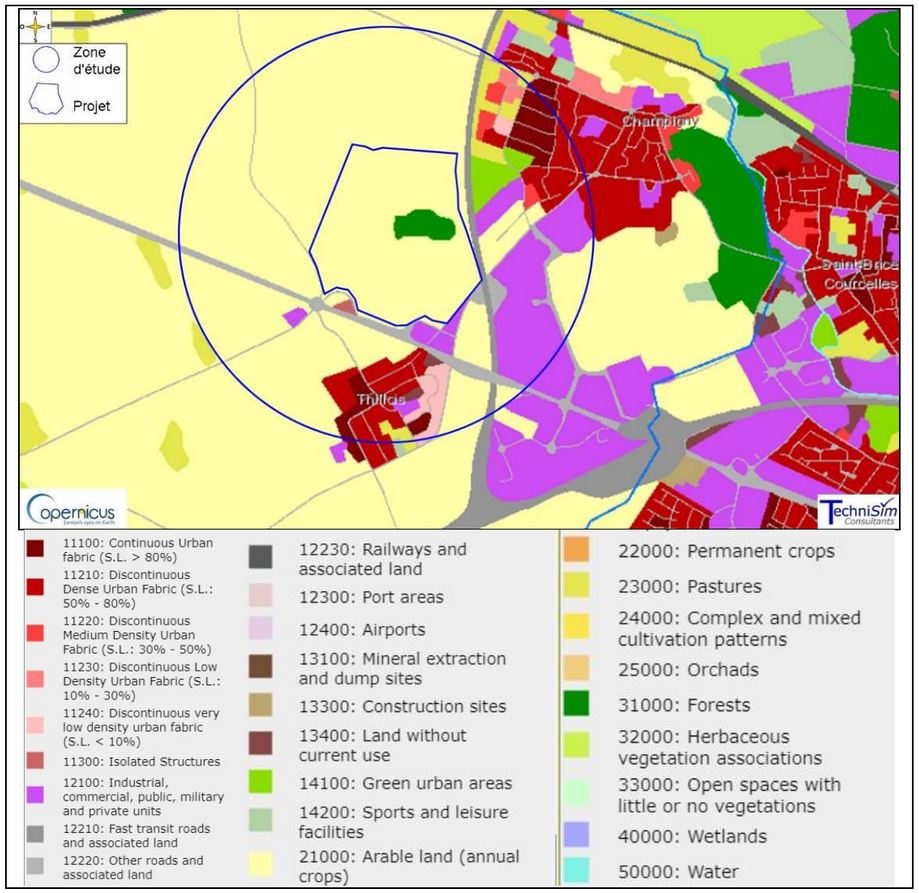


Figure 30 : Occupation du sol détaillée en 2018 (source : Urban Atlas 2018**)**

11.4. IDENTIFICATION DES ZONES À ENJEUX SANITAIRES PAR INGESTION

Les zones de culture à même de présenter un enjeu sanitaire par ingestion ont été recherchées dans la zone d'étude, c'est-à-dire :

- Production alimentaire : jardins potagers, vergers, zones maraichères, terres cultivées à forte valeur ajoutée (vignes AOC, cultures biologiques, etc.), …
- Zones de jeux avec terrains meubles susceptibles d'être ingérés par les enfants : aires de jeux, cours d'école, …
- Jardins familiaux, partagés et collectifs.

Compte-tenu de la présence d'habitats individuels à proximité du périmètre projet, il est possible que des habitations puissent comprendre des jardins utilisés en potagers. En tout état de cause, au vu des images aériennes de l'IGN, le potager suivant a été visualisé en proximité du projet (Cf. Tableau et figure suivants).

Tableau 16 : Jardins potagers / vergers individuels possiblement identifiés aux abords du projet

N°	Coordonnées UTM 31	Surface cultivée estimée (m²)	Distance du périmètre projet (km)
1	569408 5456526	330	0,230

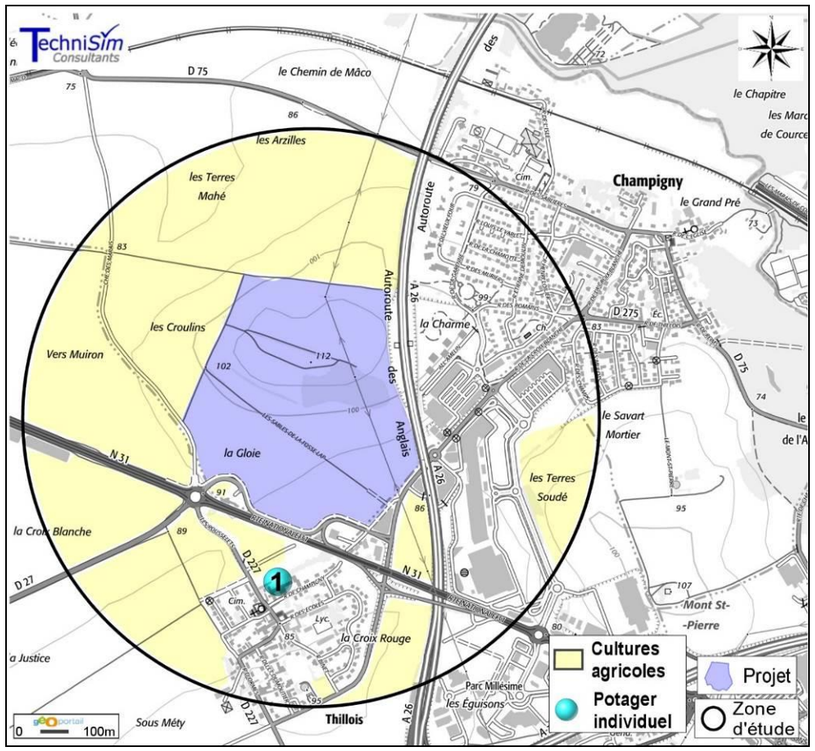


Figure 31 : Emplacement des jardins potagers et zones cultivées au sein de la zone d'étude

D'après la carte d'occupation des sols à l'échelle de Champigny, la zone d'étude est composée majoritairement par des espaces agricoles. Comme ces cultures ne permettent pas l'autoconsommation exclusive, elles ne sont pas considérées comme zone à enjeu par ingestion.
Un jardin potager est recensé dans la zone d'étude, mais en dehors de la zone de retombées particulaires (100 m autour du projet).
La programmation du projet ne comprend pas, a priori, la création d'espaces verts/jardins à vocation de production alimentaire.

11.5. ANALYSE DE LA POPULATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

La planche suivante représente la population du domaine d'étude, définie en carreaux de 200 mètres de côté (données carroyées de l'INSEE 2017 publiées en 2022). Les tableaux suivants caractérisent la population de la zone d'étude.

La zone d'étude compte 805 habitants, soit une densité moyenne de population estimée à 256 hab./km² sur l'intégralité de la zone d'étude, et à 1 117 hab./km² en ne considérant que les surfaces habitées (surface des carreaux = 0,72 km²).

97 % des ménages sont logés en habitats individuels. Le nombre moyen de personnes par ménage est de 3,0.



Figure 32 : Population dans la zone d'étude répartie en carreaux de 200m de côté (données carroyées INSEE 2017 publiées en 2022**)**

Tableau 17 : Caractéristiques des ménages de la zone d'étude en 2017 (données carroyées INSEE 2017 publiées en 2022**)**

Paramètres	Valeur
Nombre de ménages résidant dans la zone	268
Nombre moyen de personnes par ménage dans la zone d'étude	3,0
Nombre total de ménages propriétaires	202
Surface cumulée des résidences principales [m²]	35 742,7
Nombre de ménages en logement collectif	8
Nombre de ménages de 5 personnes et plus	33
Nombre de ménages de 1 personne	35
Nombre de ménages pauvres au seuil de 60 % de la médiane du niveau de vie	9

Tableau 18 : Population de la zone d'étude par tranches d'âges en 2017 (données carroyées INSEE 2017 publiées en 2022**)**

	Ensemble	0 à 3 ans	4 à 5 ans	6 à 10 ans	11 à 17 ans	Moins de 11 ans
Effectif	805	29	17	72	91	**118**
Proportion	100 %	3,6 %	2,1 %	8,9 %	11,4 %	**14,6 %**
	18 à 24 ans	**25 à 39 ans**	**40 à 54 ans**	**55 à 64 ans**	**65 ans et +**	**Inconnu**
Effectif	77	117	196	120	**85**	0
Proportion	9,5 %	14,6 %	24,4 %	14,9 %	**10,6 %**	0,0 %

Populations les plus vulnérables à la pollution atmosphérique = 203 personnes (soit 25,3 %)

Les deux classes d'âges les plus vulnérables aux effets de la pollution atmosphérique sont les enfants (moins de 11 ans) et les personnes âgées (65 ans ou plus). Ces catégories représentent respectivement **14,6 % (118 individus)** et **10,6 % (85 individus)** de la **population de la zone d'étude**.

La zone d'étude comporte 805 habitants dont 203 (soit 25,3 %) dits vulnérables à la pollution atmosphérique.
La densité de population de la zone d'étude est de 256 hab./km².

11.6. IDENTIFICATION DES ÉTABLISSEMENTS VULNÉRABLES

Les personnes vulnérables à la pollution atmosphérique sont, d'après la *Note Technique NOR:TRET1833075N du 22 février 2019* :

- Les jeunes enfants (dont l'appareil respiratoire n'est pas encore mature) ;
- Les personnes âgées, plus vulnérables de manière générale à une mauvaise qualité de l'air ;
- Les personnes adultes ou enfants présentant des problèmes pulmonaires et cardiaques chroniques.

Ces populations dites 'vulnérables' ont un risque plus important de présenter des symptômes en lien avec la pollution atmosphérique.

D'après le ministère des Solidarités et de la Santé[21], l'âge à partir duquel le système respiratoire peut être considéré comme mature varie d'un enfant à un autre. La vitesse de multiplication alvéolaire au cours de la première année de la vie est très rapide, encore rapide jusqu'à l'âge de 3 ans, puis plus lente jusqu'à 8 ans environ. Après cela, il y a une augmentation continue du diamètre des voies aériennes et un remodelage des alvéoles jusqu'à ce que la croissance physique soit terminée, vers l'adolescence.
L'OMS[22] considère que l'adolescence est la période de croissance et de développement humain qui se situe entre l'enfance et l'âge adulte, entre les âges de 10 et 19 ans. Elle représente une période de transition critique dans la vie et se caractérise par un rythme important de croissance et de changements qui n'est supérieur que pendant la petite enfance.

Il a été recherché la présence d'établissements dits 'vulnérables' à la pollution atmosphérique sur la zone d'étude. Par lieux 'vulnérables', on entend toutes les structures fréquentées par des personnes considérées vulnérables aux effets de la pollution atmosphérique, c'est-à-dire :

- Établissements accueillant des enfants : les maternités, les crèches, les écoles maternelles et élémentaires, les établissements accueillant des enfants handicapés, etc. ;
- Établissements accueillant des personnes âgées : maisons de retraite, etc. ;
- Hôpitaux, cliniques, centres de soins.

Au total, 2 établissements vulnérables à la pollution atmosphérique (crèches) sont recensés en l'état actuel sur la zone d'étude.

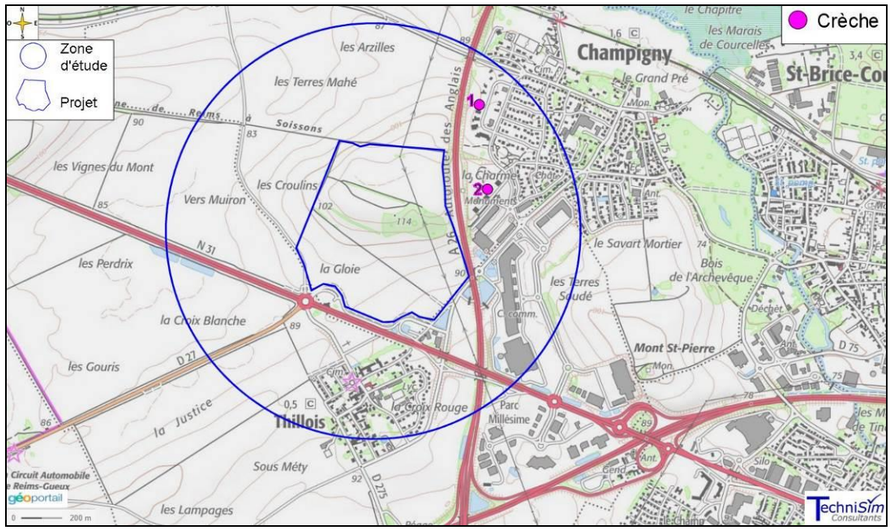


Figure 33 : Bâtiments vulnérables situés dans la zone d'étude

Tableau 19 : Liste des bâtiments vulnérables situés dans la zone d'étude

Type	Numéro	Nom	Effectif	Adresse	Coordonnées
Crèche	1	Bulles de crèche	12 places	16 Rue du Vieux Four, 51370 Champigny	49.268903°N, 3.961751°E
	2	Multi-accueil « Les Mini Pousses »	20 places	Allée Jean-Marie Amelin, 51370 Champigny	49.265200°N, 3.962153°E

[21] https://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/qr_air_et_sante.pdf
[22] https://www.who.int/maternal_child_adolescent/topics/adolescence/dev/fr/

11.7. SYNTHÈSE

En l'état actuel (2018) selon l'occupation des sols de l'Urban Atlas 2018 :
L'emprise projet est constituée de terres arables et de forêts.
La zone d'étude comporte des tissu urbain continu/discontinu des industries, des espaces verts urbains et des voies à fort trafic et espaces associés.
La densité de population de la zone d'étude est de 256 hab./km².

Compte-tenu de l'orientation des vents annuels et de leur fréquence en fonction de leur vitesse, la dispersion des polluants atmosphériques semble plutôt efficace. Il demeure que la pluviométrie annuelle est faible, avec néanmoins une occurrence de jours pluvieux sur environ 30 % de l'année. L'ensoleillement est lui aussi assez faible, ce qui minimise la production de polluants photochimiques (ozone). Le secteur projet est de ce fait soumis à des conditions météorologiques plutôt favorables à la dispersion des polluants, d'autant plus que les environs du projet sont plats.
Il n'empêche que des conditions d'accumulation peuvent survenir, notamment avec l'incidence de vents faibles.

Recherche des enjeux sanitaires par inhalation
-La zone d'étude comporte 805 habitants dont 203 (soit 25,3 %) dits vulnérables à la pollution atmosphérique.
-Au total, 2 établissements vulnérables à la pollution atmosphérique (crèches) sont recensés en l'état actuel sur la zone d'étude.
-La programmation n'inclut pas de création de nouveaux lieux vulnérables à la pollution atmosphérique.

Recherche des enjeux sanitaires par ingestion
D'après la carte d'occupation des sols à l'échelle de Champigny, la zone d'étude est composée majoritairement par des espaces agricoles. Comme ces cultures ne permettent pas l'autoconsommation exclusive, elles ne sont pas considérées comme zone à enjeu par ingestion.
Un jardin potager est recensé dans la zone d'étude, mais en dehors de la zone de retombées particulaires (100 m autour du projet).
La programmation du projet ne comprend pas, a priori, la création d'espaces verts/jardins à vocation de production alimentaire.
Aucune zone à enjeu par ingestion n'est considérée au sein de la zone d'étude.

12. MESURES *IN SITU*

Afin de qualifier la qualité de l'air à l'échelle du projet, il a été réalisé une campagne de mesures pour les polluants suivants :

- Le dioxyde d'azote (NO_2) ;
- Les poussières PM10 et PM2,5.

Les prélèvements sont effectués à l'aide d'échantillonneurs passifs pour le NO_2.
Les tubes passifs sont des méthodes alternatives aux méthodes de référence des directives européennes, lourdes et coûteuses à mettre en œuvre (généralement les analyseurs). Néanmoins, leurs performances sont encadrées par les directives-filles de la Directive européennes 96/62/CE et reprise par celle de mai 2008.

La quantification des teneurs en NO_2 dans l'air ambiant s'effectue en deux temps :

- Échantillonnage sur site via les tubes à diffusion passive (sans utilisation de pompe ou tout autre système d'aspiration) exposés dans l'air ambiant ;
- Analyse en laboratoire accrédité (où l'on procède à l'extraction et à l'analyse des produits d'absorption).

Les mesures des particules (PM10 et PM2.5) sont réalisées à l'aide de micro-capteurs laser autonomes. Les micro-capteurs laser relèvent les concentrations toutes les 5 minutes.

Le matériel utilisé au cours de la campagne est illustré ci-dessous.



Figure 34 : Réceptacle, tube passif pour le NO_2 et micro-capteur laser pour les particules

Note : Les descriptifs techniques des appareils de mesure et d'analyse sont disponibles en détail en annexe.

12.1. DÉROULEMENT DE LA CAMPAGNE DE MESURE

Les emplacements des points de mesure ont été choisis de manière à couvrir et caractériser au mieux le périmètre du projet.
Chaque point de mesure a été repéré sur une carte géoréférencée (GPS WGS 84) et a fait l'objet d'une documentation importante et précise : localisation, hauteur de prélèvement, distances aux sources de pollution (axes routiers, parkings,…), description de l'environnement immédiat du point de mesures (habitations, …).
L'ensemble de ces renseignements a été regroupé dans les fiches jointes en annexe.

Au-delà des critères de choix des sites, tous les tubes ont été installés sur des poteaux, lampadaires ou autres mobiliers publics dégagés de tous obstacles, afin de permettre une libre circulation de l'air autour du point d'échantillonnage.
La hauteur de mesure a été choisie de manière à caractériser le plus possible l'exposition des personnes au sol, en se préservant toutefois des risques de vol et de vandalisme (soit environ 2,5 m du sol).

En ce qui concerne cette campagne, les prélèvements d'air (NO_2) ont été réalisés sur 7 points de mesure. Les mesures longue période des particules par micro-capteur laser ont été quant à elles réalisées au niveau du point n°2.

Les emplacements des points de mesure *in situ* sont repérés sur la figure qui va suivre.

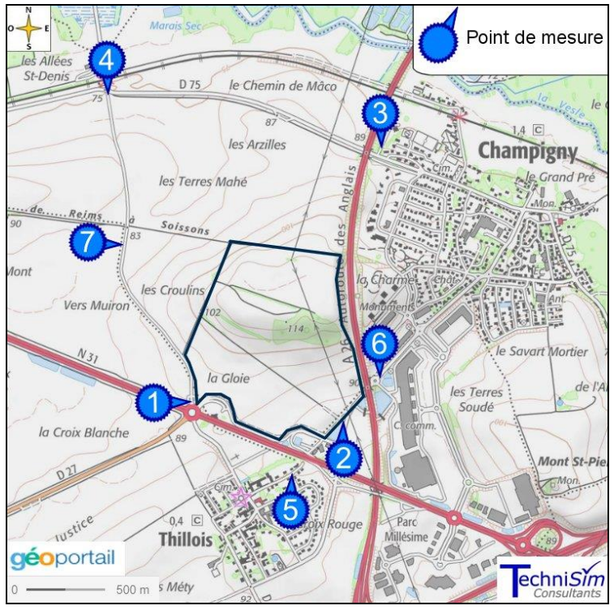


Figure 35 : Emplacements des points de mesure *in situ*

Les prélèvements d'air (**NO_2**) ont été réalisés sur 7 points, du 5 au 20 novembre 2019.
Les dates et les heures de pose / dépose des tubes de prélèvement sont explicitées dans les tableaux de résultats, ainsi que dans les fiches descriptives correspondant à chaque point de mesures.

Remarque importante : les résultats sont valables uniquement à proximité des points de mesures.

Afin de vérifier la bonne répétabilité des mesures, un prélèvement a été doublé pour le NO_2 au point n°6. Un 'blanc' est réalisé pour vérifier la non contamination des échantillons pendant le transport (point n°4).

12.2. CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES LORS DE LA CAMPAGNE

Les conditions météorologiques détaillées relatives à la période des mesures sont disponibles en annexe.
La station météorologique la plus proche du projet, tout en étant la plus complète, est la station de Reims-Prunay, sise à 15 km du projet.

Au cours de la période de mesure, la température moyenne (4,8 °C) a été inférieure à la moyenne normale de novembre [1981-2010] de 6,6°C.
L'ensoleillement (moyenne 2,73h/j sur 16 jours de données disponibles) est équivalent à la normale du mois de novembre ramenée à 16 jours (2,36 h/j).
Les pressions enregistrées sur la période sont majoritairement dépressionnaires en début de campagne, puis anticycloniques en fin de campagne.
En tout état de cause, un épisode de remontée des pressions du 08 au 10 novembre couplé aux températures basses, au temps plutôt dégagé et aux pluies peu présentes sur la période ont entrainé un épisode d'accumulation des polluants sur le secteur.
Parallèlement, les vents ont été modérés (vitesses moyennes horaires comprises entre 0 et 36 km/h et vitesses moyennes journalières comprises entre 7,0 et 18,0 km/h).
En outre, les vents ont été très majoritairement des vents de l'Est soufflant de manière faible en direction de l'Ouest. Ces vents faibles sont favorables au transport et l'accumulation des polluants, notamment ceux émis par le trafic de l'A26 vers le périmètre projet. Des vents de Sud-Sud-Est et d'Ouest ont également été présents.
Quant aux précipitations (pluie et neige), celles-ci ont été normalement présentes (28,3 mm) dont 6,5 mm le 15 novembre.
La période de mesure correspond à un temps normalement pluvieux pour la saison. La moyenne normale de novembre étant de 47,6 mm (soit 25,4 mm ramenés à 16 jours).
Les précipitations entraînent un lessivage de l'air, ce qui est favorable à une amélioration de la qualité de l'air. Lors de la campagne de mesure, ce phénomène a été présent.

Dans l'ensemble, les conditions météorologiques sont plutôt neutres face aux concentrations en polluants. En effet, les vents d'est faibles sont favorables à un transport et une accumulation des polluants de l'A26 vers le périmètre projet. Cependant, ce phénomène est en partie compensé par les précipitations assez importantes sur la période qui permettent un lessivage de l'air (retombées des particules et dissolution des polluants gazeux les plus solubles).
Un épisode d'accumulation des polluants était présent du 8 au 10 novembre.

12.3. RÉSULTATS DES MESURES

12.3.1. Particules PM10 et PM2,5

Les mesures ont été réalisées au point N°2 du 5 novembre 2019 à 9h44 au 16 novembre 2019 à 4h10.

Les graphiques suivants illustrent l'évolution des concentrations mesurées sur la période (la fréquence des mesures est une valeur moyennée toutes les 30 minutes).

Durant la campagne de mesures, les pics de particules PM10 ont atteint 65 et 67 µg/m³ (respectivement les 9 et 15 novembre). Les pics fins et intenses peuvent provenir du passage d'un véhicule polluant (diesel) et/ou de piétons en train de fumer.

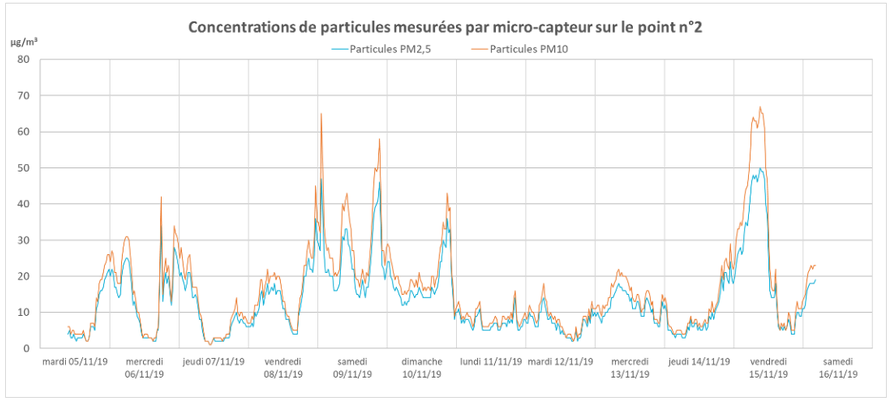


Figure 36 : Résultats des mesures de particules PM10 et PM2,5 au point n°2

Le pourcentage de couverture des mesures en continu pour la campagne est de 90 % sur 12 jours (10 jours complets et 2 journées partielles).

Tableau 20 : Résultats des mesures en continu des particules PM10 et PM2,5 en moyennes journalières et valeur maximale de la journée pour le point n°2

DATE	Pourcentage de couverture journalière des mesures	Moyenne PM10 (µg/m³)	Maximum PM10 (µg/m³)	Moyenne PM2,5 (µg/m³)	Maximum PM2,5 (µg/m³)	Rapport PM2,5 / PM10
5 nov. 2019	59%	9,8	26	8,1	22	82%
6 nov. 2019	100%	17,6	42	14,6	34	83%
7 nov. 2019	100%	10,1	28	8,2	21	81%
8 nov. 2019	100%	16,7	45	13,9	36	83%
9 nov. 2019	100%	31,0	65	24,7	47	80%
10 nov. 2019	100%	21,1	43	17,7	36	84%
11 nov. 2019	100%	8,6	16	7,2	14	83%
12 nov. 2019	100%	8,2	18	6,7	14	82%
13 nov. 2019	100%	14,2	22	11,7	18	82%
14 nov. 2019	100%	10,8	29	9,0	24	83%
15 nov. 2019	100%	30,0	67	23,4	50	78%
16 nov. 2019	17%	20,2	23	16,3	19	81%
Période	**90%**	**16,5**	**67**	**13,4**	**50**	**82%**

Sur la période de mesure de 12 jours, au point n°2, les teneurs moyennes en PM10 et PM2,5 sont respectivement de 16,5 µg/m³ et 13,4 µg/m³ (Rappel : Compte-tenu de la durée de la campagne de mesure ces concentrations ne sont pas comparables à une moyenne annuelle). La fraction des PM2,5 représente en moyenne sur la période 82 % des PM10.
Les concentrations moyennes journalières des PM10 ont été comprises entre 8,2 et 31 µg/m³ et celles des PM2,5 entre 6,7 et 24,7 µg/m³.

Selon les recommandations de l'OMS, le seuil de 50 µg/m³ en moyenne journalière ne doit pas être dépassé plus de 3 jours par an pour les particules PM10. Il est possible de constater que, sur les 12 jours, le quota est respecté.
La réglementation française autorise quant à elle 35 jours de dépassement de ce seuil.

Pareillement, l'OMS recommande de ne pas dépasser le seuil de 25 µg/m³ en moyenne journalière plus de 3 jours par an pour les PM2,5.
Il est possible de constater que sur les 12 jours, le quota est respecté.
La réglementation française n'impose pas de seuil journalier pour les PM2,5.

→ Au point n°2, sur la période de mesure, les préconisations de l'OMS du nombre de jours de dépassement maximum dans l'année de la teneur en moyenne journalière sont respectées pour les PM10 et pour les PM2,5.

Ces résultats sont cohérents avec les conditions météorologiques régnant au cours de la campagne de mesure, c'est-à-dire : ni favorables à la dispersion, ni favorables à l'accumulation - avec un pic de concentration en particules les 09 et 10 novembre.

❖ **<u>Comparaison avec les mesures aux stations ATMO-Grand-Est</u>**

À titre informatif, les mesures des stations ATMO Grand-Est sont présentées dans le tableau et les figures immédiatement après.

Tableau 21 : Mesures d'ATMO Grand-Est en particules PM10 et PM2,5 du 5 au 16 novembre 2019

	Reims Bétheny	Reims Jean d'Aulan			Reims Doumer		
	Périurbaine de fond	Urbaine de fond			Trafic		
DATE	Moyenne PM10 (µg/m³)	Moyenne PM10 (µg/m³)	Moyenne PM2,5 (µg/m³)	Rapport PM2,5 / PM10	Moyenne PM10 (µg/m³)	Moyenne PM2,5 (µg/m³)	Rapport PM2,5 / PM10
5 nov. 2019	8	8	6	75,0%	n.d	n.d	n.d
6 nov. 2019	15	12	10	83,3%	n.d	n.d	n.d
7 nov. 2019	12	11	11	100,0%	n.d	n.d	n.d
8 nov. 2019	10	11	10	90,9%	n.d	n.d	n.d
9 nov. 2019	20	15	10	66,7%	33	14	42,4%
10 nov. 2019	13	14	12	85,7%	17	11	64,7%
11 nov. 2019	10	12	12	100,0%	14	9	64,3%
12 nov. 2019	9	9	8	88,9%	11	5	45,5%
13 nov. 2019	10	8	7	87,5%	13	5	38,5%
14 nov. 2019	13	11	10	90,9%	17	7	41,2%
15 nov. 2019	12	9	8	88,9%	14	6	42,9%
16 nov. 2019	12	11	13	118,2%	14	9	64,3%
Période	**12**	**10,9**	**9,8**	89,3%	**16,6**	**8,3**	**49,6 %**

n.d. = non déterminé

Il est possible d'observer que les concentrations mesurées par ATMO Grand-Est au niveau des stations Reims Bétheny et Reims Jean d'Aulan sont globalement plus faibles que celles rencontrées au niveau du point n°2 des mesures *in situ*, et que les mesures de la station trafic Reims Doumer sont du même ordre de grandeur que les mesures *in situ*.
Les valeurs en PM10 aux stations Reims Bétheny et Reims Jean d'Aulan sont moins élevées, celle à la station Reims Doumer équivalente, et les valeurs en PM2,5 des 2 stations le mesurant, sont plus faibles que les mesures *in situ*.

Concernant les PM10, les concentrations moyennes journalières mesurées par ATMO Grand-Est étaient comprises entre 8 et 20 µg/m³ à la station Reims Bétheny (condition périurbaine de fond), entre 8 et 15 µg/m³ à la station Reims Jean d'Aulan (fond urbain) et entre 11 et 33 pour la station Reims Doumer (trafic).

L'intervalle de concentrations moyennes journalières en PM2,5 sur la période pour la station Reims Jean d'Aulan est de 6 à 13 µg/m³, et pour la station Reims Doumer de 5 à 14 µg/m³.
À titre informatif, les moyennes globales des teneurs en PM10 et PM2,5 - sur la même période que celles des mesures *in situ* - déterminées par ATMO Grand-Est, sont respectivement de 10,9 et 9,8 µg/m³ à la station Reims Jean d'Aulan, de 16,6 et 8,3 µg/m³ à la station Reims Doumer et de 12 µg/m³ en PM10 à Reims Bétheny.

Aucun dépassement des recommandations journalières de l'OMS n'est observé pour les PM2,5 et les PM10, et ce, pour toutes les stations considérées.

Il est possible de conclure que - sur la période de mesure - la qualité de l'air du secteur d'étude est faiblement impactée par les concentrations de particules PM10 et PM2,5, hormis lors du bref épisode d'accumulation du 8 au 10 novembre.
Néanmoins, les teneurs mesurées demeurent en accord avec les recommandations journalières de l'OMS.
Les conditions météorologiques au cours des mesures sont plutôt représentatives des normales de saison.

12.3.2. Dioxyde d'azote

Les tubes ont été exposés du 5 au 20 novembre 2019 avant d'être ensuite transmis au laboratoire accrédité pour analyse.
Sur 1 point (N°4), un duplicat a été réalisé pour évaluer la répétabilité des prélèvements.
Les résultats des mesures sont reportés dans le tableau suivant.

Tableau 22 : Résultats des mesures de dioxyde d'azote [µg/m³]

Dioxyde d'azote			
POINTS	**Durée d'exposition**	**Moyenne [µg/m³]**	**Écart standard**
N°1	359,7 h	29,5	-
N°2	359,8 h	27,9	-
N°3	359,8 h	29,3	-
N°4	359,8 h	17,5	-
N°4 (blanc)	359,8 h	< 0,6	-
N°5	359,8 h	19,8	-
N°6	359,8 h	33,6	0,89 %
N°6 bis	359,7 h	34,2	
N°7	359,7 h	16,7	-

LD (limite détection) = 0,6 µg/m³

❖ **Validité des mesures**

Les écarts relatifs entre les duplicats d'un point de mesure de NO_2 sont calculés selon la formule suivante :

$$ER[\%] = 100 \times \left| \frac{m-a}{m} \right|$$

avec :

$$m = \frac{a+b}{2}$$

a : Concentration mesurée pour l'échantillonneur A
b : Concentration mesurée pour l'échantillonneur B

Ces écarts relatifs donnent une information sur la dispersion des résultats.

Pour le point de mesure ayant été doublé, l'écart relatif est inférieur à 5 %, ce qui confirme une répétabilité correcte de la méthode de mesure.
La valeur du blanc est inférieure à la limite de détermination.

❖ **Interprétation des résultats**

Les seuils réglementaires sont les suivants :

- 40 µg/m³ en moyenne annuelle ;
- 200 µg/m³ en moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 18 heures/an.

L'histogramme suivant représente les teneurs mesurées en dioxyde d'azote pendant la campagne. Compte-tenu de la durée de la campagne de mesure, les résultats ne sont pas directement comparables à une teneur annuelle bien entendu. Ils informent toutefois de la répartition spatiale de la pollution en NO_2.

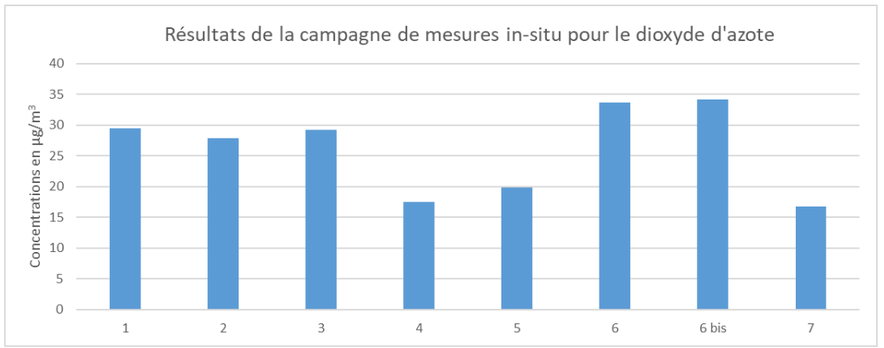


Figure 37 : Résultats des mesures en dioxyde d'azote

Les teneurs relevées pour les points N°s 1/ 2/ 3 et 6 (proches du trafic routier) sont comprises entre 27,9 et 34,2 µg/m^3 et sont plus élevées que pour les autres points (Entre 16,7 et 19,8 µg/m^3). À titre informatif, ces valeurs respectent les seuils réglementaires en moyenne annuelle (40 µg/m^3).
Cela est en adéquation avec le contexte géographique du projet (les teneurs les plus élevées sont mesurées à proximité d'axes routiers à fort trafic) ainsi que de l'orientation des vents pendant la campagne de mesure.

❖ **Comparaison avec les données ATMO Grand Est**

Le tableau ci-dessous résume les données d'ATMO-Grand-Est en NO_2 sur la même période de mesures (Rappel : du 5 au 20 novembre 2019) mais écourtée : en effet, aucune donnée journalière postérieure au 16 novembre pour les 3 stations.

Tableau 23 : Données d'ATMO Grand-Est disponibles sur les concentrations en NO_2 mesurées du 5 au 16 novembre 2019

	Reims Jean d'Aulan	Reims Doumer	Reims Bétheny
du 5 au 16 novembre 2019	**NO_2 (µg/m^3)**	**NO_2 (µg/m^3)**	**NO_2 (µg/m^3)**
Concentration moyenne	16,8	35,25	14,8

Les moyennes en NO_2 pour la station de fond urbain sont de l'ordre de grandeur de la moyenne concernant le point N°7.
La moyenne relevée pour la station Reims Doumer est plutôt de l'ordre de grandeur de la moyenne concernant le point N°6 (à proximité d'une voie à fort trafic).

Lors de la campagne de mesure, la zone d'étude est relativement peu impactée par les émissions du trafic routier. Les teneurs en NO_2 les plus élevées sont retrouvées à proximité des axes à fort trafic et diminuent rapidement dès que l'on s'en éloigne.

12.4. SYNTHÈSE DES RÉSULTATS

Afin de qualifier la qualité de l'air à l'échelle du projet, il a été réalisé une campagne de mesures *in situ* du dioxyde d'azote sur 10 points et des particules sur 7 points a été conduite du 5 au 20 novembre 2019.
Les particules quant à elles ont été mesurées à l'aide d'un micro-capteur au niveau du point N°2, sur la période du 5 au 16 novembre.

Pour les **particules PM10** et **PM2,5**, les teneurs dépendent fortement des conditions météorologiques. Pendant la campagne de mesure des particules, les conditions météorologiques étaient favorables au phénomène d'inversion de température (08 au 10 novembre) qui induit une accumulation des polluants atmosphériques. Les vents, faibles sur la période, soufflaient majoritairement de l'Est vers l'Ouest. En dehors de cet épisode, les conditions étaient plutôt neutres vis-à-vis des concentrations en polluants : en effet, les vents faibles favorisaient le transport et l'accumulation des polluants (notamment de l'A26) mais les pluies fréquentes et relativement importantes permettaient de faire retomber les particules et de lessiver l'air par dissolution des polluants les plus solubles.
Au point n°2, sur la période de mesure, aucun dépassement des préconisations journalières de l'OMS n'est intervenu, ni pour les PM10 ni pour les PM2,5.

Pour le **dioxyde d'azote**, les teneurs relevées sont moyennement élevées pour les points en conditions trafic, et relativement faibles pour les points à l'écart du trafic.

Les résultats des mesures tendent à confirmer que l'air de la zone est faiblement impacté par les gaz d'échappement provenant du trafic routier, au regard des teneurs relativement faibles en dioxyde d'azote et en particules, compte-tenu des conditions météorologiques suffisamment neutres pour ne pas influer sur les concentrations (sauf l'épisode favorable à l'accumulation du 08 au 10 novembre).
Ces conditions météorologiques sont dans l'ensemble représentatives des normales saisonnières.

Il faut garder à l'esprit que ces résultats sont donnés à titre informatif, compte tenu de la durée des mesures.
En outre, il convient également de retenir que les résultats sont valables exclusivement à proximité des points de mesures.

Les concentrations en polluants relevées au niveau des différents points de mesures *in situ* sont reportées sur la planche suivante.

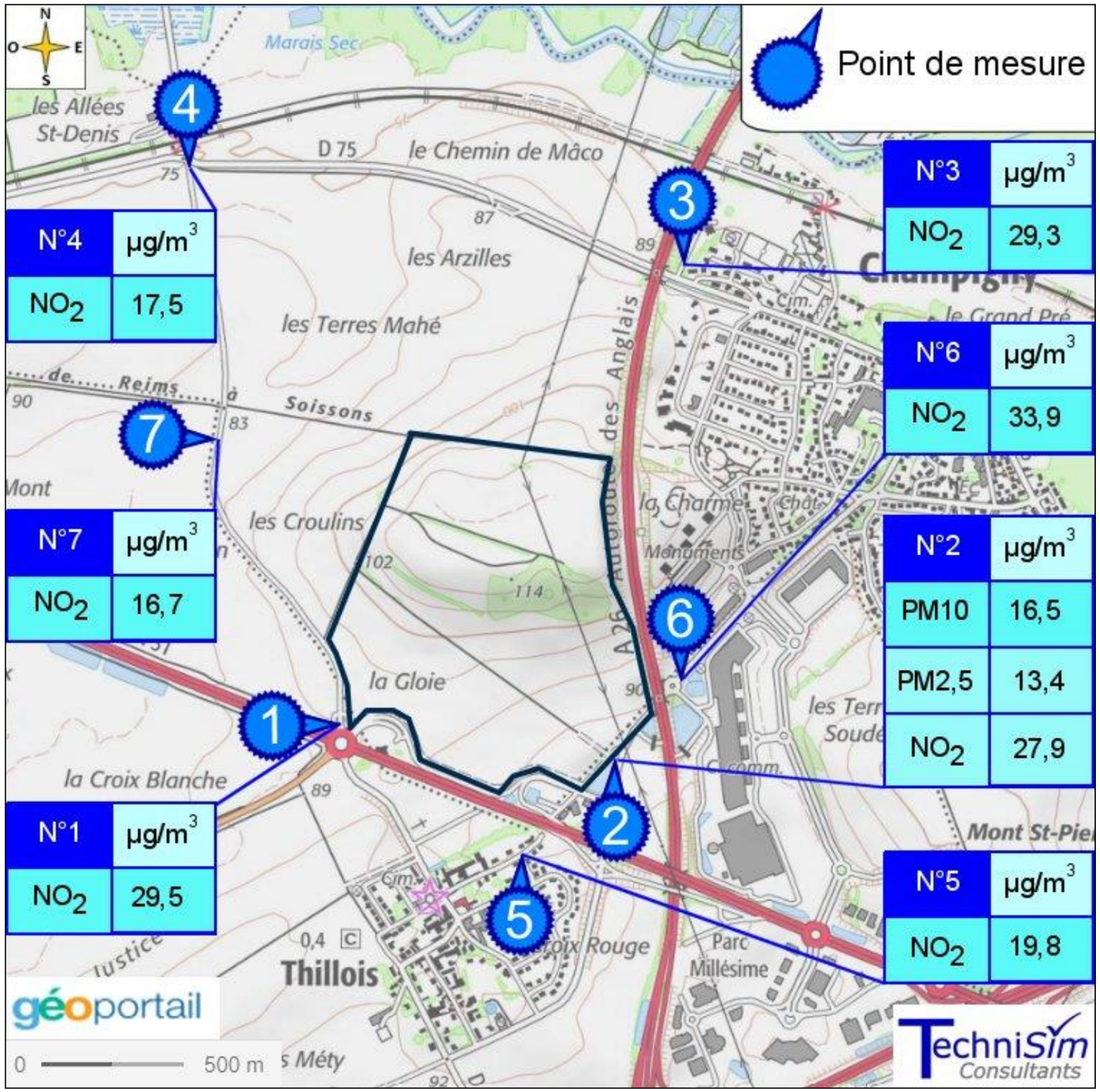


Figure 38 : Résultats des mesures *in situ*

Conclusion de l'état actuel

13. PERSPECTIVE D'ÉVOLUTION DE L'ÉTAT ACTUEL

La commune de Champigny présente une qualité de l'air qualifiée de plutôt « moyenne » selon l'indice ATMO (2022) et compte-tenu des recommandations de l'OMS dépassées (modélisations ATMO Grand Est 2021).

Concernant le secteur résidentiel et tertiaire et les activités, la population supplémentaire (résidents/travailleurs) et les visiteurs induits par la réalisation des aménagements alentours va nécessairement générer une augmentation des déplacements sur le secteur et donc des trafics. Les émissions liées au bâti devraient être restreintes en fonction du recours aux énergies renouvelables ainsi que des normes énergétiques constructives mises en place (qui plus est si la RE2020 est applicable à ces projets).

Regardant l'augmentation du trafic potentiellement induite, les émissions supplémentaires devraient être compensées (au moins partiellement) par l'amélioration technologique des véhicules et le renouvellement du parc automobile.

Par ailleurs, la qualité de l'air a tendance à s'améliorer graduellement ces dernières années (malgré un ralentissement de l'amélioration constaté entre 2021 et 2022) et devrait conserver cette évolution, d'autant plus que les années à venir vont voir se généraliser les améliorations technologiques des véhicules routiers, le développement des nouveaux types de mobilité (vélos électriques, …), l'abandon progressif du carburant diesel et l'arrêt des ventes de véhicules fonctionnant aux carburants fossiles en 2040 (loi LOM) ramenée à échéance 2035 par application du projet de la Commission européenne présenté le 14 juillet 2021 (Pacte vert pour l'Europe) votée le 8 juin 2022.
Pour l'ozone en revanche, les concentrations ne devraient pas expérimenter la même trajectoire dans le futur, étant donné que la formation de ce polluant est largement dépendante des conditions météorologiques. En effet, les rayonnements ultra-violets solaires et les températures élevées liées aux vagues de chaleur de plus en plus fréquentes que l'on retrouve en région Grand Est (à l'instar de la France métropolitaine) favorisent des teneurs importantes en ozone en saison estivale.

14. CONCLUSION DE L'ÉTAT ACTUEL

Le présent état actuel s'inscrit dans le cadre du volet Air et Santé de l'aménagement « Parc Zone des Sables », sur le territoire de la commune de Champigny [Marne/51].

L'état actuel a été mené en prenant pour cadre la *Note technique NOR : TRET1833075N du 22 février 2019* relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières et en l'adaptant à une opération d'aménagement urbain.

Les zones à enjeux au regard de la pollution atmosphérique sont les secteurs en dépassement réglementaires notamment les voies routières à circulation importante et leurs abords proches [cf. Carte 2021 ATMO Grand Est modélisation NO_2]. Sur la zone d'étude, aucun secteur ne présente des dépassements des seuils réglementaires.

Les **zones à enjeux** en termes de **population** sont les habitants de la zone d'étude (actuels et futurs) et les personnes fréquentant les lieux vulnérables de la zone d'étude exposés à des concentrations supérieures aux valeurs guides OMS [Nombre et localisation des habitants de la zone d'étude par carreaux INSEE de 200m x 200m résidant dans les zones en dépassement des recommandations de l'OMS ; localisation des lieux vulnérables actuels, futurs résidents du projet).

Aucune zone à enjeux sanitaires par ingestion n'est recensée, compte tenu de la distance des jardins partagés / collectifs / familiaux et de la taille unitaire des parcelles. La programmation du projet n'inclut pas la création d'espace verts à vocation de production alimentaire.

Le tableau et la figure qui suivent synthétisent l'état actuel du projet et les enjeux.

Tableau 24 : Synthèse de l'état actuel et enjeux

DOMAINES		Sensibilité
COMPATIBILITÉ DU PROJET AVEC LES DOCUMENTS DE PLANIFICATION		
En l'état actuel de la définition et des connaissances des intentions de projet, ce dernier s'inscrit en cohérence avec les documents de planification en lien avec la qualité de l'air.		
COMPOSITION DE LA ZONE D'ÉTUDE		
Caractéristiques de la zone d'étude	Le projet est localisé sur le territoire de la commune de Champigny (Marne/51). L'emprise projet est constituée de terres arables et de forêts.	
	La zone d'étude comporte des tissu urbain continu/discontinu des industries, des espaces verts urbains et des voies à fort trafic et espaces associés.	
	La population de la zone d'étude, était, en 2017 (dernières données disponibles à l'échelle géographique adéquate – données carroyées de l'INSEE), de 805 individus soit une densité moyenne de population estimée à 256 hab./km².	
	La zone d'étude est sous couvert du PPA de l'Agglomération Rémoise et est incluse dans la **Z**one **S**ensible pour la **Q**ualité de l'**A**ir au sens du SRCAE de l'ex-région Champagne-Ardenne.	
QUALITÉ DE L'AIR DE LA ZONE D'ÉTUDE		
État actuel de la qualité de l'air	**Niveau régional** : Dans le contexte général de reprise d'activité qui caractérise 2022, les concentrations en polluants dans l'air sont restées globalement stables par rapport à 2021. Le retour des niveaux d'avant crise sanitaire n'a finalement pas eu lieu, et les concentrations continuent de s'inscrire dans la baisse tendancielle observée depuis de nombreuses années.	**Moyenne**
	Niveau départemental : Le département de la **Marne** connaît des épisodes de pollution atmosphérique, notamment aux PM10 (en hiver) et à l'O_3 (en été). En fonction des années et des conditions météorologiques, les concentrations fluctuent. Il demeure que des déclenchements de procédures pour les PM10 et l'ozone se produisent encore au niveau départemental. En 2022, 2 jours de déclenchement de la procédure d'information-recommandations se sont produits (1 pour les PM10 et 1 pour l'ozone), ainsi qu'1 dépassement du seuil d'alerte pour l'ozone.	
	Stations de mesures ATMO Grand Est : D'après les mesures d'ATMO Grand-Est, depuis 2018 : -**Pour le dioxyde d'azote NO_2,** la valeur réglementaire annuelle est respectée chaque année pour toutes les stations (excepté en 2018 pour la station Reims Doumer). En revanche, la recommandation annuelle de l'OMS est dépassée chaque année. En moyenne horaire, 3 dépassements de la valeur limite ont été mesurés en 2019 pour la station Reims Doumer. La recommandation journalière de l'OMS est dépassée chaque année pour toutes les stations. -**Pour les particules PM10**, la valeur réglementaire annuelle est respectée chaque année pour toutes les stations, contrairement à la recommandation annuelle de l'OMS (exception en 2022 pour la station Reims Bétheny). La valeur réglementaire journalière est respectée chaque année pour toutes les stations, contrairement à la recommandation journalière de l'OMS. -**Pour les particules PM2,5,** la valeur réglementaire annuelle est respectée, contrairement aux recommandations annuelle et journalière de l'OMS. -**Pour l'ozone O_3**, des dépassements du seuil d'information ont eu lieu en 2018, et des dépassements du seuil de protection de la santé et de la recommandation de l'OMS ont lieu chaque année. -**Pour le dioxyde de soufre SO_2**, l'objectif de qualité annuel est largement respecté. -**Pour le benzène,** la valeur réglementaire et l'objectif de qualité annuels sont respectés. -**Pour les métaux (As, Cd, Ni, Pb),** les valeurs cibles et objectifs de qualité sont respectés.	
	Indice ATMO : Selon l'indice ATMO, la qualité de l'air à Champigny en 2022 peut être qualifiée de « Bonne » 3,8 % de la période, « Moyenne » 70,4 % de la période, « Dégradée » 17,8 % de la période et « Mauvaise » 7,4 % de la période.	
	Modélisations ATMO Grand Est : Selon les modélisations 2021 d'ATMO Grand Est, à l'échelle de l'emprise projet, il apparait que les seuils réglementaires annuels (NO_2, PM10, PM2,5) sont respectés (ainsi que les objectifs de qualité). Les recommandations de l'OMS (en moyenne annuelle) pour le NO_2 (10 µg/m³), les PM10 (15 µg/m³) et les PM2,5 (5 µg/m³) sont toutes dépassées sur l'emprise projet, notamment aux abords de l'A26. **En tout état de cause, la qualité de l'air sur *l'emprise projet* peut être qualifiée de plutôt moyenne, compte tenu des recommandations OMS non respectées bien que les seuils réglementaires le soient.**	

DOMAINES		Sensibilité
Mesures *in situ*	**Mesures in situ – Au niveau du périmètre projet** : Une campagne de mesures *in situ* (5 au 20 novembre 2019) a montré que la **qualité de l'air** (au cours de la période) **sur le secteur est faiblement impactée par les émissions liées au trafic routier.** **Pour les particules PM10 et PM2,5**, les teneurs dépendent fortement des conditions météorologiques. Pendant la campagne de mesure des particules, les conditions météorologiques étaient favorables au phénomène d'inversion de température (du 08 au 10 novembre) qui induit une accumulation des polluants atmosphériques. Les vents, faibles sur la période, soufflaient majoritairement de l'Est vers l'Ouest. En dehors de cet épisode, les conditions étaient plutôt neutres vis-à-vis des concentrations en polluants. En effet, les vents faibles favorisaient le transport et l'accumulation des polluants (notamment de l'A26) mais les pluies fréquentes et relativement importantes permettaient de faire retomber les particules et de lessiver l'air par dissolution des polluants les plus solubles. Au point n°2, sur la période de mesure, aucun dépassement des préconisations journalières de l'OMS n'est intervenu, ni pour les PM10, ni pour les PM2,5. La norme française autorise 35 jours de dépassements de 50 µg/m^3 en PM10 sur l'année. L'OMS préconise que ce seuil ne soit pas dépassé plus de 3 jours par an. La règlementation française n'impose pas de seuil journalier pour les PM2,5, l'OMS recommande de ne pas dépasser le seuil de 25 µg/m^3 plus de 3 fois par an. **Les concentrations en NO_2** sont moyennement élevées pour les points subissant directement l'influence des axes routiers à forts trafics et relativement faibles pour les points à l'écart du trafic. Rappel important : les résultats obtenus sont valables exclusivement à proximité des points de mesures.	
Sources d'émission de polluants atmosphériques	Sur le territoire de la CU du Grand Reims, dont fait partie Champigny, les principaux secteurs émetteurs de polluants atmosphériques et GES sont le **transport routier** (NOx, PM2,5, GES), le **résidentiel** (COVNM, PM10, PM2,5, GES), **l'industrie** (NOx, COVNM, PM10, SO_2, GES) et l'**agriculture** (NOx, COVNM, PM10, PM2,5, NH_3).	
	À l'échelle de la zone d'étude, les secteurs émetteurs de polluants atmosphériques sont le transport routier, le résidentiel /tertiaire et, de manière minoritaire, le secteur agricole.	
	Les principales voies routières de la zone d'étude sont la D27 (1 872 véh./jour dont 18,3 % de PL en 2019), la N31 (entre 25 000 et 50 000 véh./jour) et l'autoroute A26 (34 170 véh./jour dont 16,3 % de Poids-Lourds en 2019). Il est également à noter la présence de l'autoroute A344 (52 359 véh./jour dont 8,25 % de PL en 2019) à 1,4 km au Sud-Est du projet.	
	Les voies ferrées les plus proches sont situées à 1,4 km du projet, distance jugée suffisante pour ne pas affecter la qualité de l'air à l'échelle du projet.	
	Aucun aéroport/aérodrome et aucune voie navigable ne sont présent sur la zone d'étude.	
	Les secteurs résidentiel & tertiaire peuvent constituer des émetteurs importants sur la zone d'étude, en fonction des types d'énergie utilisés (notamment en cas d'utilisation du bois et/ou de produits pétroliers/charbon comme combustible).	
	Selon le Registre Parcellaire Graphique Agricole 2021 (Géoportail), le projet et ses alentours sont constitués de nombreuses zones de cultures diverses. La zone d'étude est de ce fait susceptible d'être impactée par les émissions agricoles, notamment le passage d'engins ou de poids lourds.	
	Selon les données du Registre Français des Émissions Polluantes (IREP/Géorisques), aucun établissement déclarant des rejets dans l'atmosphère n'est implanté au sein de la zone d'étude.	
SANTÉ		
Effets de la pollution atmosphérique sur la population	Les effets de la pollution sur la santé sont variés. Des liens positifs et significatifs ont été retrouvés entre le nombre quotidien de passages pour asthme et bronchite chez les 0-1 an et les 2-14 ans et les niveaux ambiants de pollution. En outre, il existe des connexions potentielles entre les pics de pollution (notamment O_3, NOx, PM10 et PM2,5) et la progression des cas d'asthme, notamment chez les enfants. À l'égard de la commune de Champigny (classifiée en zone rurale compte tenu de sa population) — il est estimé que l'exposition à long terme : *aux PM2,5 — est à l'origine de 5,9 % de la mortalité annuelle et d'une baisse d'espérance de vie à 30 ans de 5,9 mois. *au NO_2 — est à l'origine de 0,3 % de la mortalité annuelle et d'une baisse d'espérance de vie à 30 ans de 0,4 mois.	**Moyenne**
Exposition de la population	En 2018, au niveau de la Zone à Risques de Reims, d'après les estimations d'Atmo Grand-Est, aucun habitant n'est exposé à des teneurs dépassant les seuils réglementaires pour les PM10, et 300 personnes sont exposées à des teneurs dépassant les seuils réglementaires pour le NO_2.	
	Compte-tenu de l'orientation des vents annuels et de leur fréquence en fonction de leur vitesse, la dispersion des polluants atmosphériques semble plutôt efficace. Il demeure que la pluviométrie annuelle est faible, avec néanmoins une occurrence de jours pluvieux sur environ 30 % de l'année. L'ensoleillement est lui aussi assez faible, ce qui minimise la production de polluants photochimiques (ozone). Le secteur projet est de ce fait soumis à des conditions météorologiques plutôt favorables à la dispersion des polluants, d'autant plus que les environs du projet sont plats. Il n'empêche que des conditions d'accumulation peuvent survenir, notamment avec l'incidence de vents faibles.	

DOMAINES		Sensibilité
Populations et lieux vulnérables	97 % des ménages sont logés en habitat individuel. Le nombre moyen de personnes par ménage est de 3,0.	
	Enjeux sanitaires par inhalation : -La zone d'étude comporte 805 habitants dont 203 (soit 25,3 %) dits vulnérables à la pollution atmosphérique. -Au total, 2 établissements vulnérables à la pollution atmosphérique (crèches) sont recensés en l'état actuel sur la zone d'étude. -La programmation du projet n'inclut pas de création de nouveaux lieux vulnérables à la pollution atmosphérique.	
	D'après la carte d'occupation des sols à l'échelle de Champigny, la zone d'étude est composée majoritairement par des espaces agricoles. Comme ces cultures ne permettent pas l'autoconsommation exclusive, elles ne sont pas considérées comme zone à enjeu par ingestion. Un jardin potager est recensé dans la zone d'étude, mais en dehors de la zone de retombées particulaires (100 m autour du projet). La programmation du projet ne comprend pas, a priori, la création d'espaces verts/jardins à vocation de production alimentaire. **Aucune zone à enjeu par ingestion n'est considérée au sein de la zone d'étude.**	

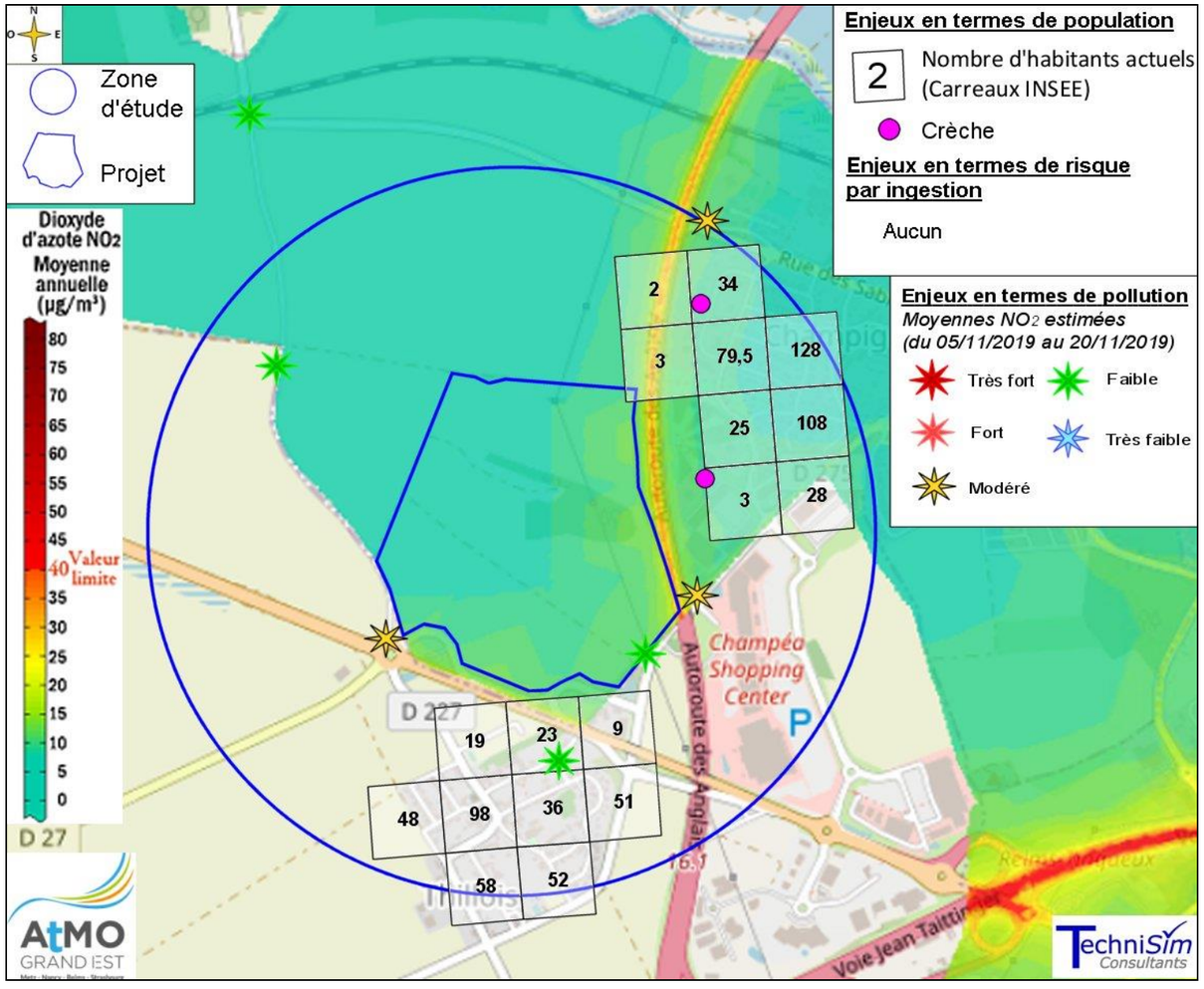


Figure 39 : Synthèse des enjeux

Analyse des Impacts

15. CONTENU DE L'ANALYSE DES IMPACTS

La réalisation du projet (activités, entrepôts) va induire la modification des flux de déplacement sur la zone d'étude, et donc des trafics, dont les conséquences sur la qualité de l'air sont diverses :

- Lors de la phase chantier, les machines, l'utilisation de solvants et les opérations de construction sont autant de sources de pollution.
- Lors de la phase exploitation :
  - Émissions des véhicules, liées aux modifications des trafics sur le secteur ;
  - Émissions tertiaires corrélées avec les systèmes de chauffage utilisés.

Le contenu de l'analyse des impacts du projet est **basé et adapté** à partir de la Note technique du 22 février 2019 concernant les études routières de niveau I, c'est-à-dire :

- Estimation de la consommation énergétique ;
- Estimation des émissions de polluants (cf. tableau ci-après, *a minima*) ;
- Estimation des émissions de Gaz à Effet de Serre (GES) ;
- Estimation des concentrations pour les polluants prenant part à l'évaluation des risques sanitaires ;
- Cartographies des estimations des concentrations modélisées en NO_2, PM10 et PM2,5 sur la zone d'étude ;
- Présentation bibliographique des effets sanitaires de la pollution automobile sur la population ;
- Monétarisation et analyse des coûts collectifs de l'impact sanitaire des pollutions et des nuisances ;
- Mesures d'évitement, de réduction et de compensation des impacts ;
- Impacts en phase chantier ;
- Évaluation de l'impact de la pollution atmosphérique sur la faune, la flore, le sol et les bâtiments ;
- Évaluation des Risques Sanitaires (ERS) au droit des lieux vulnérables de la zone d'étude, des riverains de la zone d'étude et des futurs travailleurs du projet.

Tableau 25 : Polluants à prendre en compte pour une étude de niveau I selon la note technique du 22 février 2019

Polluants à considérer pour une étude de niveau I		
Polluants servant à évaluer l'impact du projet sur les émissions de polluants		
Oxydes d'azote (NOx) Monoxyde de carbone (CO) Dioxyde de soufre (SO_2) Composés Organiques Volatils Non Méthaniques (COVNM)		Particules PM10 et PM2,5 Benzène Arsenic Nickel Benzo(a)pyrène
Polluants servant à l'Évaluation des Risques Sanitaires (Impacts du projet sur la santé)		
Voie respiratoire	Effets aigus	Particules PM10 et PM2,5 Dioxyde d'azote (NO_2)
	Effets chroniques	Particules PM10 et PM2,5 Dioxyde d'azote (NO_2) Benzène 16 HAP* dont le benzo(a)pyrène 1,3-Butadiène Chrome Nickel Arsenic
Voie orale (*Si le risque par ingestion est présent*)	Effets chroniques	16 HAP* dont le benzo(a)pyrène

*16 HAP = acénaphtène, acénaphtylène, anthracène, benzo(a)anthracène, benzo(a)pyrène, benzo(b)fluoranthène, benzo(k)fluoranthène, benzo(ghi)pérylène, chrysène, dibenzo(a,h)anthracène, fluorène, fluoranthène, indéno(1,2,3-cd)pyrène, phénanthrène, pyrène et benzo(j)fluoranthène.

16. IMPACTS DU PROJET SUR LA QUALITÉ DE L'AIR EN PHASE CHANTIER

Les travaux de construction peuvent polluer l'environnement. Selon le type et la taille du chantier, les effets sont susceptibles d'être très limités à la fois géographiquement et dans le temps. Néanmoins, sur un grand chantier avec une activité longue et intensive, ils peuvent s'avérer importants.
Il importe en premier lieu de faire la distinction entre les différentes catégories d'émissions atmosphériques rencontrées sur un chantier :

- ***Les émissions à l'échappement des machines et engins*** : les moteurs à combustion des machines et engins rejettent des polluants tels que les oxydes d'azote, le monoxyde de carbone, les composés organiques volatils et les poussières fines ;
- ***Les émissions de poussières*** : les poussières sont générées lors des travaux d'excavation et d'aménagement, mais également lors du transport, de l'entreposage et du transbordement de matériaux sur le chantier. L'utilisation de machines et de véhicules soulève en permanence des tourbillons de poussière. Le traitement mécanique d'objets et les opérations de soudage libèrent également de la poussière ;
- ***Les émissions des solvants*** : l'emploi de solvants, ou de produits en contenant, engendre des émissions de composés organiques volatils [COV] ;
- ***Les émissions d'Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques [HAP] :*** le bitume utilisé pour le revêtement des voies de circulation, les aires de stationnement et les trottoirs, émet des HAP dont certains sont cancérogènes.

16.1. QUANTIFICATION DES ÉMISSIONS LIÉES AUX ACTIVITÉS DU CHANTIER

La quantification des émissions d'un chantier s'avère complexe. En effet, cela appelant un ensemble important de données, il n'est pas possible, au stade actuel de l'étude, de quantifier les émissions atmosphériques du chantier avec exactitude.
Il est néanmoins faisable d'évaluer les principales émissions - sous condition de disponibilité des données *ad hoc*.

Émissions de poussières

Les travaux de démolition et de construction sont générateurs de poussières. Selon le document de l'US EPA - AP 42, Fifth Edition, Volume I Chapter 13 : Miscellaneous Sources - Heavy Construction Operations, les chantiers produisent :
2,69 tonnes de poussières totales [TSP] par hectare et par mois d'activité.

Par défaut, il est utilisé ce facteur d'émission pour calculer les émissions de poussières générées par les chantiers de démolition/construction.

La durée prévisionnelle des travaux n'étant pas connue ; Il n'est pas possible de quantifier les poussières totales émises pendant la phase travaux.

Construction et réhabilitation des bâtiments

Les études conduites sur les chantiers de construction et de réhabilitation montrent que les émissions dépendent des caractéristiques des chantiers et des conditions climatiques.

Toutefois il ressort néanmoins les points suivants :

- Les activités de construction dans le bâtiment sont génératrices de polluants atmosphériques, avec notamment les NOx et les poussières (TSP, PM10, PM2.5).
- Les activités de démolition sont très fortement génératrices de poussières et particules (TSP, PM10, PM2.5).
- Cependant, la plupart du temps, ces émissions semblent être limitées dans le temps et l'espace, en fonction du calendrier des activités qui les génèrent ; des pics de concentrations de polluants, parfois supérieurs aux seuils réglementaires, peuvent altérer la qualité de l'air environnant de manière significative mais transitoire.

Travaux publics

Les activités liées aux travaux publics concernent :

- Le terrassement ;
- La construction et la réhabilitation ;
- Et la démolition d'infrastructures et ouvrages d'art.

Différentes études montrent que les opérations de terrassement participent de manière significative aux émissions de polluants, notamment de particules. De plus, ces activités sont généralement situées aux limites du chantier, et donc au plus proches des populations.
Il s'avère également que les émissions de polluants des travaux de terrassement sont plus importantes durant les périodes sèches suivies de périodes de vents forts.

Toutefois chaque chantier étant différent (de par leur nature, leur taille, leur durée, leur topologie ; etc.), il est difficile d'évaluer la nature et la quantité de particules émises durant la phase de terrassement en général, car elles sont fortement liées :

- À la nature du sol (sable, limon, argile, etc.), à la taille du chantier (quantité de sol à déplacer) ;
- Et à la logistique mise en place (nombre et types de véhicules actifs). En outre, si les travaux ont lieu à proximité immédiate d'autres sources de pollution (en milieu urbain par exemple).

Les opérations de construction/réhabilitation nécessitent l'utilisation de substances chimiques potentiellement émettrices de polluants dans l'atmosphère (peintures solvantées et acryliques par exemple).

Lors de la construction de routes, la pose d'enrobés est émettrice de COV, dont HAP, mais l'émission est de courte durée et les polluants semblent rapidement se disperser (diminution des concentrations d'un facteur 10 au bout d'une heure après la pose).

Enfin les mesures effectuées sur des chantiers de démolition ont montré une forte augmentation des taux de poussières/particules minérales dans l'environnement proche.

Transport et à l'utilisation des engins de chantiers

L'utilisation des engins de chantiers est l'une des principales sources d'émissions de poussières et particules sur un chantier, que ce soit lors de leur circulation, qui provoque la mise en suspension des poussières déposées au sol, ou lors du fonctionnement de leur moteur diesel. Les moteurs diesel des engins de chantier émettent, en plus des particules grossières et fines, du dioxyde de carbone, des oxydes d'azote, du monoxyde de carbone, du dioxyde de soufre ; ainsi que des COV et HAP (adsorbées sur les particules fines).

Les émissions de particules ont alors lieu principalement durant les phases de fonctionnement transitoire du moteur (utilisation pleine charge, démarrage à froid).

Approche qualitative des émissions liées aux activités des chantiers en l'absence de données calculatoires

Les données de ce paragraphe proviennent en majorité du document de l'ADEME « Qualité de l'air et émissions polluantes des chantiers du BTP - État des connaissances et mesures d'atténuation dans le bâtiment et les travaux publics en faveur de la qualité de l'air » (mars 2017).

Le tableau qui va suivre liste les principaux polluants émis par type d'activité. Il reprend les données de la Directive suisse « Protection de l'air sur les chantiers » qui énumère les activités liées aux travaux du BTP générant des émissions polluantes, ainsi que leur importance relative. Ce tableau s'appuie sur des expériences et des estimations effectuées lors de la rédaction de cette Directive.

Tableau 26: Ampleur relative des émissions de polluants atmosphériques dues aux activités de construction

Opérations générant des émissions dans les travaux du bâtiment et du génie civil	Émissions non issues des moteurs		Émissions des moteurs
	Poussières	COV, gaz (solvants, etc.)	NOx, CO, CO_2, particules, COV, HC, etc.
Installations de chantier, en particulier voies de circulation	+++	+	++
Défrichage	++	+	++
Démolition, démantèlement et démontage	+++	+	++
Protection des constructions : en particulier travaux de forage, béton projeté	++	+	++
Étanchéités des ouvrages en sous-sol et des ponts	++	+++	+
Terrassements (aménagements extérieurs et travaux de végétalisation, drainage compris)	+++	+	+++
Fouilles en pleine masse	+++	+	+++
Corrections de cours d'eau	+++	+	+++
Couches de fondation et exploitation de matériaux	+++	+	+++
Travaux de revêtement	++	+++	+++
Voies ferrées	++	+	+++
Béton coulé sur place	+	+	++
Excavations	+++	++	+++
Travaux de second œuvre pour voies de circulation, en particulier marquages des voies de circulation	+	+++	+
Béton, béton armé, béton coulé sur place (travaux de génie civil)	+	+	++
Travaux d'entretien et de protection du béton, forages et coupes dans le béton et la maçonnerie	+++	+	+
Pierre naturelle et pierre artificielle	++	+	+
Couvertures : étanchéités, revêtements	+	+++	+
Étanchéités et isolations spéciales	+	+++	+
Crépissages de façade : crépis et enduits de façade, plâtrerie	++	++	+
Peinture (extérieure et intérieure)	++	+++	+
Revêtements de sol, de paroi et de plafond en bois, pierre artificielle ou naturelle, plastique, textile et fibre minérales (fibres projetées)	++	++	+
Nettoyage du bâtiment	++	++	+

+ Faible ++ Moyenne +++Forte

16.2. MESURES DE RÉDUCTION DES ÉMISSIONS LIÉES AUX ACTIVITÉS DU CHANTIER

Afin de limiter les émissions atmosphériques provenant du chantier, il est possible de mettre en œuvre certaines mesures.

16.2.1. Mesures de réduction des gaz d'échappement des engins

Deux types de mesure existent. Il s'agit de mesures d'ordre à la fois :

- Technique ;
- Comportemental.

Les moteurs diesel et à allumage installés sur les EMNR (engins mobiles non routiers) comme les excavateurs, les bulldozers, les chargeurs frontaux, émettent des hydrocarbures, des oxydes d'azote, des particules et du monoxyde de carbone. En accord avec la politique environnementale de l'Union Européenne, l'objectif est de réduire progressivement les émissions et de faire disparaître les équipements polluants.

Le règlement 2016/1628 du Parlement européen et du Conseil du 14 septembre 2016 fixe des exigences concernant les limites d'émission pour les gaz polluants et les particules polluantes pour les moteurs à combustion interne destinés aux engins mobiles non routiers. Ce nouveau texte abaisse les valeurs limites d'émission des moteurs destinés aux engins mobiles non routiers.

Les moteurs diesel, s'ils ne sont pas équipés de systèmes de filtres à particules efficaces, occasionnent des émissions de poussières fines particulièrement nocives pour la santé, dont des suies de diesel cancérogènes. L'utilisation d'un filtre à particules sur ces engins permet de réduire de 95 % la teneur en particules des gaz d'échappement.

L'entretien des machines peut également agir sur les émissions, étant donné que des machines mal entretenues génèrent davantage d'émissions atmosphériques.

Dans son document « Quelques bonnes pratiques sur chantier », l'APESA[23] propose d'utiliser des carburants dits 'propres' en remplacement du diesel : le gaz de pétrole liquéfié [GPL], le gaz naturel pour véhicules [GNV], les carburants TBTS [Très Basse Teneurs en Soufre] ou encore l'Émulsion Eau dans Gazole [EEG]. L'EEG est un mélange de diesel, d'eau, et d'agents émulsifiants. Le principal avantage de l'EEG est de permettre la réduction de 15 à 30 % des rejets de NOx et de 30 à 80 % des émissions de particules carbonées.

Enfin, l'utilisation d'équipements fonctionnant à l'électricité ou sur batterie plutôt qu'au gasoil ou autres carburants fossiles permet d'éviter l'émission de polluants locaux.

Les autres axes de réduction font appel au comportement des opérateurs.

Un bon entretien et un réglage approprié des engins selon les spécifications du constructeur permettent d'assurer leur fonctionnement optimal et par suite, de limiter leurs émissions.

Un moteur diesel consomme environ 4 litres/heure pour un ralenti à 1 000 tours/minute. Les changements de comportement des opérateurs sur chantier en vue de limiter les ralentis sont des moyens reconnus de réduction des émissions.

16.2.2. Mesures de réduction des émissions de poussières

Sur un chantier, les actions responsables de la mise en suspension de poussières sont nombreuses.

Une étude d'impact menée par l'Institut Pasteur dans le cadre d'un chantier précis[24] en a ainsi identifiées cinq :

1. Les opérations de démolition
2. La circulation des différents engins de chantiers
3. Les travaux de terrassement et de remblaiement

Et, en moindre importance :

4. La découpe de matériaux divers (exemple tuyaux)
5. Les travaux de soudure.

Pour réduire ces émissions de poussières, certaines actions ciblées peuvent être réalisées :

- L'humidification du terrain, qui permet d'empêcher l'envol des poussières par temps sec en phase de terrassement ;
- L'utilisation de goulottes pour le transfert des gravats ;
- Le bâchage systématique des camions ;
- La mise en place de dispositifs d'arrosage lors de toute phase ou travaux générateurs de poussières.

[23] L'APESA, est un Centre Technologique en environnement et maîtrise des risques, basé sur 4 sites en Aquitaine (Pau, Lescar, Bidart, Bordeaux)

[24] Institut Pasteur, 2004, "Étude des impacts environnementaux liés à la construction de la nouvelle parcelle ", Département Hygiène, Sécurité et protection de l'Environnement.

16.2.3. Mesures de réduction des émissions de COV et de HAP

Les émissions de COV (Composés Organiques Volatils) peuvent notamment être réduites en :

- Utilisant, si possible, des produits contenant peu ou pas de solvants ;
- Refermant bien les tubes, pots et autres récipients immédiatement après usage pour que la quantité de solvant qui s'en échappe soit aussi minime que possible ;
- Utilisant les vernis, colles et autres substances le plus parcimonieusement possible selon les indications du fabricant.

Concernant les opérations de préparation du bitume, de revêtement et d'étanchéité, les mesures de réduction des émissions possibles sont les suivantes :

- Bannir des préparations thermiques les revêtements/matériaux contenant du goudron sur les chantiers ;
- Employer des bitumes à faible taux d'émission de polluants atmosphériques (émission réduite de fumées) ;
- Employer des émulsions bitumineuses plutôt que de solutions bitumineuses (travaux de revêtement de routes) ;
- Abaisser au maximum la température de traitement par un choix approprié des liants ;
- Utiliser des asphaltes coulés et des bitumes à chaud et à faible émanation de fumées ;
- Employer des chaudières fermées munies de régulateurs de température ;
- Éviter la surchauffe des bitumineux dans les procédés de soudage ;
- Aménager les postes de soudage, de manière que les fumées puissent être captées, aspirées et séparées.

16.2.4. Charte Chantiers Verts

La charte « Chantiers Verts » définit les bonnes pratiques et les règles environnementales de fonctionnement d'un chantier. Elle fédère l'ensemble des intervenants d'un chantier (maître d'ouvrage, maître d'œuvre, entreprises) autour des mêmes objectifs environnementaux, c'est-à-dire :

- Limiter les risques sur la santé des salariés ;
- Circonscrire les nuisances et risques causés aux riverains ;
- Réduire les pollutions de proximité lors du chantier et limiter ses impacts sur l'environnement ;
- Gérer les déchets et limiter les pollutions sur le site.

Cette 'charte' fait partie des pièces contractuelles à intégrer au marché de travaux. Elle doit être remise à chaque intervenant sur le chantier et signée par chacun.
En pratique, la garantie d'un « chantier vert » passe par différentes étapes :

- En amont de l'opération, il s'agit de réaliser des d'études préalables et des actions de concertation afin d'évaluer l'impact du chantier sur l'environnement puis d'élaborer son programme. Le maître d'ouvrage fixe alors les objectifs environnementaux qui y sont liés.
- L'insertion par le maître d'œuvre d'un projet répondant au programme et tenant compte des études préalables. Il définit les processus, les choix techniques et les matériaux permettant de tenir les objectifs définis, qu'il retranscrit dans le cahier des clauses techniques particulières (CCTP).

16.3. SYNTHÈSE

De manière générale, les principales émissions atmosphériques d'un chantier sont les poussières, conjuguées avec les gaz d'échappement produits par les engins.
Le calcul des émissions d'un chantier appelle de nombreux paramètres (connaissance préalable des durées réelles de la phase chantier, des matériaux utilisés, du nombre d'engins et de passages de poids lourds, de la sensibilisation des opérateurs aux mesures de réduction des émissions, etc.). De la sorte, et compte tenu de la multiplicité des données requises, il s'avère complexe, au stade actuel de l'étude, d'évaluer les émissions atmosphériques de cette phase.
Afin de limiter les émissions atmosphériques provenant des chantiers, il est possible de mettre en œuvre certaines mesures de réduction, par exemple, la charte « Chantiers verts ».

17. IMPACT DU PROJET SUR LA QUALITÉ DE L'AIR EN PHASE EXPLOITATION

17.1. ÉMISSIONS PROVENANT DES BÂTIMENTS CRÉÉS

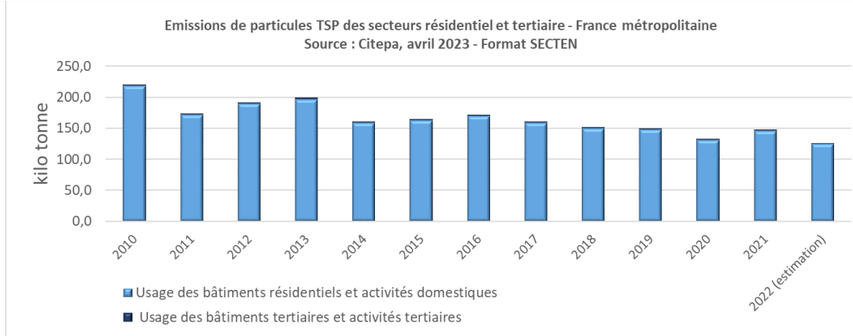
17.1.1. Généralités – émissions atmosphériques des secteurs résidentiel et tertiaire

Les données présentées dans ce paragraphe proviennent toutes des études du Centre interprofessionnel technique d'études de la pollution atmosphérique [CITEPA].
Selon ces études, la participation de ces secteurs dans les émissions totales de particules en France Métropolitaine montre une tendance à la diminution sur la période 2010-2022[25] pour les TSP ; à la stabilité pour les PM10, PM2,5 et PM1.0 et à la hausse pour le carbone suie (cf. graphiques ci-après).

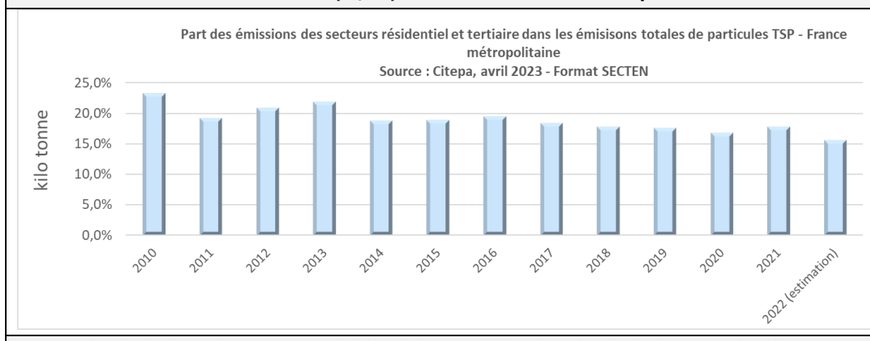
Il est constaté que ces secteurs représentent ensemble environ :

- 48 % des émissions de particules PM10 ;
- 65 % des émissions de carbone suie ;
- 83 % émissions de particules PM2,5 ;
- 70 % des émissions de particules PM1 (ultra fines) ;
- Mais environ 16 % des émissions de particules TSP.

Il est également observé que le secteur résidentiel est beaucoup plus émetteur que le secteur tertiaire.



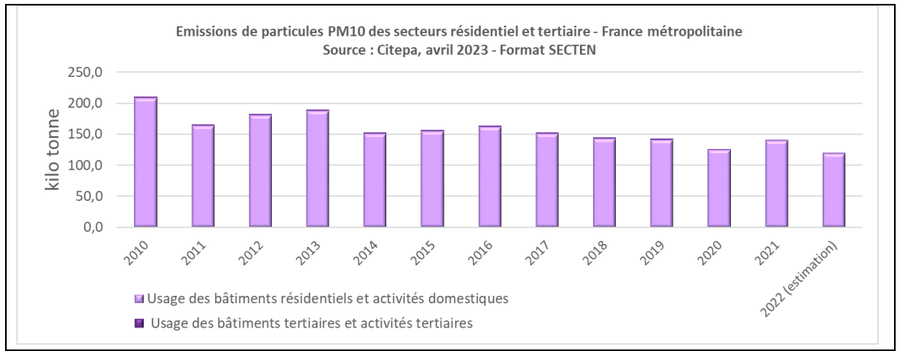
Émissions de TSP (kt/an) - Périmètre : France métropolitaine



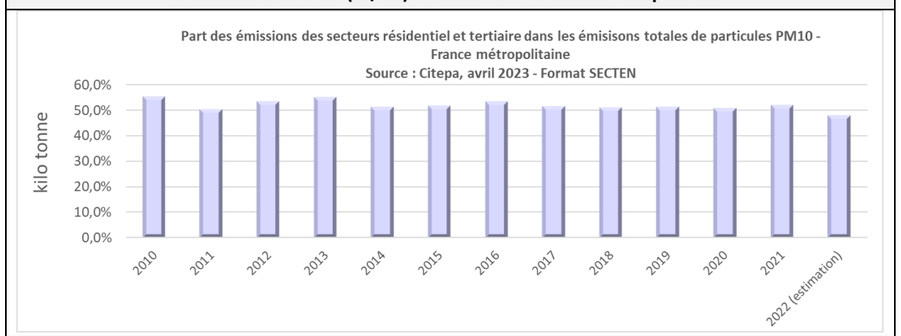
Part des émissions des secteurs résidentiel et tertiaire dans les émissions totales de France métropolitaine

Figure 40: Inventaires des émissions pour la France métropolitaine – Particules TSP

[25] Données 2022 estimées

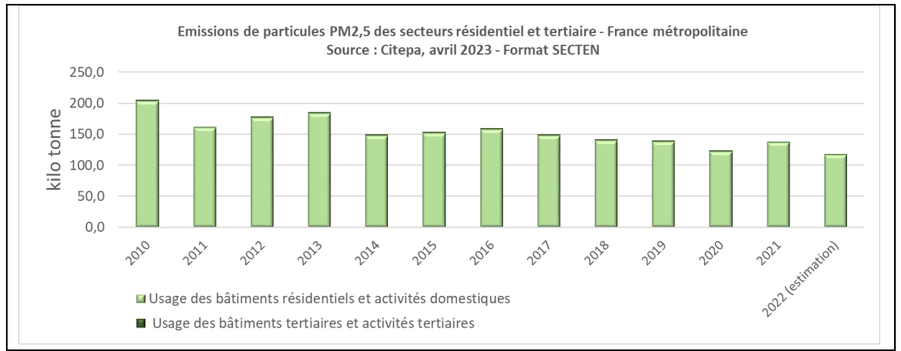


Émissions de PM10 (kt/an) - Périmètre : France métropolitaine

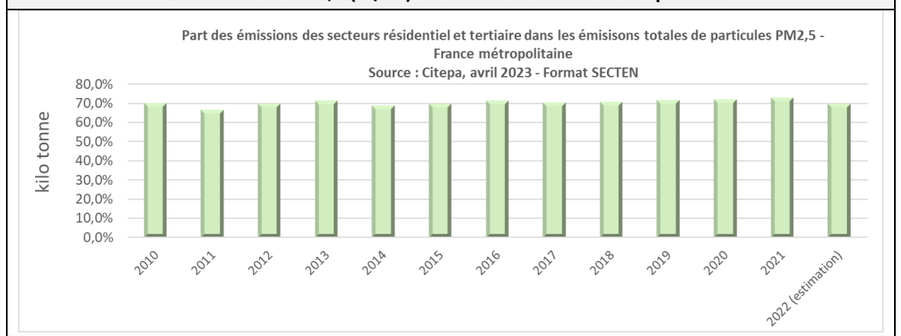


Part des émissions des secteurs résidentiel et tertiaire dans les émissions totales de France métropolitaine

Figure 41: Inventaires des émissions pour la France métropolitaine – Particules PM10

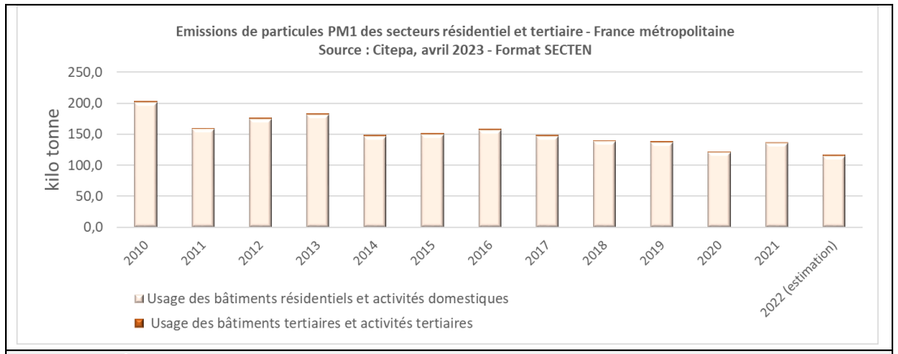


Émissions de PM2,5 (kt/an) - Périmètre : France métropolitaine

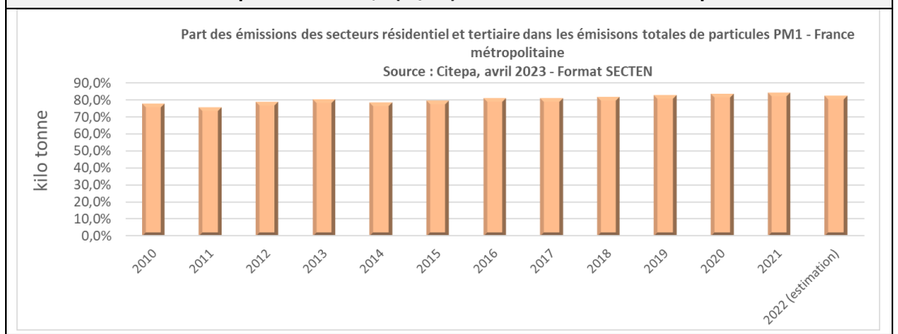


Part des émissions des secteurs résidentiel et tertiaire dans les émissions totales de France métropolitaine

Figure 42: Inventaires des émissions pour la France métropolitaine – Particules PM2,5

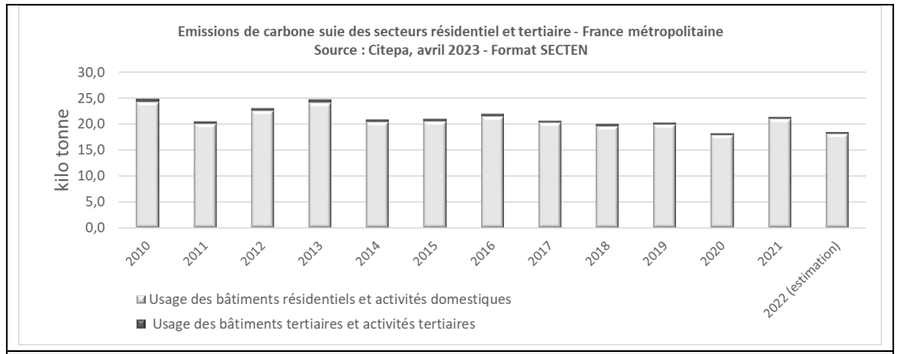


Émissions de particules PM1,0 (kt/an) - Périmètre : France métropolitaine

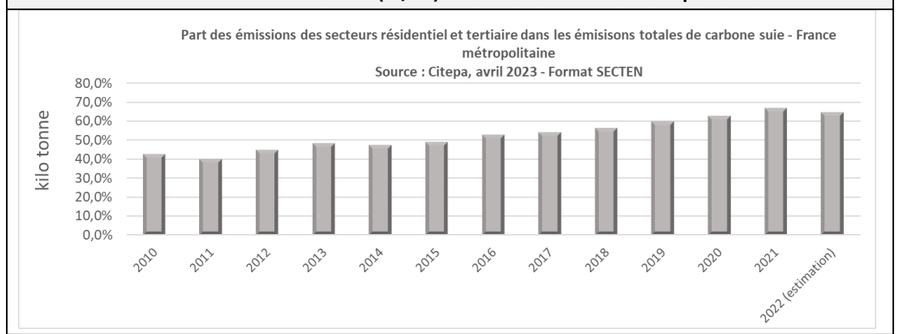


Part des émissions des secteurs résidentiel et tertiaire dans les émissions totales de France métropolitaine

Figure 43: Inventaires des émissions pour la France métropolitaine – Particules PM1,0



Émissions de carbone suie (kt/an) - Périmètre : France métropolitaine



Part des émissions des secteurs résidentiel et tertiaire dans les émissions totales de France métropolitaine

Figure 44: Inventaires des émissions pour la France métropolitaine – Carbone suie

Les graphiques qui suivent représentent les émissions des substances acidifiantes et à l'origine de l'eutrophisation, qui contribuent à la pollution photochimique et celles des métaux.

Ils représentent aussi la participation du secteur résidentiel et tertiaire dans les émissions totales en France métropolitaine.

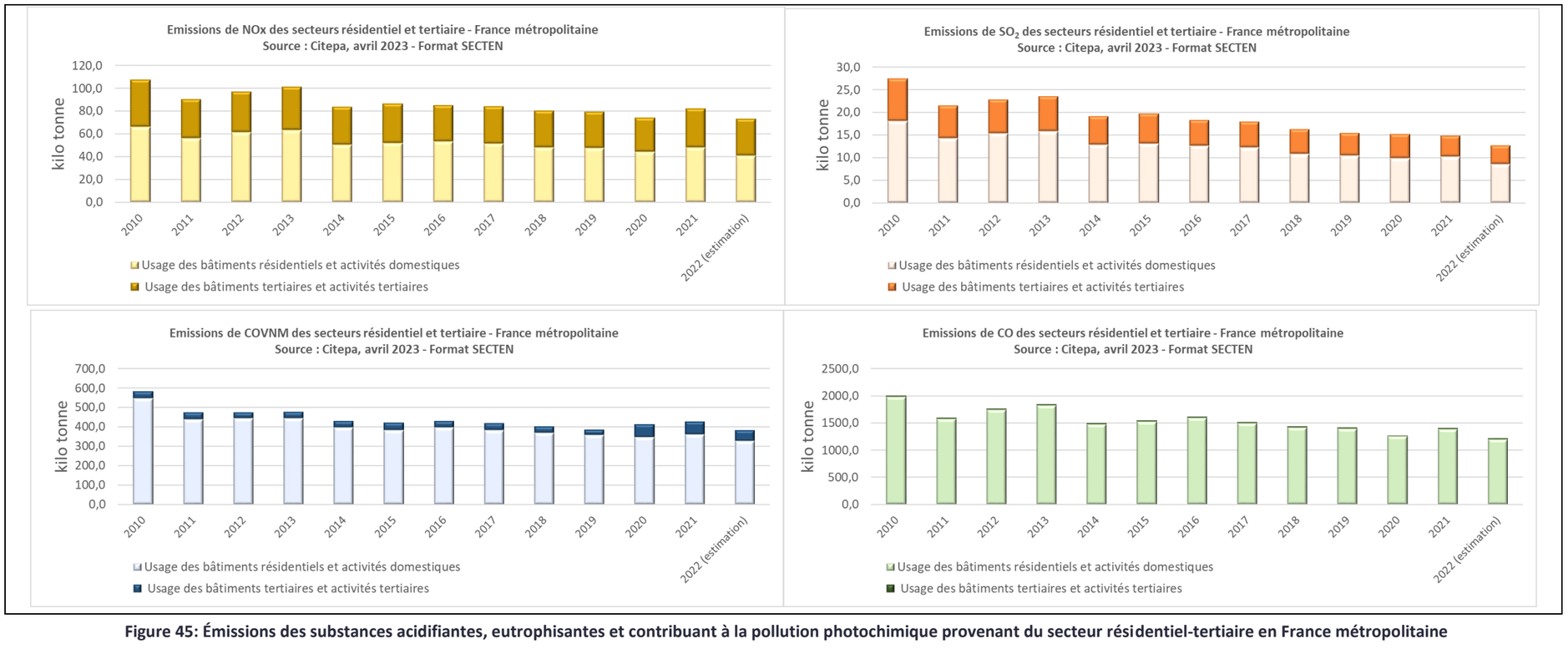


Figure 45: Émissions des substances acidifiantes, eutrophisantes et contribuant à la pollution photochimique provenant du secteur résidentiel-tertiaire en France métropolitaine

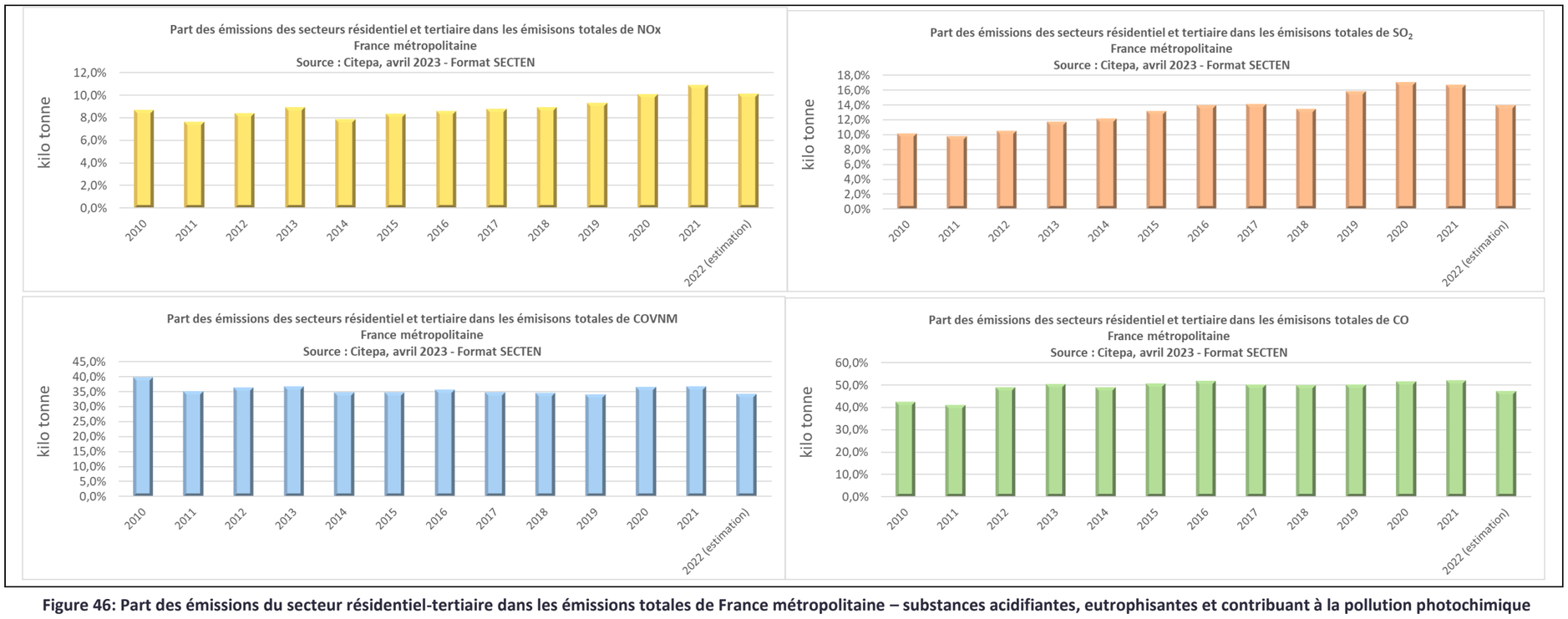


Figure 46: Part des émissions du secteur résidentiel-tertiaire dans les émissions totales de France métropolitaine – substances acidifiantes, eutrophisantes et contribuant à la pollution photochimique

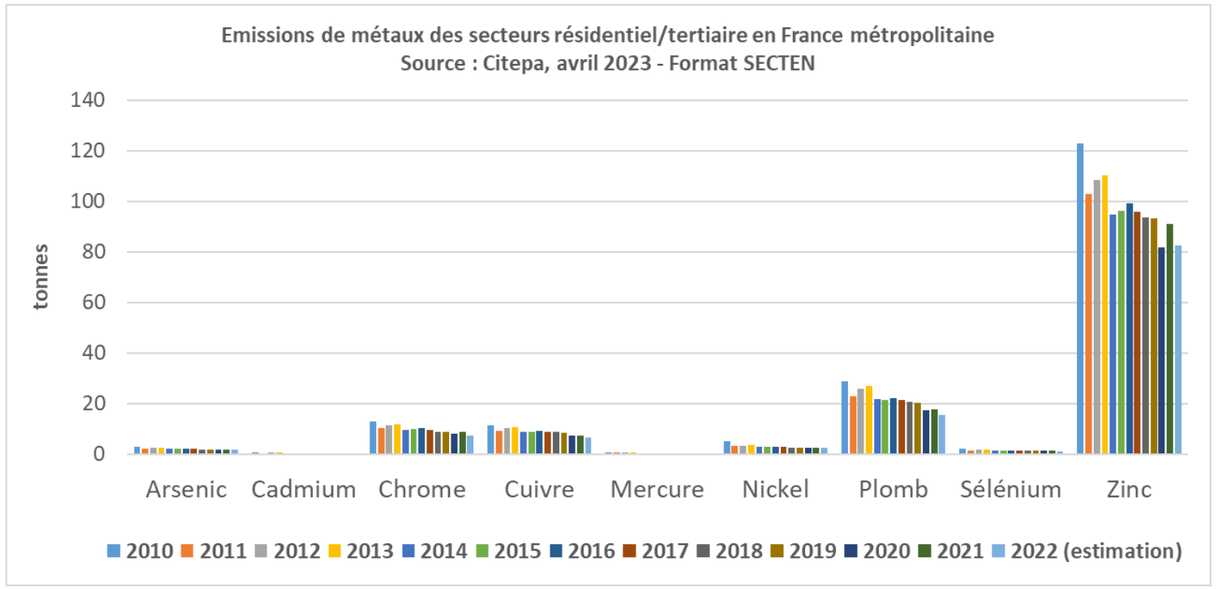


Figure 47: Émissions des métaux provenant du secteur résidentiel-tertiaire en France métropolitaine

Figure 48: Part des émissions du secteur résidentiel-tertiaire dans les émissions totales de France métropolitaine – métaux

Selon les estimations de l'année 2022, en France métropolitaine, les secteurs résidentiel et tertiaire représentent :

- Environ 10 % des émissions d'oxydes d'azote ;
- Environ 34 % des émissions de COVNM ;
- Environ 28 % des émissions d'arsenic ;
- Environ 21 % des émissions de zinc ;
- Environ 25 % des émissions de chrome ;
- Environ 11 % des émissions de cadmium et sélénium ;
- Environ 9 % des émissions de mercure et nickel ;
- Environ 3 % des émissions de cuivre.

17.1.2. Émissions atmosphériques issues des bâtiments

Les bâtiments (résidentiels et tertiaires) produisent des émissions polluantes majoritairement *via* les systèmes de :

- Chauffage (combustion d'énergie fossile) ;
- Ventilation.

Pour les systèmes de chauffage, les émissions provenant de la combustion d'énergie fossile diffèrent selon les combustibles utilisés. Ainsi, la combustion de biomasse ou de fioul génère des particules PM10 et PM2,5 avec des HAP et des dioxines/furanes, contrairement à la combustion du gaz naturel qui n'en émet pratiquement pas.
Seuls les oxydes d'azote sont produits, quel que soit le combustible utilisé, puisqu'ils se forment à haute température à partir de l'azote de l'air.

Les systèmes de ventilation rejettent à l'extérieur l'air « pollué » issu de l'intérieur des bâtiments. Les sources de pollution de l'air intérieur sont multiples.
Sont distinguées trois catégories principales de pollution :

- Les composés chimiques, en majorité des COV (toluène, formaldéhyde par exemple) ;
- Les facteurs physiques (particules, fibres minérales, radon) ;
- Les agents biologiques (champignons/moisissures, bactéries et virus).

Les émissions provenant de la ventilation dépendent :

- Des usages des locaux ;
- Du nombre de personnes fréquentant le bâtiment ;
- Des matériaux de construction ;
- Des conditions environnantes ;
- Des systèmes de ventilation/aération ;
- De la température au sein des locaux et du taux d'humidité.

Tous ces facteurs font qu'il n'est pas possible de se prononcer sur la composition-type d'un rejet issu des ventilations. Seules des mesures des rejets peuvent permettre de les caractériser. Néanmoins, des mesures techniques et réglementaires sont progressivement mises en place avec pour visée de réduire à la fois la pollution à l'intérieur des bâtiments (comme par exemple, celle limitant le taux de solvants présent dans les peintures) et les rejets des systèmes de chauffage.

17.1.3. Impacts du projet (secteur tertiaire) sur la qualité de l'air

Les bâtiments créés seront *a minima* conformes à la RT2012 voire à la RE2020 (applicable à partir de *janvier 2022* pour les bâtiments à usage d'habitation et de *juillet 2022* pour les bâtiments à usage de bureaux et d'enseignement primaire et secondaire ; pour les autres constructions de bâtiments (hôtels, commerces, gymnase, université, hospitalier, restaurant, etc.), le décret contient de manière inchangée les exigences de la réglementation thermique 2012 (un futur décret, introduira les exigences de la RE2020 pour ces bâtiments).
Le principal objectif de la RE2020 est de ramener à énergie positive la performance énergétique de tous les bâtiments construits « après 2020 ». Cela sous-entend que les bâtiments construits devront d'une part, être fortement isolés avec une réduction drastique des ponts thermiques et, d'autre part, être équipés de chauffage à haute efficacité énergétique. Ainsi, les émissions liées aux systèmes de chauffage seront limitées.

De même, compte tenu des règlementations visant à réduire les émissions de COV issus des meubles, des peintures et des produits ménagers, les émissions des ventilations seront modérées.

Par conséquent, les émissions polluantes liées au bâti devraient être restreintes et leurs impacts seront minimes, par rapport aux autres sources d'émissions déjà présentes, en particulier la circulation automobile.

17.2. IMPACT DU TRAFIC AUTOMOBILE MOYEN JOURNALIER ANNUEL LIÉ À L'EXPLOITATION DU PROJET

17.2.1. Méthodologie

❖ **Données d'entrée**

Afin d'évaluer les impacts du projet, il est nécessaire de comparer les émissions dans l'air ambiant de composés indicateurs. Les situations étudiées pour l'analyse des impacts afférents au projet sont les suivantes :

- Situation N°0 : Horizon actuel (année 2023).
- Situation N°1 : Horizon de mise en service (année 2027) – Sans projet – Situation Fil de l'Eau.
- Situation N°2 : Horizon de mise en service (année 2027) – Avec projet – Situation projetée.

Pour chaque scénario, les éléments suivants sont utilisés comme données d'entrée par le modèle COPERT **V** pour la quantification de la consommation énergétique et des polluants générés au niveau des routes du réseau d'étude :

- Le **trafic** pour chaque tronçon exprimé en **T**rafic **M**oyen **J**ournalier **A**nnuel (**TMJA**);
- La **vitesse** de circulation ;
- La **longueur** des brins routiers.

Information : Les données de circulation exploitées ont été fournies par le BE INGEA Ingénierie pour les brins n°1 à 10. Les données des brins n°11 à 13 proviennent de l'opendata national 2019. Il a été considéré un taux d'accroissement moyen annuel de 1,2 % (Théma – Projection de la demande de transport sur le long terme) pour les horizons 2023 et 2027 ; les pourcentages de poids lourds sont considérés constants.
Les données détaillées concernant le trafic sont disponibles en annexe.

Au sens strict, le réseau d'étude pour un projet d'infrastructures routières, est composé des voies créées et/ou supprimées par le projet et des voies dont le trafic varie [du fait du projet comparativement au scénario Fil de l'Eau] de +/-10 % [axes dont le trafic est *supérieur* à 5 000 véh/jour] ou +/-500 véhicules [axes dont le trafic est *inférieur* à 5 000 véh/jour] à l'horizon d'étude le plus lointain.

À l'égard du projet étudié, l'**ensemble des brins** dont les trafics ont été fournis (brins n°1 à 10) est pris en considération dans le réseau d'étude (cf. planche suivante).

Les brins autoroutiers (n°11 à 13) sont ajoutés pour la modélisation de la qualité de l'air et l'évaluation de l'impact sanitaire du projet.

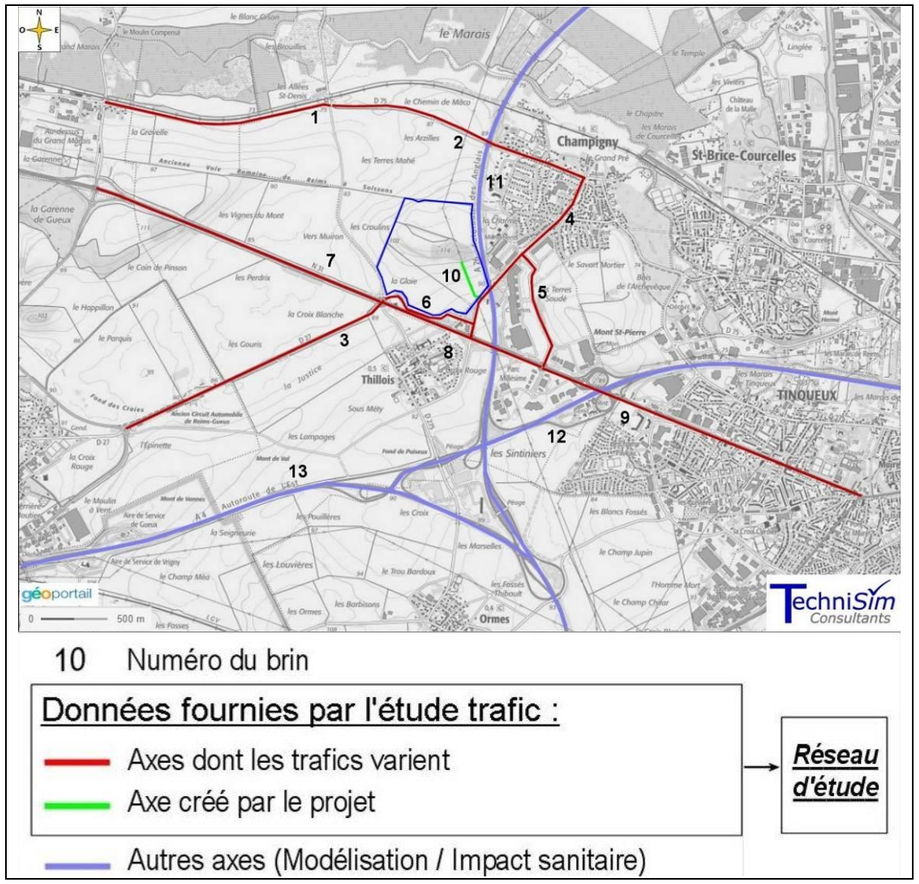


Figure 49 : Brins considérés / Réseau d'étude

❖ **Méthodologie du calcul des consommations énergétiques et des émissions dans l'air de polluants et GES liées à la circulation automobile sur le réseau d'étude**

Le calcul des émissions de polluants atmosphériques (en kg/jour) est réalisé en utilisant la méthodologie et les facteurs d'émissions du logiciel COPERT V.

COPERT (COmputer Program to calculate Emissions from Road Transport) est un modèle élaboré au niveau européen (MEET[26], CORINAIR, etc.) par différents laboratoires ou instituts de recherche sur les transports (INRETS, LAT, TUV, TRL, TNO, etc.). Diffusé par l'Agence Européenne de l'Environnement (AEE), cet outil permet d'estimer les émissions atmosphériques liées au trafic routier des différents pays européens. Bien qu'il s'agisse d'une estimation à l'échelle nationale, la méthodologie COPERT s'applique, dans certaines limites, à des résolutions spatio-temporelles plus fines (1 heure ; 1 km²) et permet ainsi d'élaborer des inventaires d'émission à l'échelle d'un tronçon routier, que l'on appellera « brin », ou du réseau routier d'une zone précise ou d'une agglomération.
Ce modèle COPERT V, développé sous l'égide de l'Agence Européenne de l'Environnement afin de permettre aux états membres d'effectuer des inventaires homogènes de polluants liés au transport routier, intègre l'ensemble des données disponibles aujourd'hui, et permet en outre le calcul de facteurs d'émission moyens sur une voie donnée ou un ensemble de voies, pour peu que les véhicules circulant sur cette voie constituent un échantillon représentatif du parc national.

COPERT V est capable d'utiliser le flux de véhicules sur chaque tronçon donné, soit par des comptages, soit par un modèle de trafic. Le flux total par tronçon est alors décomposé par type de véhicules selon la classification européenne PRE ECE, ECE et Euro.
Cette ventilation utilise les données du parc automobile français, déterminé en 2022 par l'UGE-IFSTTAR (Université Gustave Eiffel - Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux**), pour l'intervalle 1970-2050, incluant les projections de la Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC) Avec Mesures Existantes (AME).**
Ce scénario AME vise à décrire, à l'horizon 2050, l'effet des politiques publiques actuelles en prenant en compte l'ensemble des mesures portées par l'État français jusqu'à une certaine date (31 décembre 2019 dans cette version) sur la consommation d'énergie et les gaz à effet de serre[27].

La figure suivante présente l'évolution (1990-2050) de la composition (en %) du parc de voitures particulières (simulation IFSTTAR 2022 scénario AME) et des motorisations alternatives.

[26]MEET : Methodology for Calculating Transport Emissions and Energy Consumption - DG Transport, Commission Européenne - 1999.
[27]https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Synth%C3%A8se_du_sc%C3%A9nario_AME2021_postQAQC%5B1%5D.pdf

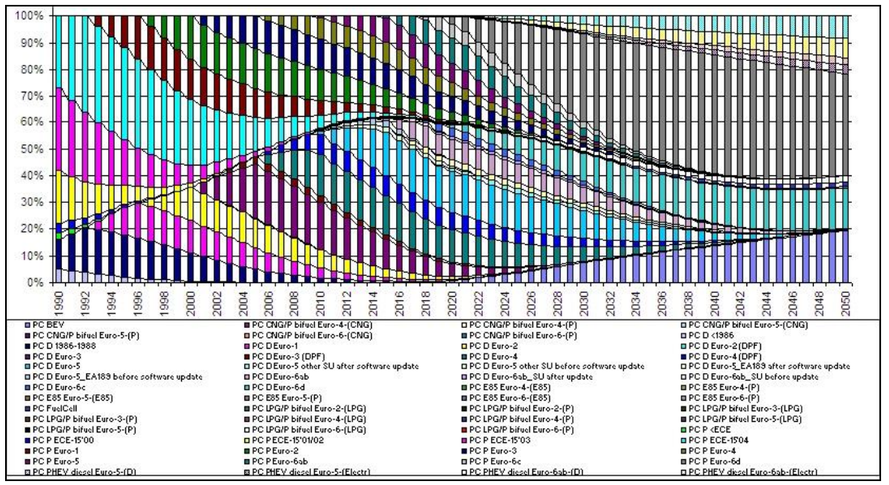


Figure 50 : Évolution de la composition du parc de voitures particulières selon la motorisation et les classes de véhicules, en proportion – version 2022 scénario AME des parcs IFSTTAR (Source : HBEFA**)**

Le modèle d'émission du système européen COPERT V calcule les quantités de polluants rejetées par le trafic sur les différentes voies de circulation introduites dans le modèle.
Les émissions sont ainsi évaluées d'après les facteurs d'émission de méthodologies reconnues, principalement à partir du nombre de véhicules et de la vitesse de circulation ainsi que de la longueur des trajets.

Les polluants considérés sont, en premier lieu, ceux de la ***Note technique du 22 février 2019*** (cf. tableau suivant)**.**

Polluants de la Note technique du 22/02/2019 à considérer pour les émissions du réseau d'étude		**Polluants de la Note technique du 22/02/2019 à ajouter pour l'ERS** (Niveau I et au droit des lieux vulnérables dans la bande d'étude du projet pour niveau II)
• Oxydes d'azote (NOx) • Monoxyde d'azote (NO) • Dioxyde d'azote (NO_2) • Particules PM10 • Particules PM2,5 • Monoxyde de carbone (CO)	• COVNM • Benzène • Dioxyde de soufre (SO_2) • Arsenic • Nickel • Benzo(a)pyrène (BaP)	• 16 HAP[28] dont le BaP • 1,3-butadiène • Chrome

[28] Somme des HAP suivants : acénaphtène, acénaphtylène, anthracène, benzo(a)anthracène, benzo(a)pyrène, benzo(b)fluoranthène, benzo(k)fluoranthène, benzo(ghi)pérylène, chrysène, dibenzo(a,h)anthracène, fluorène, fluoranthène, indéno(1,2,3-cd)pyrène, phénanthrène, pyrène et benzo(j)fluoranthène

Sont ensuite ajoutés les polluants recommandés par l'ANSES[29], ainsi que les polluants dont les VTR sont connues.

Polluants issus de la recommandation de l'ANSES en juillet 2012	Polluants dont les VTR sont connues
• Ammoniac • Dioxines • Furanes • Naphtalène • Acétaldéhyde • Acroléine • Propionaldéhyde • Éthylbenzène • Formaldéhyde	• Toluène • Xylènes • Cadmium • Mercure • Plomb • Particules diesel à l'échappement

17.2.2. Indice VK

L'estimation des flux de trafic est réalisable avec l'indicateur « Véhicules-Kilomètres ».
Cet indice prend en considération non seulement le nombre de véhicules (trafic), mais également le trajet réalisé par ces mêmes véhicules.
Pour le scénario analysé et si l'on considère N tronçons routiers, l'indicateur VK est calculé selon la formule suivante :

$$VK = \sum_{i=1}^{i=N} (V_i \times L_i)$$

Où :
VK = Nombre de « véhicules-kilomètres » [véhicules × km] ;
Vi = Nombre de véhicules sur le tronçon i [véhicules] ;
Li = Longueur du tronçon i [km].

Le nombre VK permet alors l'estimation d'un flux de véhicules le long de leur parcours et des émissions potentielles consécutives à ce flux.
Les indices calculés sont synthétisés dans la figure et le tableau ci-après.

Sur le réseau d'étude - par rapport à la situation actuelle 2023 - les VK augmentent à l'horizon 2027 en situation 'Fil de l'Eau' (+8,4 %) et 'Projet' (+8,7 %).
La réalisation du projet induit une augmentation des déplacements liée aux activités supplémentaires de la zone d'étude. L'exploitation du projet va provoquer une légère augmentation des indices VK sur le réseau d'étude, en 2027, par rapport à la situation Fil de l'Eau : +0,3 %.

[29] AVIS de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif à la sélection des polluants à prendre en compte dans les évaluations des risques sanitaires réalisées dans le cadre des études d'impact des infrastructures routières - 12 juillet 2012

Tableau 27: Indices VK sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

Indices VK en moyenne journalière annuelle		Véhicules Personnels (VP)	Véhicules Utilitaires Légers (VUL)	Poids Lourds (PL)	Tous véhicules (TV)
Situation N°0	2023 – Situation Actuelle	166 233	49 654	17 279	233 166
Situation N°1	2027 – Sans projet	178 007	53 171	21 535	252 713
Situation N°2	2027 – Avec projet	178 438	53 300	21 623	253 361

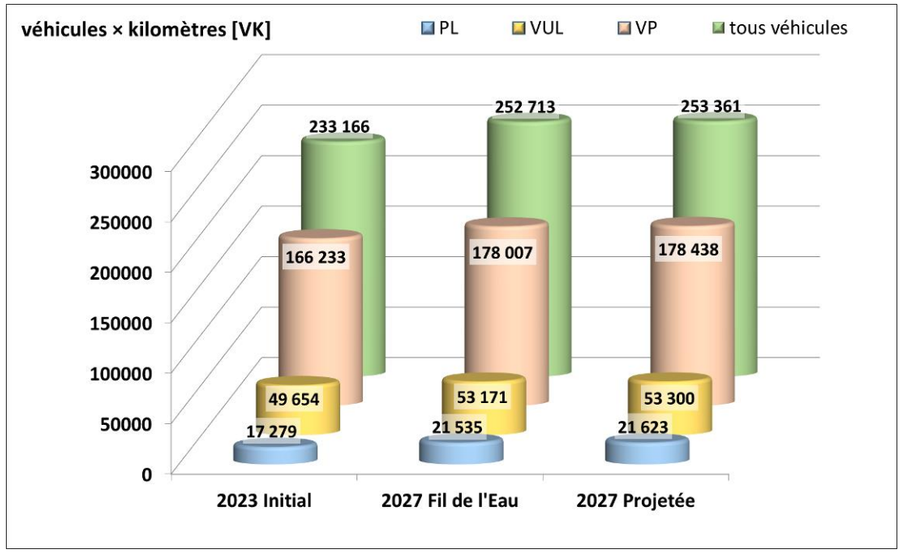


Figure 51: Indices VK sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

17.2.3. Évaluation des consommations énergétiques

Le tableau et la figure suivants présentent les consommations énergétiques moyennes calculées à partir des données trafics avec le logiciel COPERT V.

Sur le réseau d'étude, par rapport à la situation 'actuelle' 2023, les consommations de carburant évoluent de +9,6 % en situation Fil de l'Eau 2027 et +9,9 % en situation Projet 2027.
Comparativement à la situation Fil de l'Eau, la réalisation du projet induit une hausse de la consommation de carburant de 0,3 % en 2027.

Tableau 28: Consommations de carburant sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

		Consommation de carburant [kep/jour]
Situation N°0	2023 – Situation Actuelle	15 450,2
Situation N°1	2027 – Sans projet	16 935,0
Situation N°2	2027 – Avec projet	16 984,1

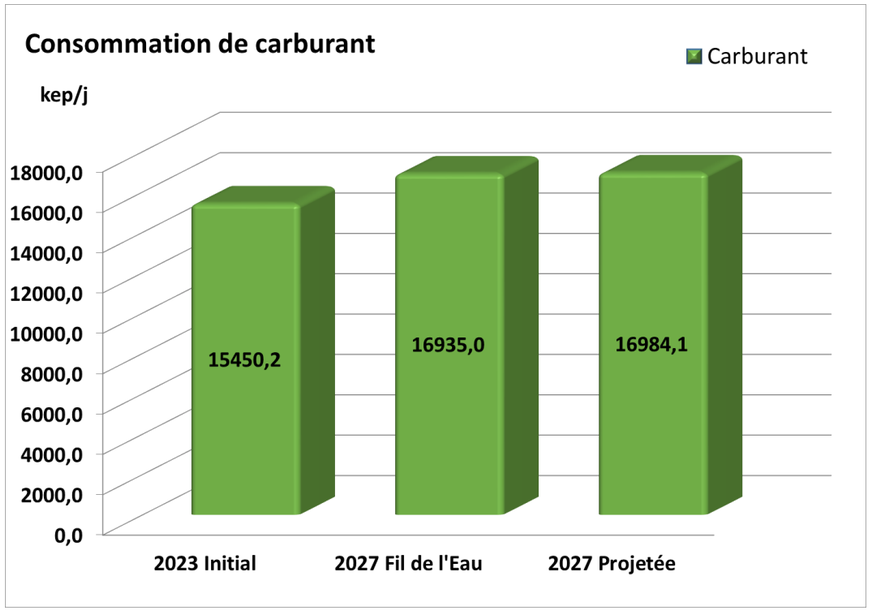


Figure 52 : Consommations de carburant sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

17.2.4. Émissions de polluants atmosphériques sur le réseau d'étude

Le tableau suivant présente les émissions sur le réseau d'étude, en moyenne journalière annuelle, sur la base du parc routier moyen français de l'UGE-IFSTTAR (version 2022), utilisant les projections de la Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC) pour le scénario Avec Mesures Existantes (AME).

Tableau 29 : Émissions de polluants en moyenne journalière annuelle sur le réseau d'étude pour les situations étudiées

POLLUANTS	Unité	2023 Situation actuelle	2027 Sans projet	2027 Avec projet
		Situation 0	Situation 1	Situation 2
Oxydes d'azote [éq. NO_2]	[g/j]	1,06E+05	8,47E+04	8,49E+04
Monoxyde d'azote	[g/j]	5,01E+04	3,98E+04	3,99E+04
Dioxyde d'azote	[g/j]	2,95E+04	2,37E+04	2,37E+04
Monoxyde de carbone	[g/j]	1,54E+05	1,24E+05	1,24E+05
Dioxyde de soufre	[g/j]	5,17E+02	5,87E+02	5,88E+02
Ammoniac	[g/j]	2,19E+03	2,09E+03	2,10E+03
Particules PM10	[g/j]	8,30E+03	8,00E+03	8,03E+03
Particules PM2,5	[g/j]	5,81E+03	5,23E+03	5,25E+03
Particules à l'échappement	[g/j]	2,53E+03	1,57E+03	1,57E+03
COVNM	[g/j]	4,14E+03	3,21E+03	3,22E+03
Acétaldéhyde	[g/j]	1,12E+02	8,83E+01	8,86E+01
Acroléine	[g/j]	5,01E+01	3,69E+01	3,71E+01
Benzène	[g/j]	1,48E+02	9,08E+01	9,10E+01
1,3-butadiène	[g/j]	5,44E+01	5,07E+01	5,09E+01
Éthylbenzène	[g/j]	4,95E+01	3,31E+01	3,31E+01
Formaldéhyde	[g/j]	2,08E+02	1,62E+02	1,62E+02
Propionaldéhyde	[g/j]	2,84E+01	2,33E+01	2,34E+01
Toluène	[g/j]	2,73E+02	1,81E+02	1,81E+02
Xylènes	[g/j]	2,06E+02	1,43E+02	1,44E+02
16 HAP	[g/j]	2,75E+01	2,76E+01	2,77E+01
16 HAP en BaP équivalent	[g/j]	5,05E-01	5,17E-01	5,18E-01
Acénaphtène	[g/j]	3,77E+00	3,52E+00	3,53E+00
Acénaphtylène	[g/j]	2,82E+00	2,64E+00	2,64E+00
Anthracène	[g/j]	6,62E-01	7,40E-01	7,42E-01
Benzo[a]anthracène	[g/j]	4,24E-01	4,24E-01	4,25E-01
Benzo[a]pyrène	[g/j]	2,43E-01	2,42E-01	2,43E-01
Benzo[b]fluoranthène	[g/j]	3,57E-01	3,77E-01	3,78E-01
Benzo[g,h,i]pérylène	[g/j]	5,08E-01	5,12E-01	5,14E-01
Benzo[k]fluoranthène	[g/j]	3,00E-01	3,21E-01	3,22E-01
Chrysène	[g/j]	8,74E-01	9,19E-01	9,22E-01
Dibenzo[a,h]anthracène	[g/j]	5,20E-02	5,12E-02	5,14E-02
Fluorène	[g/j]	6,91E-01	8,61E-01	8,65E-01
Fluoranthène	[g/j]	4,11E+00	4,15E+00	4,16E+00
Indéno[1,2,3-cd]pyrène	[g/j]	2,57E-01	2,64E-01	2,65E-01
Phénanthrène	[g/j]	8,45E+00	8,59E+00	8,61E+00
Pyrène	[g/j]	3,62E+00	3,64E+00	3,65E+00
Benzo(j)fluoranthène	[g/j]	3,27E-01	3,98E-01	4,00E-01
Naphtalène	[g/j]	2,00E+02	2,01E+02	2,01E+02
Somme des métaux	[g/j]	2,44E-01	2,68E-01	2,69E-01
Arsenic	[g/j]	2,38E-03	2,67E-03	2,67E-03
Cadmium	[g/j]	2,57E+00	2,85E+00	2,86E+00
Chrome	[g/j]	1,40E-03	1,58E-03	1,59E-03
Mercure	[g/j]	1,20E-01	1,31E-01	1,31E-01
Nickel	[g/j]	9,54E-02	1,05E-01	1,06E-01
Plomb	[g/j]	1,20E-02	1,38E-02	1,39E-02
Dioxines	[g/j]	1,43E-08	1,04E-08	1,04E-08
Furanes	[g/j]	2,12E-08	1,55E-08	1,55E-08

Sur le réseau d'étude, en moyenne journalière annuelle, il est possible de constater que les émissions de polluants (moyenne tous polluants confondus considérés dans l'étude – cf. listes précédentes) calculées à l'horizon futur 2027 (avec et sans projet) sont inférieures aux émissions moyennes en situation actuelle 2023 (cf. histogramme suivant).

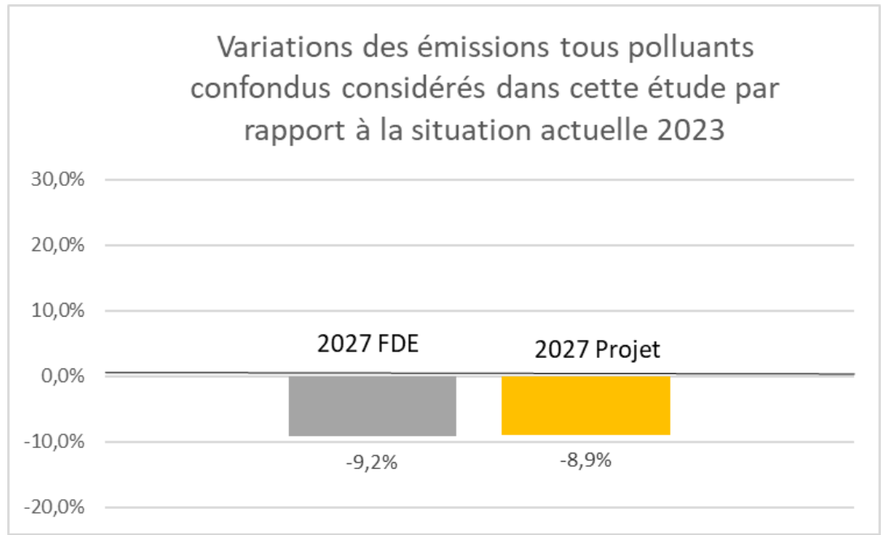


Figure 53 : Évolution moyenne des émissions de polluants (tous polluants confondus considérés) sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle comparativement à la situation actuelle

Tableau 30 : Évolution des émissions en moyenne journalière annuelle pour les principaux polluants sur le réseau d'étude - par polluant

Émissions moyennes Journalières Annuelles	NOx	PM10	PM2,5	Particules à l'échappement	CO	SO_2	HAP
Impact projet 2027 : Avec vs Sans projet	0,3 %	0,3 %	0,3 %	0,3 %	0,2 %	0,3 %	0,3 %
FDE 2027 vs Horizon actuel	-20,4 %	-3,5 %	-10,0 %	-38,0 %	-19,6 %	13,4 %	0,7 %
Projet 2027 vs Horizon actuel	-20,1 %	-3,2 %	-9,7 %	-37,8 %	-19,5 %	13,7 %	1,0 %
Émissions moyennes Journalières Annuelles	**COVNM**	**Benzène**	**NO_2**	**BaP**	**Arsenic**	**Nickel**	**HAP éq. BaP**
Impact projet 2027 : Avec vs Sans projet	0,3 %	0,2 %	0,2 %	0,3 %	0,3 %	0,3 %	0,3 %
FDE 2027 vs Horizon actuel	-22,4 %	-38,6 %	-19,6 %	-0,2 %	12,1 %	15,2 %	2,3 %
Projet 2027 vs Horizon actuel	-22,2 %	-38,5 %	-19,4 %	0,0 %	12,4 %	15,5 %	2,6 %

À l'horizon futur 2027, sur le réseau d'étude, **comparativement à la situation actuelle 2023**, il ressort que :
-Les émissions polluantes (situations Fil de l'Eau et Projet) diminuent pour les principaux polluants pris individuellement (sauf dioxyde de soufre, arsenic, nickel et HAP qui voient leurs émissions augmenter).
-Les polluants émis par la combustion tendent à diminuer de manière très importante (situations Fil de l'Eau et Projet) à l'exception du SO_2.
-Les imbrûlés (COVNM) évoluent également à la baisse, et ce, de manière significative.
-Les légères augmentations de trafic sur le réseau d'étude pour les situations Fil de l'Eau et Projet seront en grande partie compensée par la baisse des émissions unitaires, en raison du renouvellement du parc automobile. En effet, le remplacement des véhicules anciens par des véhicules plus récents et plus performants d'un point de vue environnemental grâce aux améliorations technologiques (par exemple, les systèmes d'épuration des gaz d'échappement), ainsi que la diminution de la part des motorisations essence et diesel dans la composition du parc, vont induire globalement une baisse des émissions des véhicules.
Quant aux polluants émis également par l'abrasion (usure des véhicules et des revêtements routiers), ces derniers voient leurs émissions diminuer de manière moins importante, voire augmenter (particules, métaux par exemple).

-La **réalisation du projet par rapport à la situation Fil de l'Eau** va entraîner une très légère augmentation des émissions de tous les principaux polluants (entre 0,2 % et 0,3 % en fonction du polluant considéré).
En moyenne sur l'ensemble des polluants considérés (cf. listes précédentes), l'évolution moyenne des émissions est de +0,3 % en situation projet comparativement à la situation Fil de l'eau.
Cela est à corréler avec l'augmentation des VK sur le réseau d'étude par rapport à la situation Fil de l'Eau, compte tenu de l'accroissement des déplacements induits par les activités liées au projet.

Les émissions des principaux polluants émis par le trafic en moyenne journalière annuelle sur le réseau d'étude sont représentées graphiquement ci-après.

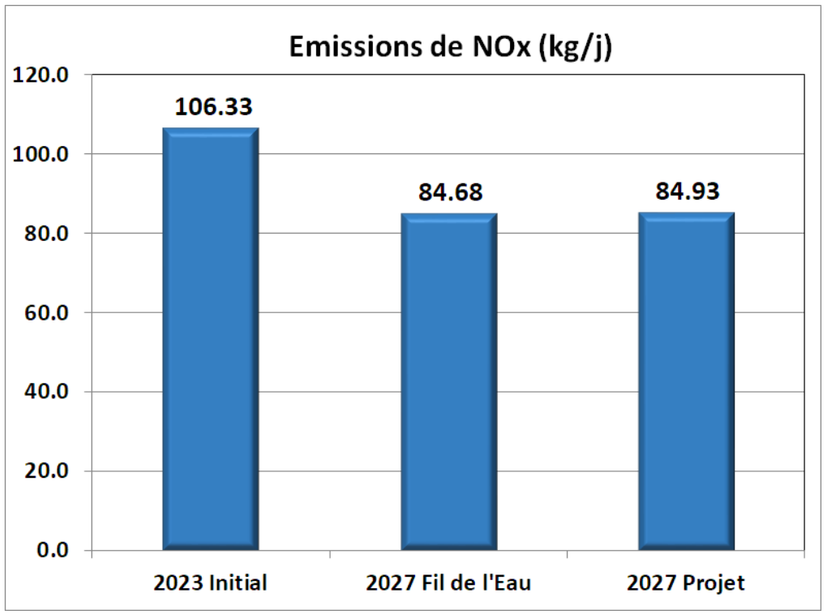


Figure 54 : Émissions d'oxydes d'azote (éq.NO_2) sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

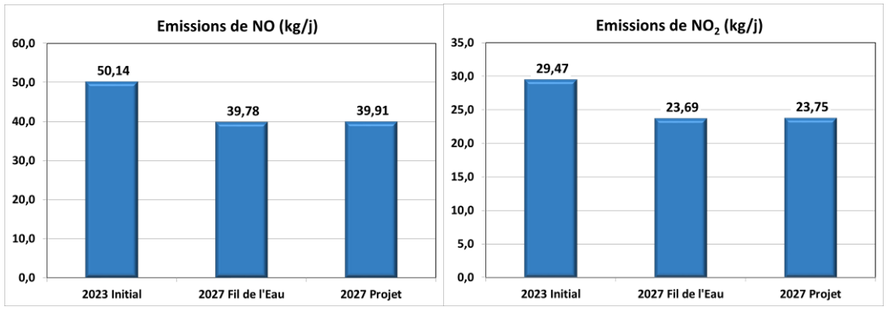


Figure 55 : Émissions de monoxyde d'azote et dioxyde d'azote sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

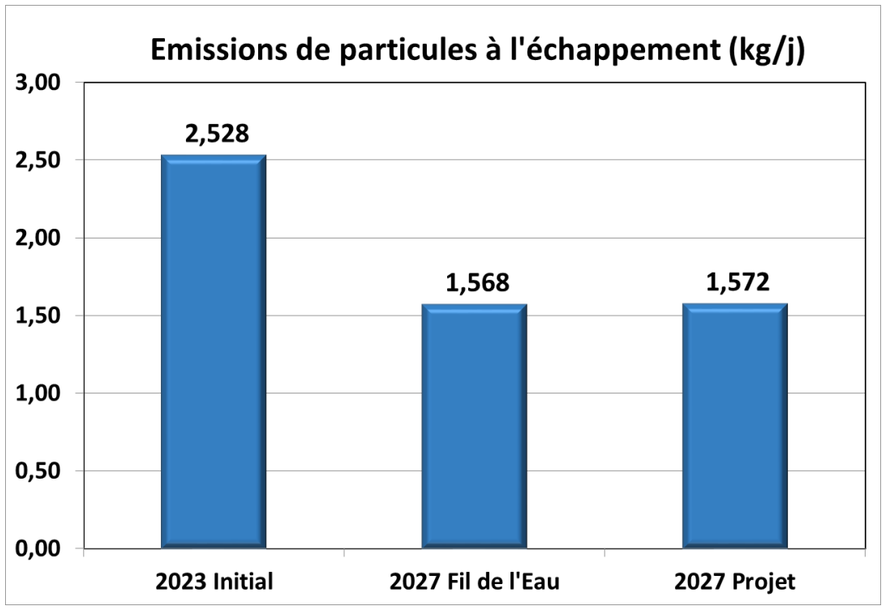


Figure 56 : Émissions de particules à l'échappement sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

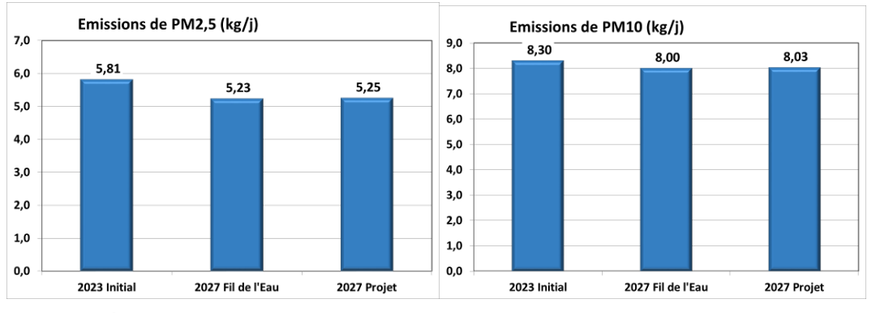


Figure 57 : Émissions de particules PM10 et PM2,5 sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

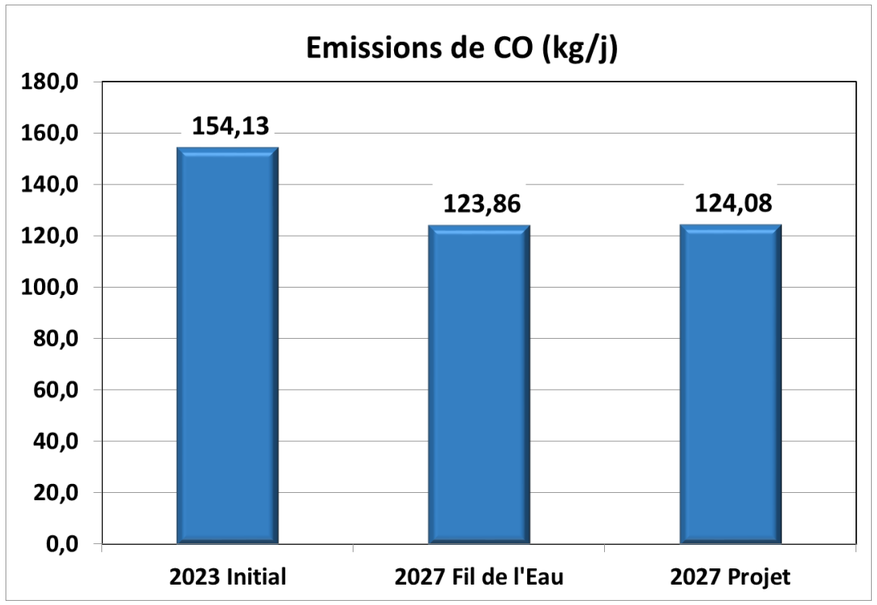


Figure 58 : Émissions de CO sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

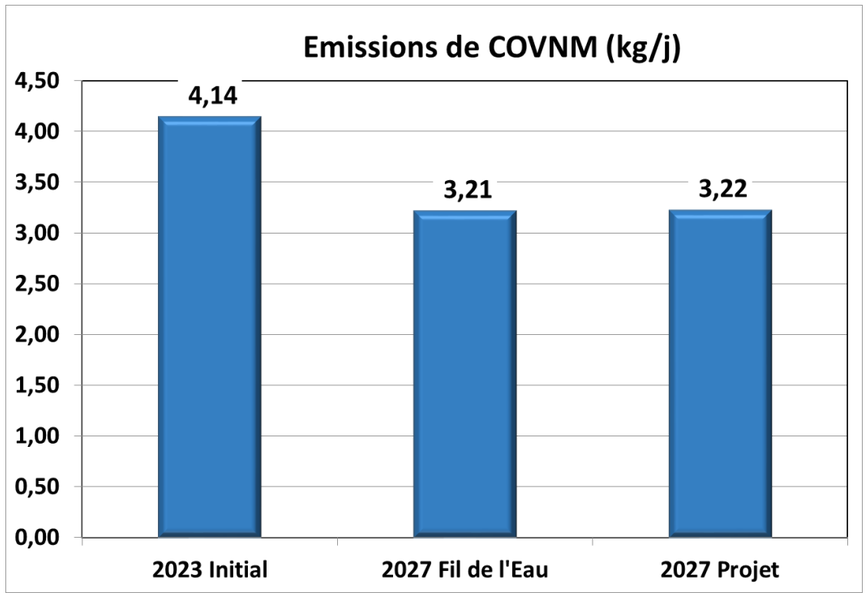


Figure 59 : Émissions de COVNM sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

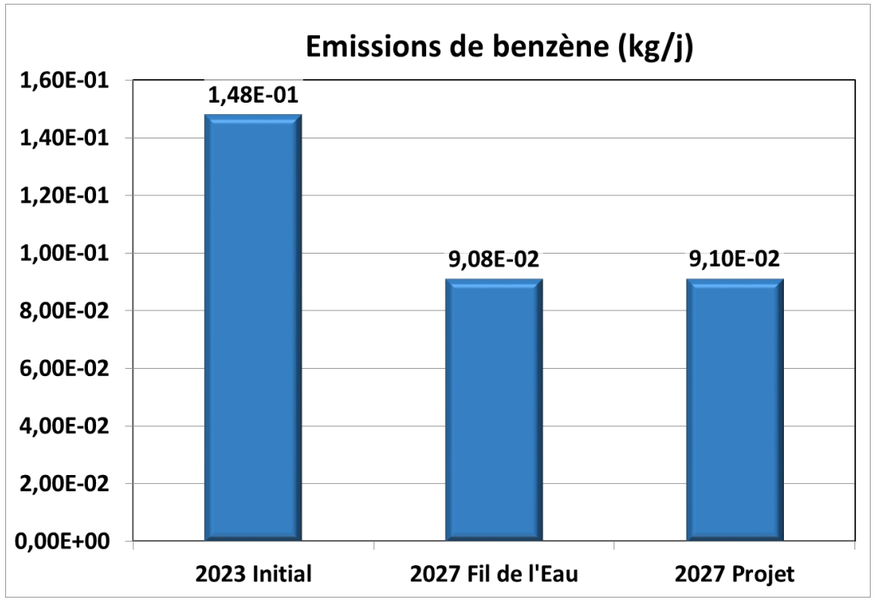


Figure 60 : Émissions de benzène sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

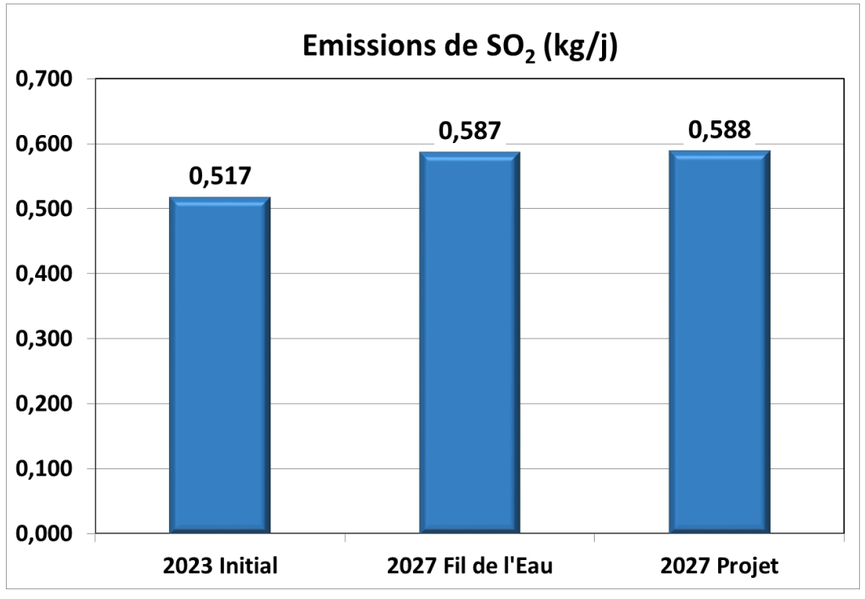


Figure 61 : Émissions de dioxyde de soufre sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

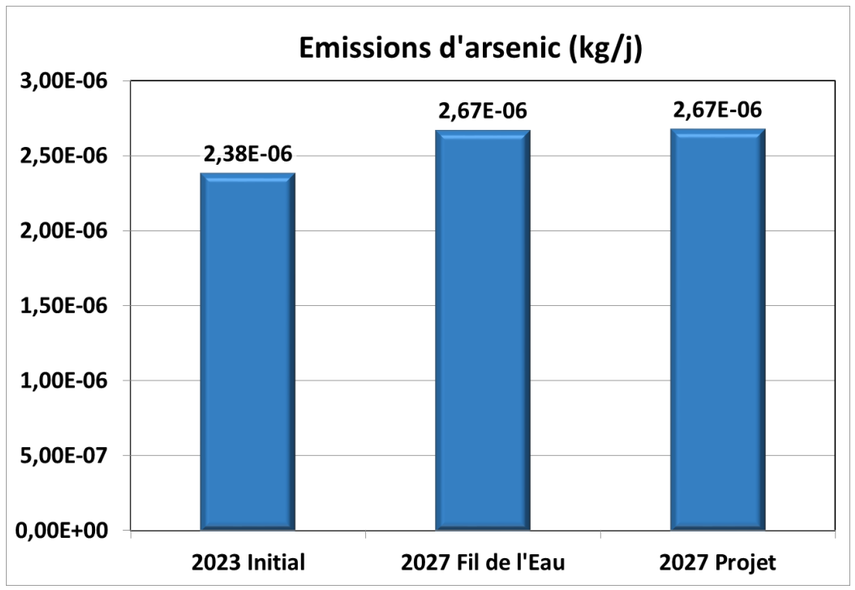


Figure 62 : Émissions d'arsenic sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

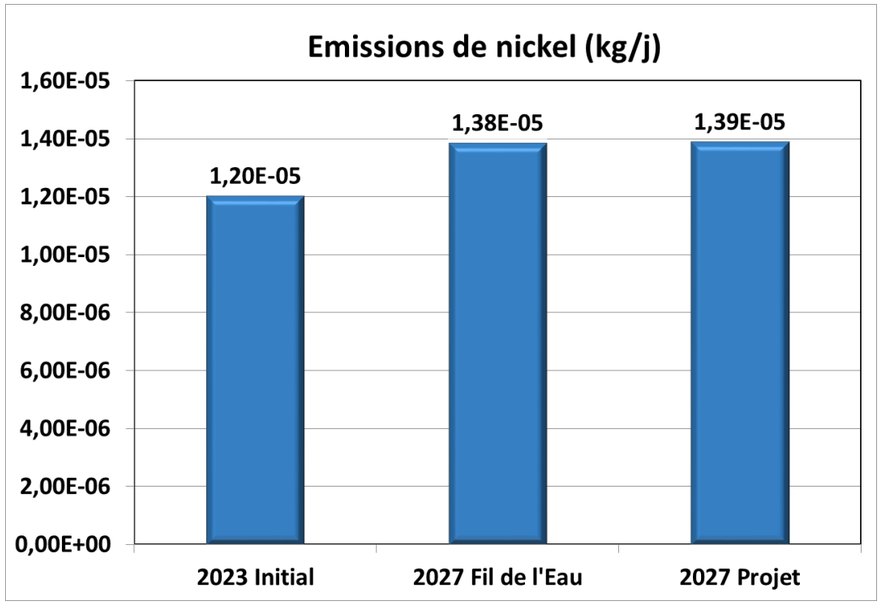


Figure 63 : Émissions de nickel sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

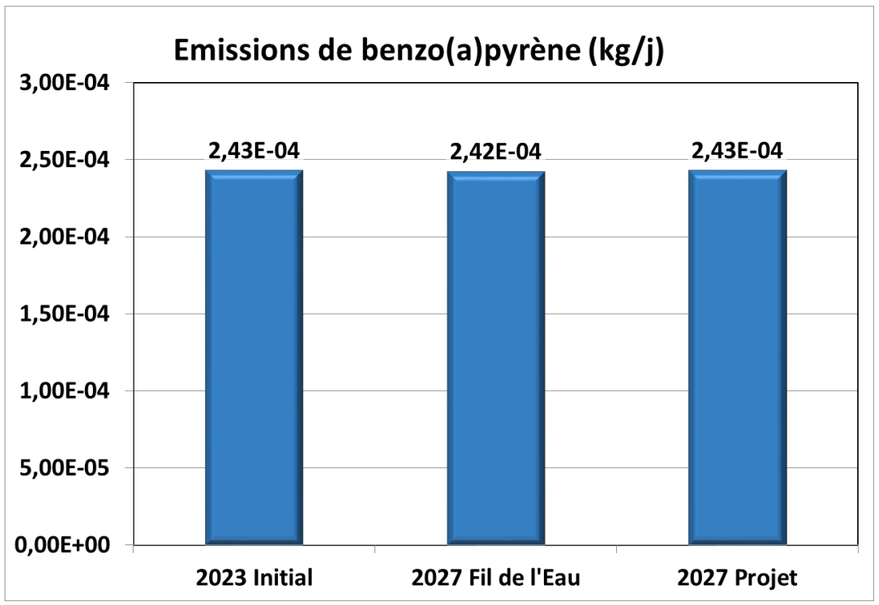


Figure 64 : Émissions de benzo(a)pyrène sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

17.2.5. Simulation numérique de la dispersion atmosphérique

L'objectif de la simulation numérique est d'estimer les concentrations en polluants, aux alentours des sources et au niveau des populations / lieux vulnérables.
Ici, le modèle de dispersion atmosphérique utilisé est le logiciel AERMOD (US EPA / United States Environmental Protection Agency).
Les calculs de dispersion se basent sur des taux d'émissions prévisionnels, des données météorologiques et la topographie.

Méthodologie

Le modèle AERMOD est présenté par l'AERMIC (American Meteorological Society/Environmental Protection Agency Regulatory Model Improvement Committee) comme l'état de l'art parmi les modèles de dispersion de l'US EPA (United States Environmental Protection Agency). Ce modèle a, par ailleurs, été imposé comme modèle de dispersion de l'air obligatoire aux États-Unis pour toutes les études réglementaires.
C'est un modèle de type gaussien de dernière génération qui est basé sur la structure turbulente de la couche limite planétaire et des concepts d'échelles, incluant les terrains plats et complexes. Il détermine la vitesse du vent et la classe de stabilité qui donnent lieu aux concentrations maximales.

Cet outil suppose qu'il n'y a ni déposition lors du transport, ni réaction des polluants.
Il permet de prédire des concentrations au sol de rejets gazeux non réactifs, ou de particules solides.
Par ailleurs, les avantages et les limites de ce type de logiciel sont connus et publiés.
AERMOD contient deux préprocesseurs pour la conversion préalable des données météorologiques et topographiques, ce sont Aermet et Aermap.
L'équation de base des modèles gaussiens permettant le calcul des concentrations s'écrit comme suit :

$$C(x,y,z) = \frac{Q_m}{2.\pi.u_{10}.\sigma_y(x).\sigma_z(x)}.\exp\left(-\frac{y^2}{2.\sigma_y^2(x)}\right).\left[\exp\left(-\frac{(z-h)^2}{2.\sigma_z^2(x)}\right)+\exp\left(-\frac{(z+h)^2}{2.\sigma_z^2(x)}\right)\right]$$

Avec	C	Concentration de polluants au point x,y,z (M/L^3)
	Q	Débit de la source de polluants en (M/T)
	U_{10}	Vitesse moyenne du vent mesurée à 10 m du sol (L/T)
	σy	Écart-type de la distribution horizontale de turbulence (L)
	σz	Écart-type de la distribution verticale de turbulence (L)
	h	Hauteur effective de la source de polluants (L)

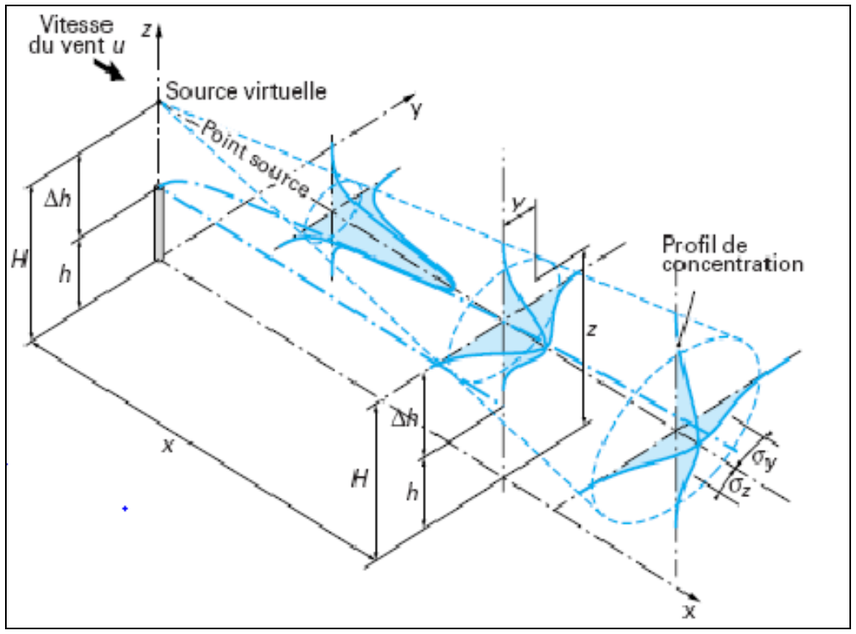


Figure 65: Modélisation gaussienne d'un panache

La dispersion atmosphérique des polluants étant directement influencée par les conditions météorologiques, les paramètres nécessaires aux simulations ont été recueillis à la station météorologique « Reims Prunay ».
Il s'agit des données horaires sur la durée de l'année 2018 complète, soit du 1er janvier au 31 décembre 2018. Cette durée permet d'obtenir une bonne représentativité statistique des situations météorologiques rencontrées sur une zone.
Par ailleurs, l'utilisation de données horaires permet d'assurer également une représentativité adéquate de l'évolution des paramètres.

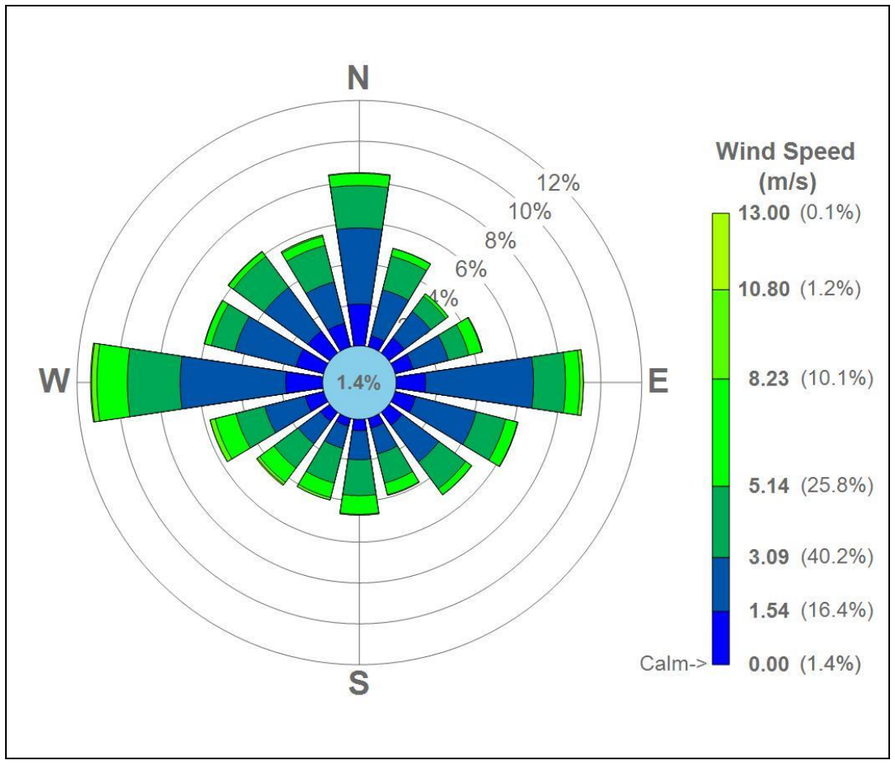


Figure 66: Rose des vents utilisée pour les simulations

La topographie du terrain est intégrée au modèle à l'aide du préprocesseur Aermap.
Les hauteurs de terrain des nœuds du réseau de récepteurs constituent les données d'entrée nécessaires. Les données topographiques ont été acquises auprès de l'IGN (résolution de 250 mètres jugée suffisante au regard de l'homogénéité du relief de la zone d'étude).
Le terrain considéré est un rectangle de 6 600 m par 4 600 m. Le terrain numérique obtenu est présenté immédiatement ci-après.

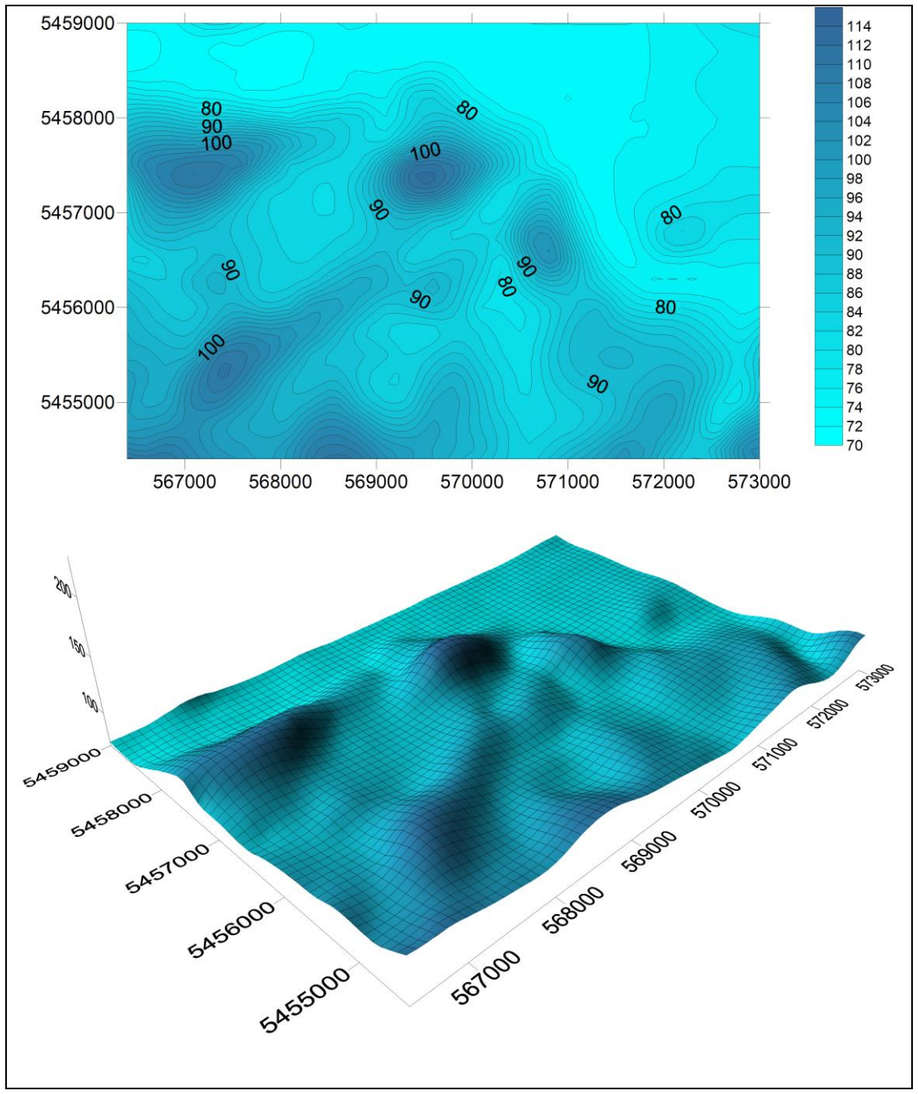
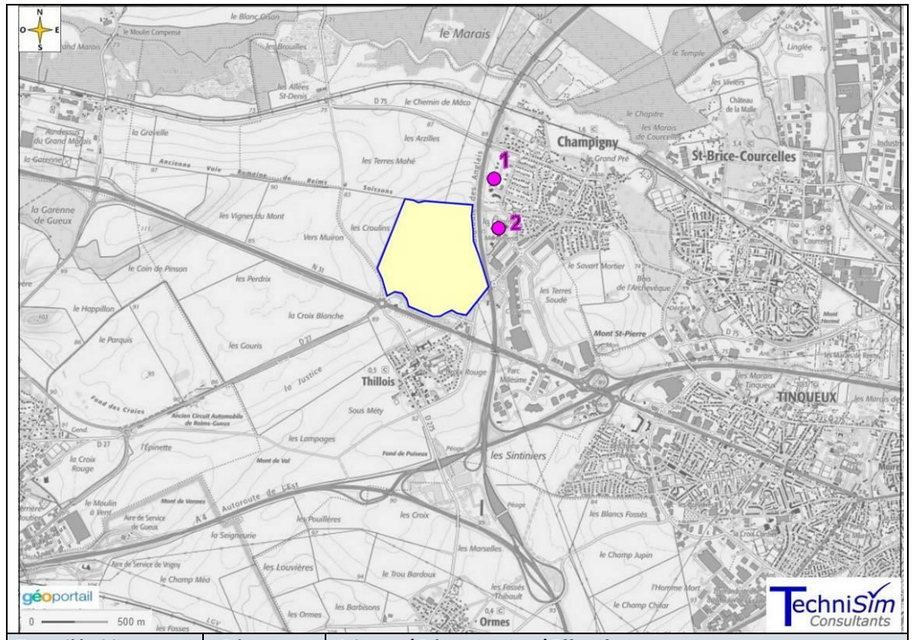


Figure 67: Terrain numérique utilisé dans les modélisations et grille de calcul

Les concentrations sont calculées en moyennes annuelles, journalières et horaires.
Elles sont relevées non seulement sur la grille de calcul mais aussi au niveau de récepteurs ponctuels (lieux vulnérables : crèches) ; et sur une grille restreinte correspondant à l'emprise projet.
Ces récepteurs sont repérés sur la planche suivante.



Type d'établissement	Récepteur	Adresse / Dénomination / Effectif
CRECHE	1	16 Rue du Vieux Four 51370 Champigny - Bulles de Crèche, 12 places
	2	Allée Jean-Marie Amelin 51370 Champigny - Multi-accueil Les Mini Pousses, 20 places
PROJET	Zone Projet	Bâtiments en projet (activités, stockage)

Figure 68: Emplacement des récepteurs ponctuels et zones sur la grille de calcul

Résultats des simulations

Les résultats que l'on retient sont les concentrations en µg/m^3 à hauteur d'Homme. Ils sont obtenus pour chaque scénario de modélisation retenu, et reportés dans les tableaux qui vont suivre. Sont présentées, les concentrations maximales calculées au niveau de chaque type de lieu vulnérable ; les concentrations maximales relevées sur la zone d'étude et sur l'emprise projet.

Nota Bene : Ces résultats considèrent uniquement l'effet des émissions du trafic routier sur les brins du réseau d'étude. Les autres sources d'émission ne sont pas prises en considération.

Concentrations maximales relevées sur la grille de calcul

Tableau 31 : Concentrations maximales relevées sur la grille de calcul

MAX Grille de calcul		Composés faisant l'objet d'une règlementation [µg/m³]		
COMPOSÉS	Pas de temps	2023 Horizon actuel	2027 Sans projet	2027 Avec projet
Dioxyde d'azote	*Année*	57,01	45,79	45,79
	Heure	75,58	60,58	60,58
Particules PM10	*Année*	14,03	12,54	12,54
	Jour	16,28	15,44	15,43
Particules PM2,5	*Année*	9,90	8,23	8,22
Dioxyde de soufre	*Année*	0,82	0,93	0,93
	Jour	1,07	1,21	1,20
	Heure	2,84	3,24	3,23
Monoxyde de carbone	*Heure*	1023,42	841,97	842,11
Benzène	*Année*	1,04E-01	6,36E-02	6,36E-02
Plomb	*Année*	2,00E-05	2,23E-05	2,23E-05
B[a]P	*Année*	4,09E-04	3,97E-04	3,97E-04
Arsenic	*Année*	3,88E-06	4,32E-06	4,32E-06
Cadmium	*Année*	2,26E-06	2,53E-06	2,52E-06
Nickel	*Année*	1,86E-05	2,14E-05	2,14E-05
MAX Grille de calcul		**Composés ne *faisant pas l'objet* d'une réglementation [µg/m³]**		
COMPOSÉS	**Pas de temps**	**2023 Horizon actuel**	**2027 Sans projet**	**2027 Avec projet**
Ammoniac	*Année*	6,19	7,22	7,22
PM à l'échappement	*Année*	4,50	2,59	2,59
COVNM	*Année*	4,30	3,19	3,19
Acétaldéhyde	*Année*	1,63E-01	1,22E-01	1,22E-01
Acroléine	*Année*	7,31E-02	5,36E-02	5,37E-02
1,3-butadiène	*Année*	7,31E-02	6,45E-02	6,46E-02
Éthylbenzène	*Année*	3,21E-02	2,31E-02	2,31E-02
Formaldéhyde	*Année*	3,03E-01	2,24E-01	2,24E-01
Toluène	*Année*	1,58E-01	1,13E-01	1,13E-01
Xylènes	*Année*	1,38E-01	1,03E-01	1,03E-01
16 HAP*	*Année*	4,89E-02	4,79E-02	4,79E-02
16 HAP* en B(a)P équivalent	*Année*	9,21E-04	9,10E-04	9,10E-04
Naphtalène	*Année*	3,16E-01	3,15E-01	3,14E-01
Chrome	*Année*	2,35E-04	2,40E-04	2,40E-04
Mercure	*Année*	1,69E-04	1,78E-04	1,78E-04
Dioxines	*Année*	2,40E-11	1,67E-11	1,67E-11
Furanes	*Année*	3,54E-11	2,48E-11	2,47E-11
PM2,5	*Jour*	11,71	10,06	10,06
NOx (éq. NO_2)	*Année*	206,16	152,88	152,89
Propionaldéhyde	*Année*	4,22E-02	3,32E-02	3,32E-02

* Dont le BaP

Concentrations maximales relevées au niveau des lieux vulnérables les plus exposés

Tableau 32 : Concentrations maximales au niveau de la crèche la plus exposée

Crèche la plus exposée		Composés faisant l'objet d'une règlementation [µg/m³]		
COMPOSÉS	Pas de temps	2023 Horizon actuel	2027 Sans projet	2027 Avec projet
Dioxyde d'azote	*Année*	2,96E+00	2,37E+00	2,37E+00
	Heure	5,01E+00	4,01E+00	4,01E+00
Particules PM10	*Année*	7,63E-01	6,89E-01	6,89E-01
	Jour	1,29E+00	1,16E+00	1,16E+00
Particules PM2,5	*Année*	5,35E-01	4,49E-01	4,49E-01
Dioxyde de soufre	*Année*	4,06E-02	4,44E-02	4,44E-02
	Jour	6,83E-02	7,45E-02	7,45E-02
	Heure	2,13E-01	2,35E-01	2,35E-01
Monoxyde de carbone	*Heure*	6,37E+01	5,10E+01	5,10E+01
Benzène	*Année*	3,73E-03	2,31E-03	2,31E-03
Plomb	*Année*	1,05E-06	1,12E-06	1,12E-06
B[a]P	*Année*	2,15E-05	2,09E-05	2,09E-05
Arsenic	*Année*	2,04E-07	2,19E-07	2,19E-07
Cadmium	*Année*	1,15E-07	1,24E-07	1,24E-07
Nickel	*Année*	8,29E-07	9,34E-07	9,34E-07
Crèche la plus exposée		**Composés ne *faisant pas l'objet* d'une réglementation [µg/m³]**		
COMPOSÉS	**Pas de temps**	**2023 Horizon actuel**	**2027 Sans projet**	**2027 Avec projet**
Ammoniac	*Année*	3,20E-01	3,72E-01	3,72E-01
PM à l'échappement	*Année*	2,35E-01	1,32E-01	1,32E-01
COVNM	*Année*	1,97E-01	1,54E-01	1,54E-01
Acétaldéhyde	*Année*	8,26E-03	6,21E-03	6,21E-03
Acroléine	*Année*	3,77E-03	2,68E-03	2,68E-03
1,3-butadiène	*Année*	4,01E-03	3,55E-03	3,56E-03
Éthylbenzène	*Année*	1,15E-03	8,25E-04	8,25E-04
Formaldéhyde	*Année*	1,52E-02	1,14E-02	1,14E-02
Toluène	*Année*	5,73E-03	4,01E-03	4,01E-03
Xylènes	*Année*	5,57E-03	4,25E-03	4,26E-03
16 HAP*	*Année*	2,59E-03	2,55E-03	2,55E-03
16 HAP* en B(a)P équivalent	*Année*	4,90E-05	4,86E-05	4,86E-05
Naphtalène	*Année*	1,59E-02	1,55E-02	1,55E-02
Chrome	*Année*	1,26E-05	1,30E-05	1,30E-05
Mercure	*Année*	9,06E-06	9,51E-06	9,51E-06
Dioxines	*Année*	1,26E-12	8,64E-13	8,64E-13
Furanes	*Année*	1,86E-12	1,28E-12	1,28E-12
PM2,5	*Jour*	9,03E-01	7,57E-01	7,57E-01
NOx (éq. NO_2)	*Année*	1,09E+01	8,09E+00	8,09E+00
Propionaldéhyde	*Année*	2,26E-03	1,71E-03	1,71E-03

* Dont le BaP

Concentrations maximales relevées sur l'emprise projet

Tableau 33 : Concentrations maximales sur l'emprise projet

Max Projet		Composés faisant l'objet d'une règlementation [µg/m³]		
COMPOSÉS	Pas de temps	2023 Horizon actuel	2027 Sans projet	2027 Avec projet
Dioxyde d'azote	*Année*	13,01	10,43	10,48
	Heure	22,57	18,08	18,07
Particules PM10	*Année*	3,32	2,98	3,01
	Jour	5,72	5,12	5,11
Particules PM2,5	*Année*	2,33	1,95	1,96
Dioxyde de soufre	*Année*	0,18	0,19	0,20
	Jour	0,31	0,33	0,33
	Heure	0,81	0,89	0,89
Monoxyde de carbone	*Heure*	288,43	234,34	234,14
Benzène	*Année*	1,95E-02	1,23E-02	1,23E-02
Plomb	*Année*	4,59E-06	4,92E-06	4,96E-06
B[a]P	*Année*	9,45E-05	9,19E-05	9,24E-05
Arsenic	*Année*	8,96E-07	9,59E-07	9,65E-07
Cadmium	*Année*	5,03E-07	5,44E-07	5,48E-07
Nickel	*Année*	3,66E-06	4,13E-06	4,15E-06
Max Projet		Composés ne *faisant pas l'objet* d'une réglementation [µg/m³]		
COMPOSÉS	Pas de temps	2023 Horizon actuel	2027 Sans projet	2027 Avec projet
Ammoniac	*Année*	1,39	1,62	1,62
PM à l'échappement	*Année*	1,03	0,58	0,58
COVNM	*Année*	0,88	0,68	0,69
Acétaldéhyde	*Année*	3,58E-02	2,67E-02	2,70E-02
Acroléine	*Année*	1,64E-02	1,15E-02	1,16E-02
1,3-butadiène	*Année*	1,74E-02	1,52E-02	1,54E-02
Éthylbenzène	*Année*	6,52E-03	4,49E-03	4,50E-03
Formaldéhyde	*Année*	6,62E-02	4,90E-02	4,97E-02
Toluène	*Année*	3,59E-02	2,45E-02	2,45E-02
Xylènes	*Année*	2,74E-02	1,99E-02	2,02E-02
16 HAP*	*Année*	1,14E-02	1,12E-02	1,12E-02
16 HAP* en B(a)P équivalent	*Année*	2,14E-04	2,12E-04	2,13E-04
Naphtalène	*Année*	7,04E-02	6,86E-02	6,89E-02
Chrome	*Année*	5,50E-05	5,66E-05	5,69E-05
Mercure	*Année*	3,96E-05	4,15E-05	4,17E-05
Dioxines	*Année*	5,54E-12	3,80E-12	3,82E-12
Furanes	*Année*	8,18E-12	5,61E-12	5,64E-12
PM2,5	*Jour*	4,02	3,34	3,34
NOx (éq. NO_2)	*Année*	47,68	35,33	35,55
Propionaldéhyde	*Année*	9,76E-03	7,33E-03	7,43E-03

* Dont le BaP

Résultats détaillés des substances réglementées au niveau des récepteurs et des parcelles du projet

Les critères nationaux de qualité de l'air sont définis dans le Code de l'environnement (articles R221-1 à R221-3).

Les normes à respecter en matière de qualité de l'air sont définies dans le décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010 qui transpose la directive 2008/50/CE du Parlement européen et du Conseil du 21 mai 2008 :

- **Objectif de qualité :** niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère à atteindre à long terme, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble ;
- **Seuil d'information et de recommandations :** niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine des groupes particulièrement sensibles de la population rendant nécessaires des informations immédiates et adéquates ;
- **Seuil d'alerte :** niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine ou de dégradation de l'environnement justifiant l'intervention de mesures d'urgence ;
- **Valeur cible :** niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets sur la santé humaine ou sur l'environnement dans son ensemble, à atteindre, dans la mesure du possible dans un délai donné ;
- **Valeur limite :** seuil maximal de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère, fixé sur la base des connaissances scientifiques, dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de ces substances pour la santé humaine ou pour l'environnement ;
- **Niveau critique :** niveau fixé sur la base des connaissances scientifiques, au-delà duquel des effets nocifs directs peuvent se produire sur certains récepteurs, tels que les arbres, les autres plantes ou écosystèmes naturels, à l'exclusion des êtres humains.

La liste des substances faisant l'objet d'une réglementation est la suivante :

- Le dioxyde d'azote ;
- Les particules PM10 ;
- Les particules PM2,5 ;
- Le benzène ;
- Le dioxyde de soufre ;
- Le plomb ;
- Le monoxyde de carbone ;
- Le benzo[a]pyrène ;
- L'arsenic, le cadmium, le nickel ;
- L'ozone.

Précision : Les NOx ne sont pas à proprement parler règlementés, seul un niveau critique pour la protection de la végétation est émis.

L'ozone est un polluant produit dans l'atmosphère sous l'effet du rayonnement solaire par des réactions entre les oxydes d'azote et les composés organiques volatils émis notamment par les activités humaines.
La modélisation et la prévision des pollutions à l'ozone sont complexes. En effet, la formation de l'ozone est fonction du rayonnement solaire et de la présence de ses précurseurs. Par conséquent, le polluant ozone ne sera pas considéré.
Parmi ces composés, ceux rejetés en quantité par le trafic routier (« traceurs ») sont le dioxyde d'azote, les particules PM10 et PM2,5.

L'analyse des impacts du projet sur la qualité de l'air se portera essentiellement sur les polluants précités.
L'objectif étant de qualifier les impacts sur la qualité de l'air.

Dioxyde d'azote [NO_2]

En considérant les émissions provenant des voies de circulation du réseau d'étude ainsi que celles des autoroutes, les concentrations en NO_2 calculées en moyenne annuelle sont toutes très inférieures aux normes réglementaires au niveau des **lieux vulnérables** et de **l'emprise projet**, à tous les horizons (2023 et 2027) et pour toutes les situations (actuelle, future avec ou sans projet).
La concentration maximale calculée en moyenne annuelle sur la zone d'étude est supérieure au seuil réglementaire annuel pour tous les horizons et situations étudiés. Les concentrations en NO_2 les plus élevées sont bien logiquement retrouvées au niveau des autoroutes environnantes.

En moyenne annuelle, les teneurs maximales sur la grille de calcul sans projet et avec projet à l'horizon futur, sont inférieures à celle en situation actuelle **(**environ **-19,7 %** à l'horizon **2027 sans projet, -19,7 %** à l'horizon **2027 avec projet)** compte tenu des évolutions du parc roulant vers des véhicules plus propres, compensant les augmentations de trafic pour l'horizon 2027.
La réalisation du projet, par rapport au scénario Fil de l'Eau, induit une augmentation de la concentration maximale en NO_2 calculée sur la zone d'étude inférieure à 1 % en 2027 (soit +0,001 µgNO_2/m^3 sur la moyenne annuelle) en lien avec la très légère augmentation de trafic.
Au niveau des lieux vulnérables d'ores et déjà existants en l'état actuel (crèches), par rapport au scénario Fil de l'Eau 2027, le projet induit une augmentation négligeable des concentrations en NO_2 (différence maximale de +0,0004 µgNO_2/m^3 pour la crèche n°2).
Sur l'emprise projet, la réalisation de l'aménagement induit par rapport au scénario Fil de l'Eau une légère augmentation de la teneur maximale en NO_2 de 0,1 µgNO_2/m^3 en 2027.
En se référant à la valeur limite de 40 µg/m^3 et aux valeurs absolues des concentrations en NO_2 modélisées aux horizons futur 2027, avec et sans projet, il est possible de qualifier les augmentations de concentrations, liées à la réalisation du projet, de non significatives, au regard de la valeur seuil réglementaire, pour les lieux vulnérables, l'emprise projet, et plus généralement sur l'ensemble de la zone d'étude.

D'après les cartes de différence des concentrations modélisées entre situation 'Projet' et 'Fil de l'Eau', il est possible de constater que, malgré l'accroissement de trafic entraîné par le projet, les hausses des concentrations en dioxyde d'azote dans l'air ambiant sont très faibles : augmentation maximale de 1,6 µg/m^3 au niveau de la nouvelle voie créée pour l'accès au projet.

Les valeurs réglementaires relatives au dioxyde d'azote, ainsi que les résultats des modélisations sont disponibles dans les tableaux suivants.

Tableau 34 : Résultats des modélisations pour le dioxyde d'azote – moyenne annuelle

NO_2 (µg/m^3) Moyenne annuelle	Valeur limite		40 µg/m^3
	Recommandation annuelle de l'OMS		10 µg/m^3
	2023 Horizon actuel	2027 Sans projet	2027 Avec projet
ZONE ETUDE - MAX	57,0	45,8	45,8
HABITATIONS ZONE D'ETUDE - MAX	8,7	7,0	7,0
CRECHE LA PLUS EXPOSEE	3,0	2,4	2,4
Max Zone Projet	13,0	10,4	10,5
Nota Bene	*Ces résultats considèrent uniquement l'effet des émissions des brins routiers dont les trafics ont été fournis ainsi que le trafic autoroutier.*		

Tableau 35 : Résultats des modélisations pour le dioxyde d'azote – maximum horaire

NO_2 (µg/m^3) Maximum horaire	Valeur limite		200 µg/m^3 à ne pas dépasser plus de 18 heures par an
	2023 Horizon actuel	2027 Sans projet	2027 Avec projet
ZONE ETUDE - MAX	189,9	152,2	152,2
HABITATIONS HORS PROJET - MAX	31,5	25,6	25,6
CRECHE LA PLUS EXPOSEE	15,2	12,1	12,1
Max Zone Projet	59,5	47,6	47,6
Nota Bene	*Ces résultats considèrent uniquement l'effet des émissions des brins routiers dont les trafics ont été fournis ainsi que le trafic autoroutier.*		

Les cartographies suivantes présentent les isocontours des concentrations annuelles en NO_2 – aux différents horizons et situations étudiés.

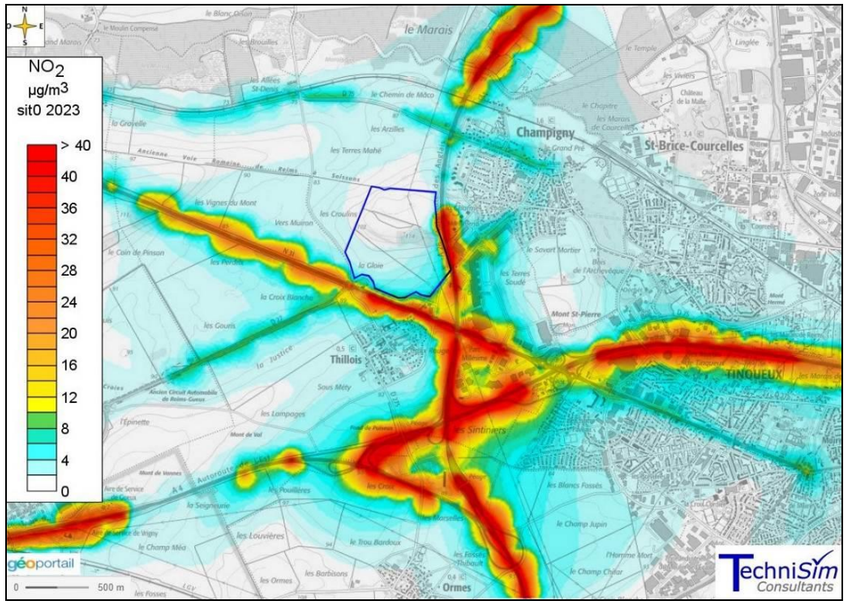


Figure 69 : Concentrations en NO_2 – Moyenne annuelle – Situation N°0 – Horizon actuel – 2023

Figure 70 : Concentrations en NO_2 – Moyenne annuelle – Situation N°1 – 2027 – Sans projet

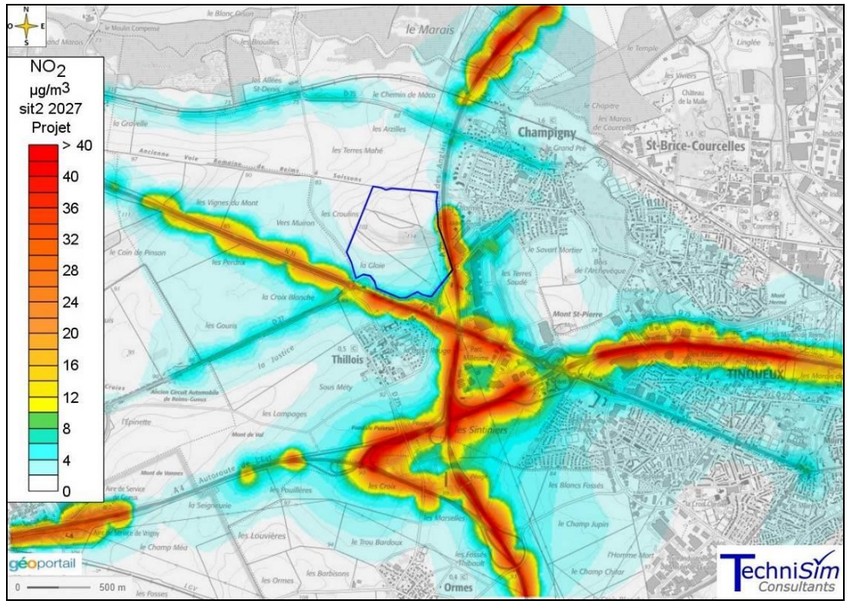


Figure 71 : Concentrations en NO_2 – Moyenne annuelle – Situation N°2 – 2027 – Avec projet

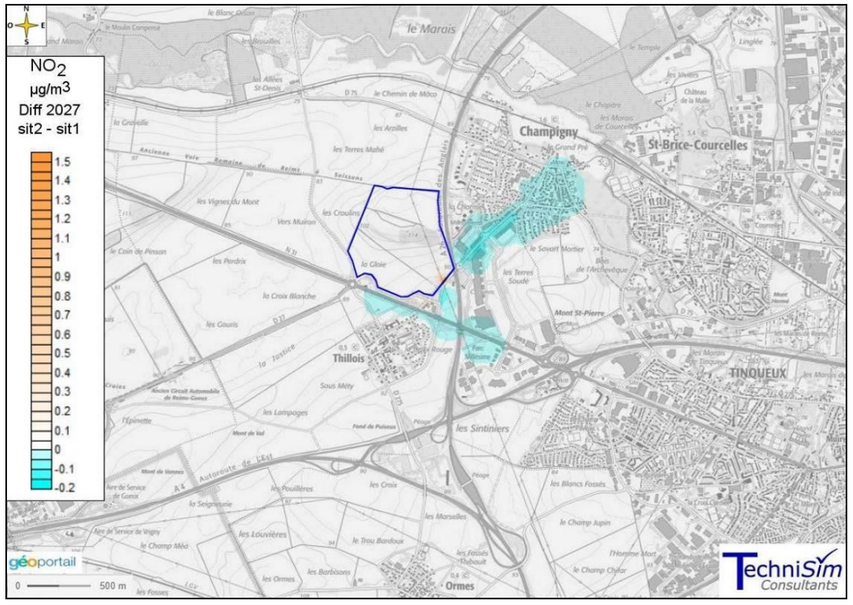


Figure 72 : Différence de concentration en dioxyde d'azote entre la situation projet et fil de l'eau à l'horizon futur 2027 (Situation 2-situation 1)

La figure suivante présente le détail, pour chacun des lieux vulnérables, de la variation de concentration en NO_2 (µg/m^3) induite par la réalisation du projet comparativement au scénario fil de l'eau, à l'horizon futur 2027.

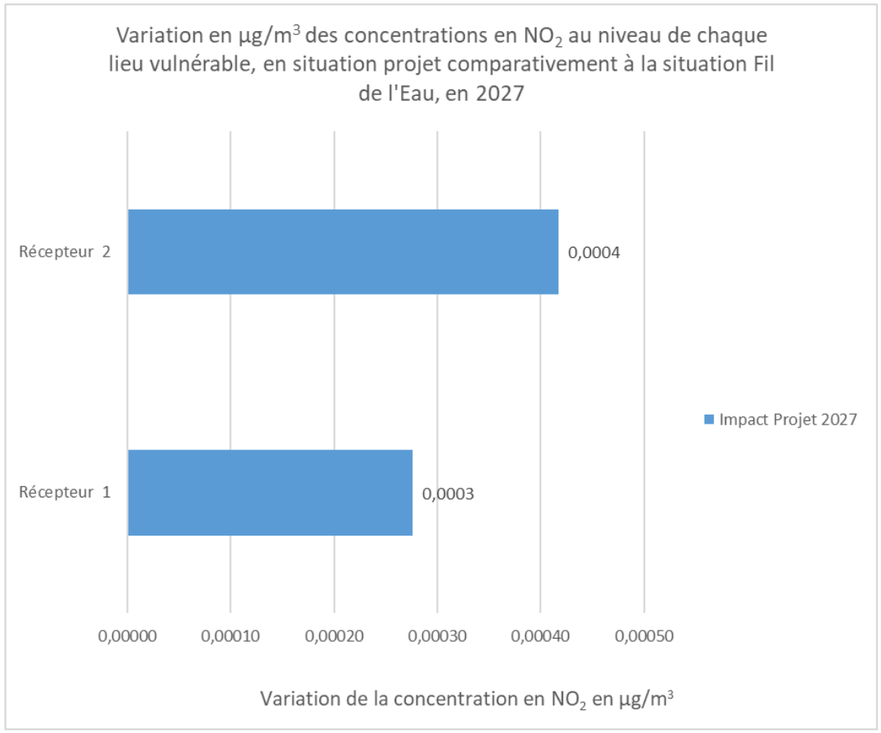


Figure 73 : Variation en µg/m^3 de la concentration en NO_2 (moyenne annuelle) induite par le projet comparativement à la situation fil de l'eau au niveau de chacun des lieux vulnérables existants, en 2027

Particules PM10 et PM2,5

En considérant les émissions provenant des voies de circulation du réseau d'étude ainsi que celles des autoroutes, les concentrations en PM10 et PM2,5 calculées en moyennes annuelles sont toutes très inférieures aux normes réglementaires au niveau des **lieux vulnérables** et de **l'emprise projet**, à l'horizon 2027 que ce soit 'avec' ou 'sans' projet, ainsi qu'en situation 'actuelle' 2023.
Les concentrations maximales calculées en moyenne annuelle sur la zone d'étude sont également inférieures au seuil réglementaire annuel pour tous les horizons et situations étudiés. Il en va de même pour les concentrations en moyenne journalière au regard de la valeur seuil journalière.
Les concentrations en PM10 et PM2,5 les plus élevées sont bien logiquement retrouvées au niveau des autoroutes environnantes.

En moyenne annuelle, les teneurs maximales sur la grille de calcul sans projet ou avec projet à l'horizon futur 2027, sont inférieures à celles en situation actuelle compte tenu des évolutions du parc roulant vers des véhicules plus propres, compensant les augmentations de trafic :
***PM10 : environ -10,6 % en 2027 sans projet, -10,6 % en 2027 avec projet.**
***PM2,5 : environ -16,9 % en 2027 sans projet, -16,9 % en 2027 avec projet.**

La réalisation du projet, par rapport au scénario Fil de l'Eau à l'horizon 2027, induit une évolution des concentrations maximales calculées sur la zone d'étude en lien avec la légère augmentation de trafic entraînée par la réalisation du projet :
*PM10 : < 1 %, soit +0,001 µgPM10/m^3 sur la moyenne annuelle.
*PM2,5 : -0,1 %, soit -0,1 µgPM2,5/m^3 sur la moyenne annuelle.
Au niveau des lieux vulnérables existants en l'état actuel (crèches), par rapport à la situation Fil de l'Eau, le projet induit une augmentation négligeable des concentrations en particules (différence maximale de +0,0002 µgPM10/m^3 et de +0,0001 µgPM2,5/m^3 pour la crèche n°2).
Sur l'emprise projet, la réalisation de l'aménagement induit par rapport au scénario Fil de l'Eau 2027 une augmentation des teneurs maximales en particules de +0,003 µgPM10/m^3 et de +0,1 µgPM2,5/m^3.
En se référant aux valeurs limites annuelles réglementaires (40 µgPM10/m^3 et 25 µgPM2,5/m^3) et aux valeurs absolues des concentrations modélisées en particules, à l'horizon futur 2027, avec et sans projet, il est possible de qualifier les augmentations de concentration, liées à la réalisation du projet, de non significatives au regard des valeurs seuil réglementaires, au niveau des lieux vulnérables, de l'emprise projet, et plus généralement sur l'ensemble de la zone d'étude.
Il en va de même pour les PM10 en moyenne journalière [valeur limite de 50 µgPM10/m^3 en journalier].

D'après les cartes de différence des concentrations modélisées entre situation 'Projet' et 'Fil de l'Eau', il est possible de constater que les hausses des concentrations en particules dans l'air ambiant sont très faibles et principalement localisées sur la voie nouvelle créée pour l'accès au projet (augmentation maximale d'environ 0,9 µgPM10/m^3 et de 0,57 µgPM2,5/m^3).

Les tableaux suivants regroupent les valeurs réglementaires concernant les particules PM10, ainsi que les résultats des modélisations.

Tableau 36 : Résultats des modélisations pour les particules PM10 – moyenne annuelle

PM10 (µg/m³) Moyenne annuelle	Valeur limite		40 µg/m³
	Recommandation annuelle de l'OMS		15 µg/m³
	2023 Horizon actuel	2027 Sans projet	2027 Avec projet
ZONE ETUDE - MAX	14,0	12,5	12,5
HABITATIONS ZONE D'ETUDE - MAX	2,1	2,0	2,0
CRECHE LA PLUS EXPOSEE	0,76	0,69	0,69
Max Zone Projet	3,3	2,98	3,01
Nota Bene	*Ces résultats considèrent uniquement l'effet des émissions des brins routiers dont les trafics ont été fournis ainsi que le trafic autoroutier.*		

Tableau 37 : Résultats des modélisations pour les particules PM10 – maximum journalier

PM10 (µg/m³) Maximum journalier	Valeur limite	50 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 35 jours par an	
	2023 Horizon actuel	2027 Sans projet	2027 Avec projet
ZONE ETUDE - MAX	16,3	15,4	15,4
HABITATIONS ZONE D'ETUDE - MAX	3,3	3,1	3,1
CRECHE LA PLUS EXPOSEE	1,3	1,2	1,2
Max Zone Projet	5,7	5,1	5,1
Nota Bene	*Ces résultats considèrent uniquement l'effet des émissions des brins routiers dont les trafics ont été fournis ainsi que le trafic autoroutier.*		

Les cartographies suivantes présentent les isocontours des concentrations annuelles en PM10 – aux différents horizons et situations étudiés.

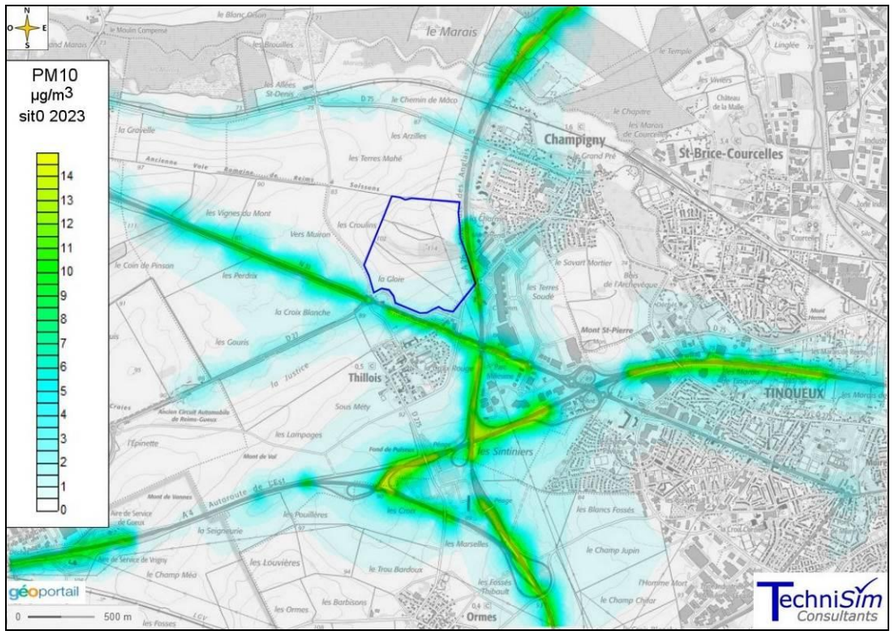


Figure 74 : Concentrations en PM10 – Moyenne annuelle – Situation N°0 - Horizon actuel – 2023

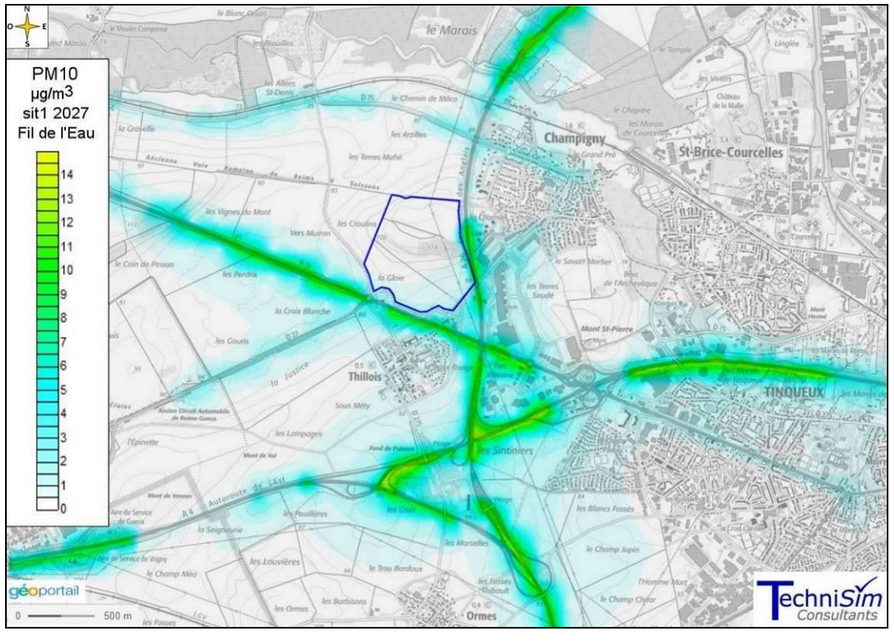


Figure 75 : Concentrations en PM10 – Moyenne annuelle – Situation N°1 – 2027 – Sans projet

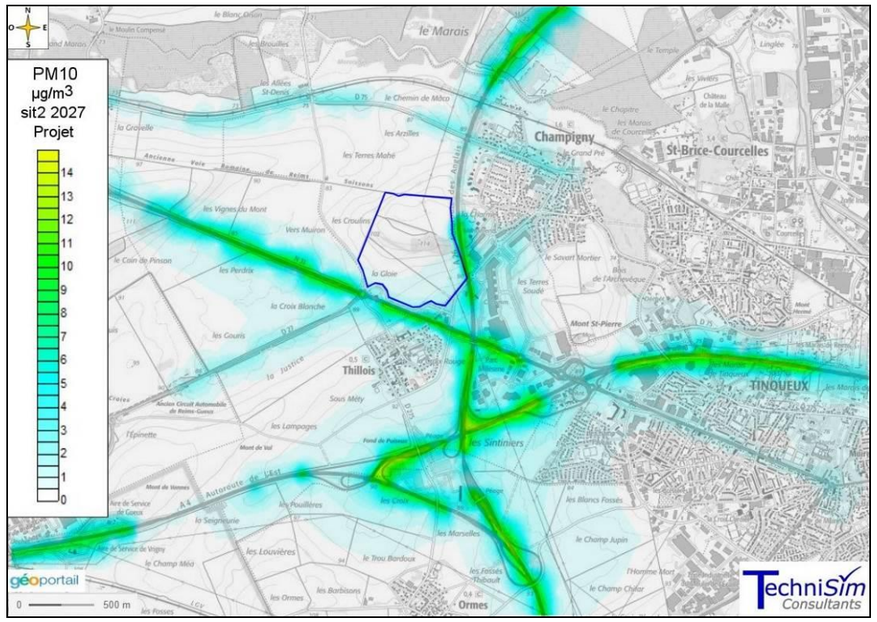


Figure 76 : Concentrations en PM10 – Moyenne annuelle – Situation N°2 – 2027 – Avec projet

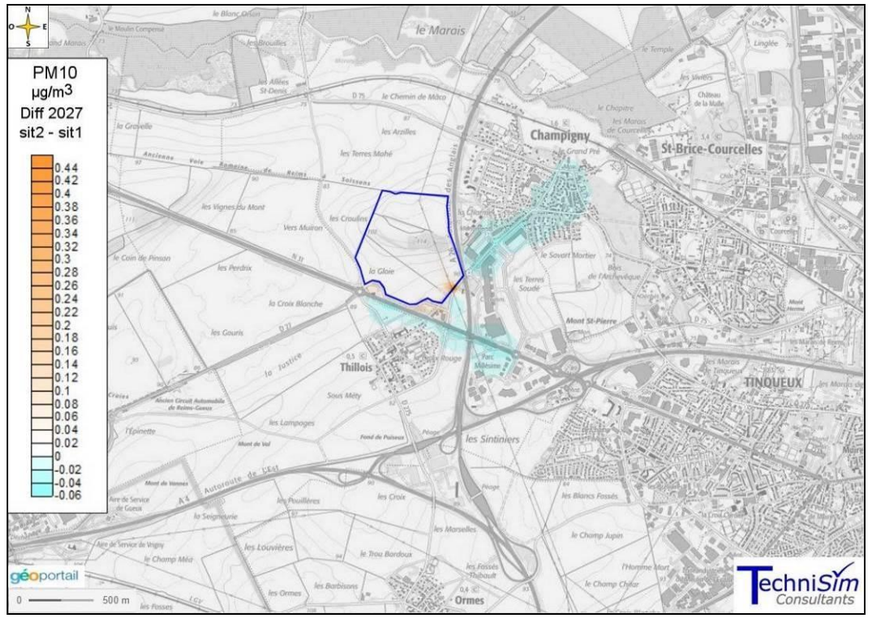


Figure 77 : Différence de concentration en PM10 entre la situation projet et fil de l'eau à l'horizon futur 2027 (situation 2 - situation 1)

La figure suivante présente le détail, pour chacun des lieux vulnérables, de la variation de concentration en PM10 (µg/m³) induite par la réalisation du projet comparativement à la situation fil de l'eau, à l'horizon futur 2027.

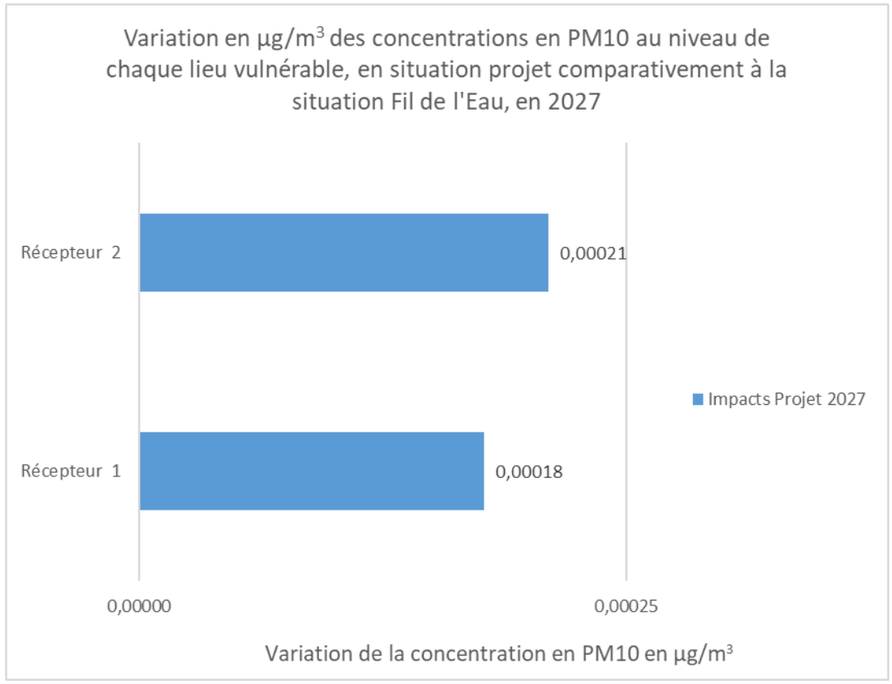


Figure 78 : Variation en µg/m³ de la concentration en PM10 (moyenne annuelle) induite par le projet comparativement à la situation fil de l'eau au niveau de chacun des lieux vulnérables existants, en 2027

Le tableau ci-dessous synthétise les valeurs réglementaires relatives aux particules PM2,5, ainsi que les résultats des modélisations.

Tableau 38 : Résultats des modélisations pour les particules PM2,5 – moyenne annuelle

PM2,5 (µg/m³) Moyenne annuelle	Valeur limite		25 µg/m³
	Recommandation annuelle de l'OMS		5 µg/m³
	2023 Horizon actuel	2027 Sans projet	2027 Avec projet
ZONE ETUDE - MAX	9,9	8,23	8,22
HABITATIONS ZONE D'ETUDE - MAX	1,5	1,3	1,3
CRECHE LA PLUS EXPOSEE	0,54	0,45	0,45
Max Zone Projet	2,3	1,95	1,96
Nota Bene	*Ces résultats considèrent uniquement l'effet des émissions des brins routiers dont les trafics ont été fournis ainsi que le trafic autoroutier.*		

Les cartographies des isocontours des concentrations en PM2,5 pour les différents horizons/scénarios étudiés sont représentées graphiquement sur les planches ci-après.

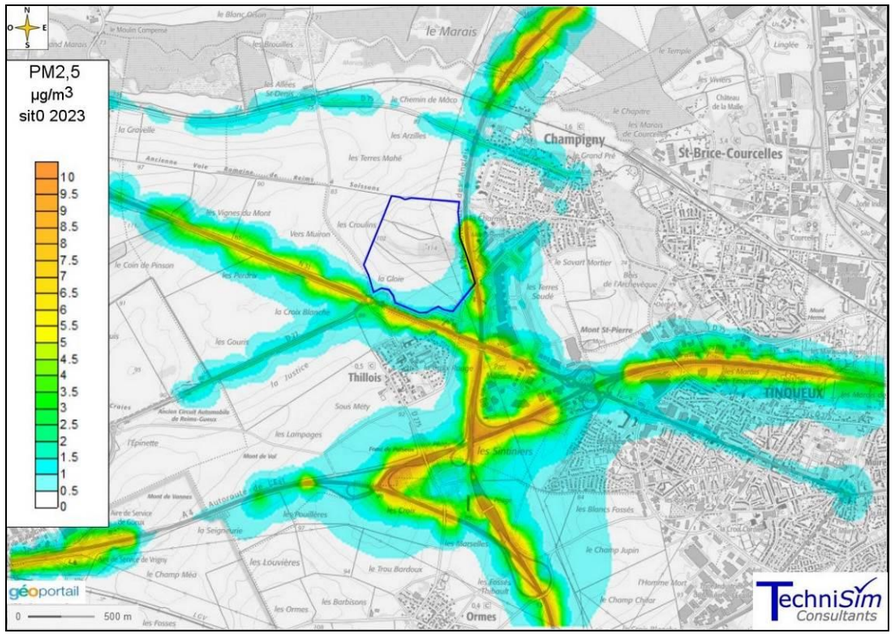


Figure 79 : Concentrations en PM2,5 – Moyenne annuelle – Situation N°0 - Horizon actuel – 2023

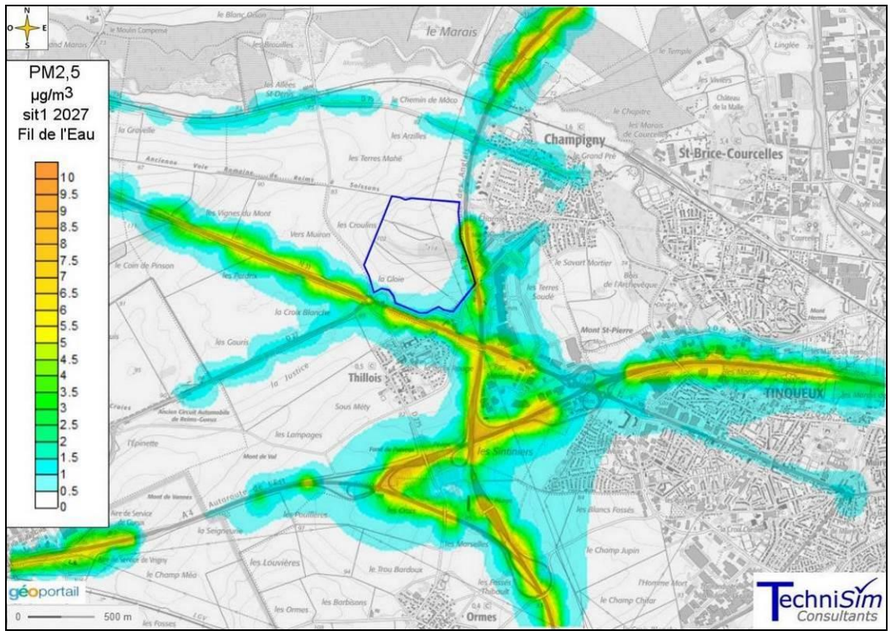


Figure 80 : Concentrations en PM2,5 – Moyenne annuelle – Situation N°1 – 2027 – Sans projet

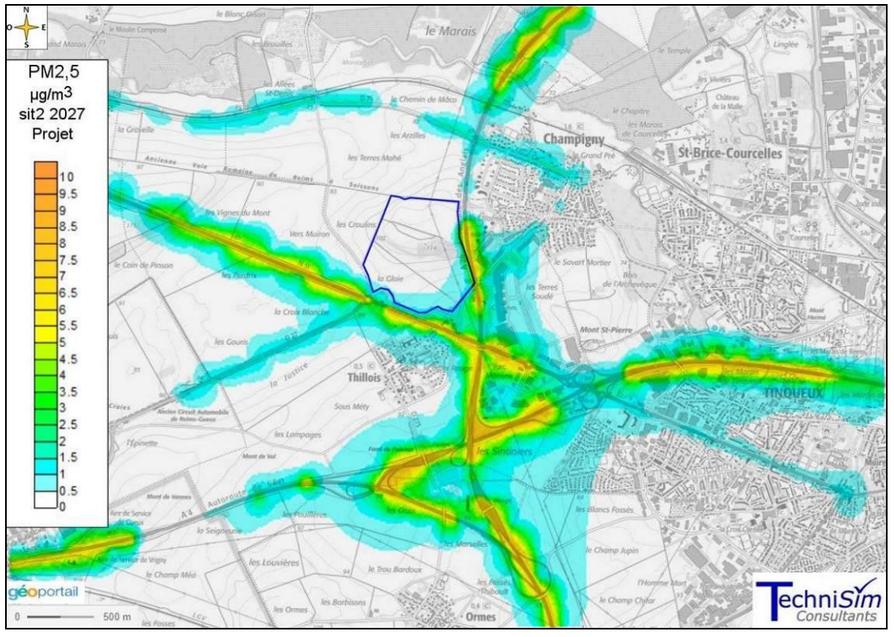


Figure 81 : Concentration en PM2,5 – Moyenne annuelle – Situation N°2 – 2027 – Avec projet

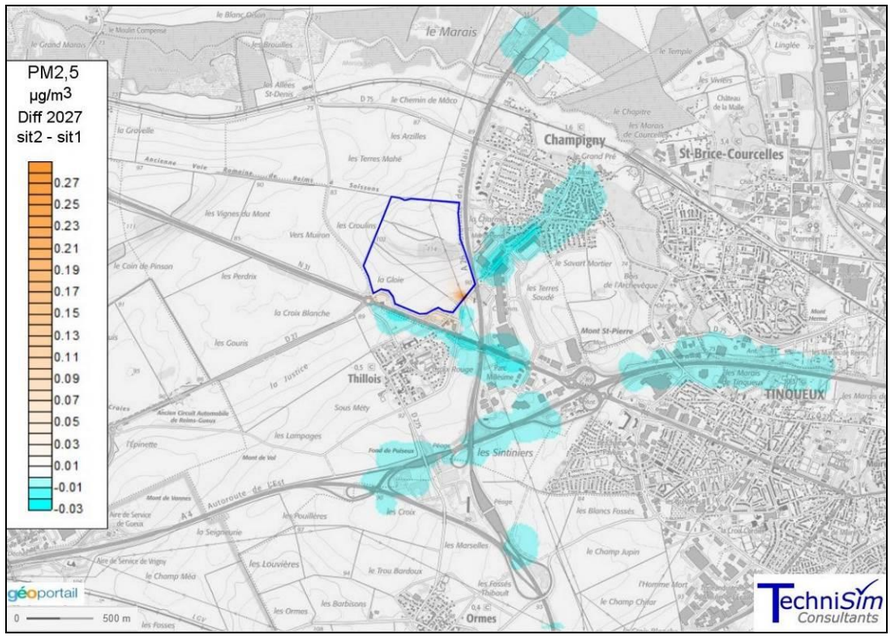


Figure 82 : Différence de concentration en PM2,5 entre la situation projet et fil de l'eau à l'horizon futur 2027 (Situation 2-situation 1)

La figure suivante présente, pour chacun des lieux vulnérables, la variation de concentration en PM2,5 (µg/m^3) induite par la réalisation du projet comparativement au scénario fil de l'eau, aux horizons futurs 2027.

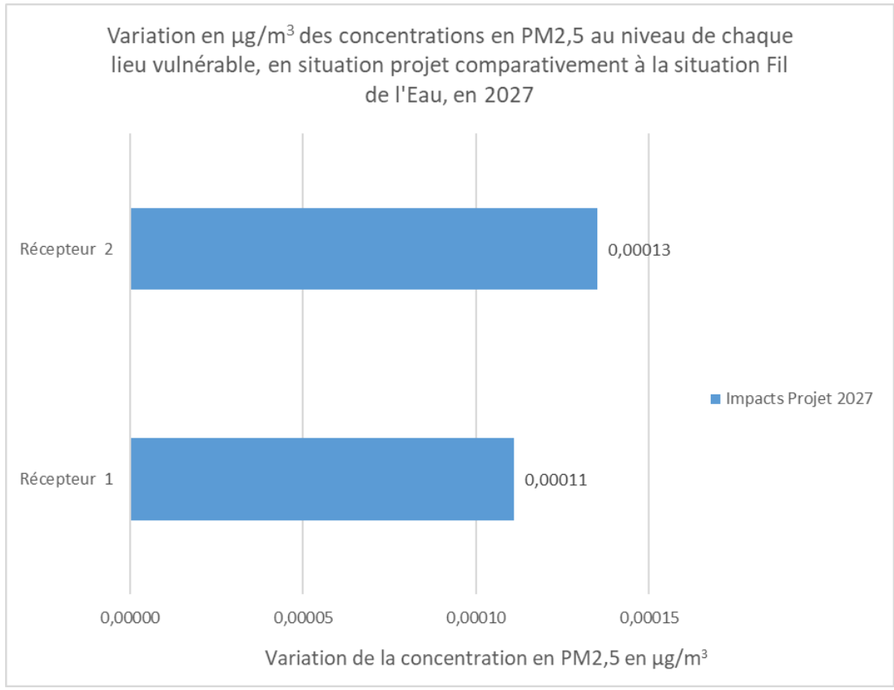


Figure 83 : Variation en µg/m^3 de la concentration en PM2,5 (moyenne annuelle) induite par le projet comparativement à la situation fil de l'eau au niveau de chacun des lieux vulnérables existants, en 2027

Autres polluants réglementés

Pour chacun de ces composés, les concentrations obtenues sont très inférieures aux normes de la qualité de l'air, et cela, pour tous les horizons et toutes les situations simulés. Il est possible de conclure que la modification des volumes de trafic liés à la réalisation du projet n'est pas de nature à impacter significativement la qualité de l'air en termes réglementaires pour ce qui est de ces composés.

Tableau 39 : Tableau récapitulatif des normes de la qualité de l'air mentionnées dans la réglementation française

POLLUANTS	Valeurs limites	Objectifs de qualité	Seuil de recommandation et d'information	Seuil d'alerte	Niveau critique	Valeur cible
Benzène	Moyenne annuelle : 5 µg/m³	Moyenne annuelle : 2 µg/m³	-	-	-	-
Dioxyde de soufre	Moyenne journalière : 125 µg/m³ (3 dépassements autorisés)	Moyenne annuelle : 50 µg/m³	Moyenne horaire : 300 µg/m³	Moyenne horaire sur 3 heures consécutives : 500 µg/m³	Moyenne annuelle et hivernale : 20 µg/m³	-
	Moyenne horaire : 350 µg/m³ (24 dépassements autorisés)	-	-	-	-	-
Plomb	Moyenne annuelle : 0,5 µg/m³	Moyenne annuelle : 0,25 µg/m³	-	-	-	-
Monoxyde de carbone	Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures : 10 000 µg/m³	-	-	-	-	-
Arsenic	-	-	-	-	-	Moyenne annuelle : 0,006 µg/m³
Cadmium	-	-	-	-	-	Moyenne annuelle : 0,005 µg/m³
Nickel	-	-	-	-	-	Moyenne annuelle : 0,020 µg/m³
Benzo(a) pyrène	-	-	-	-	-	Moyenne annuelle : 0,001 µg/m³
Oxydes d'azote	-	-	-	-	Moyenne annuelle : 30 µg/m³ (équivalent NO_2)	-

17.3. CONCLUSION DE L'IMPACT DU TRAFIC ROUTIER LIÉ AU PROJET SUR LA QUALITÉ DE L'AIR

En situation projet, globalement, une légère hausse de trafic est observée sur les voies étudiées en 2027 ; comparativement à la situation actuelle.

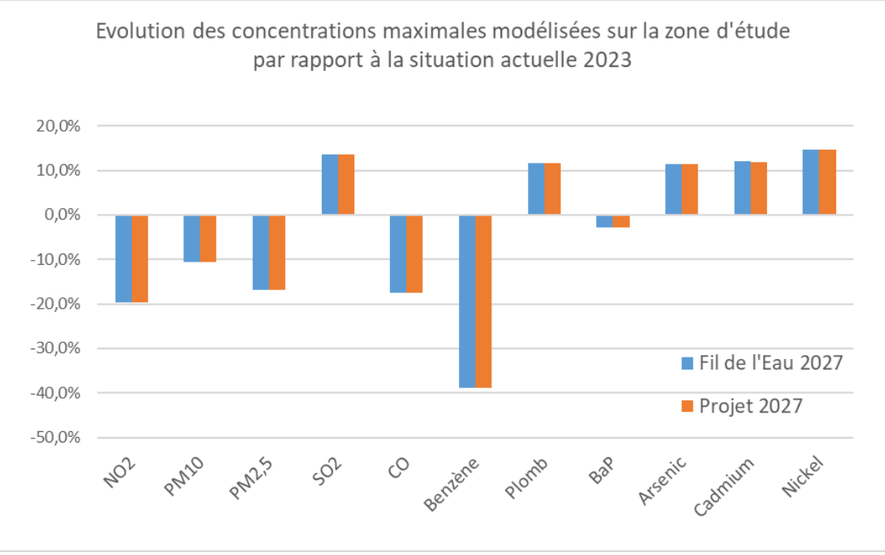


Figure 84 : Évolution pour les principaux polluants des concentrations maximales modélisées sur la zone d'étude aux horizons futurs 2027 (situations fil de l'eau et projet) comparativement à la situation actuelle

À l'horizon futur 2027, les teneurs maximales modélisées sur la zone d'étude diminuent fortement pour les principaux polluants émis à l'échappement par rapport à la situation actuelle (sauf SO_2 - pour lequel les concentrations maximales augmentent légèrement). Cela étant corrélé avec les **améliorations des motorisations et des systèmes épuratifs,** ainsi qu'à l'**application des normes Euro** et au **développement des véhicules hybrides/électriques,** combinées au **renouvellement du parc roulant. Et ce, malgré l'augmentation globale des volumes de trafic à l'horizon 2027, pour les situations Fil de l'Eau et projet,** par rapport à la situation actuelle**.**

Les polluants émis également par l'abrasion (particules et métaux) voient quant à eux leurs teneurs maximales sur le domaine d'étude diminuer de manière moins importante, voire augmenter légèrement.

En tout état de cause, au niveau des lieux vulnérables (crèche) et sur l'emprise projet, les concentrations calculées à l'horizon futur 2027 (situations 'Projet' et 'Fil de l'Eau') sont inférieures aux normes règlementaires pour les polluants faisant précisément l'objet d'une règlementation.

Les impacts du projet sont, ***par rapport** à la **situation Fil de l'Eau*** :

- Pollution atmosphérique : les hausses, induites par la réalisation du projet, des concentrations maximales en polluants modélisées sur la zone d'étude, sont faibles. Par ailleurs, les hausses maximales de concentrations sont localisées logiquement sur la nouvelle voie créée pour la desserte du projet et demeurent faibles en valeurs absolues vis-à-vis des valeurs seuils réglementaires.
- Enjeux populationnels (lieux vulnérables existants / habitations des riverains) : il est possible de constater que les hausses de concentration en polluants en situation 'Projet' sont extrêmement faibles et non significatives au regard des valeurs seuils au niveau des lieux vulnérables et des habitations existantes. Il en va de même sur l'emprise projet.

Pour conclure, la réalisation du projet et les hausses de trafic associées sur la zone d'étude ne sont pas de nature à influer significativement sur les concentrations en polluants en termes réglementaires, que ce soit au niveau des habitations des riverains ou des lieux vulnérables existants ainsi que sur l'ensemble de l'emprise projet, comparativement à la situation Fil de l'eau.

18. IMPACTS DU PROJET SUR LA SANTÉ – EVALUATION QUANTITATIVE DES RISQUES SANITAIRES [EQRS]

La démarche d'EQRS a été proposée pour la première fois en 1983 par l'Académie des Sciences (National Research Council) aux États-Unis. La définition généralement énoncée souligne qu'elle repose sur « l'utilisation de faits scientifiques pour définir les effets sur la santé d'une exposition d'individus ou de populations à des matériaux ou à des situations dangereuses ».

La Circulaire du 09/08/13 relative à la démarche de prévention et de gestion des risques sanitaires des installations classées soumises à autorisation, rappelle l'intérêt de la démarche de l'EQRS dans une demande d'autorisation d'exploiter :
« La démarche d'évaluation des risques sanitaires permet de hiérarchiser les différentes substances émises par un site, leurs sources et les voies d'exposition, en vue de définir des stratégies de prévention et de gestion spécifiques à chaque installation.

Il s'agit d'un outil de gestion et d'aide à la décision. Elle ne peut cependant déterminer ni l'impact réel du site sur la santé des populations riveraines, ni l'exposition réelle des populations. Seules des études épidémiologiques ou d'imprégnations pourraient apporter des éléments de réponse sur ces deux points. »

L'EQRS est menée selon :

- Le guide de l'InVS de 2007 « Estimation de l'impact sanitaire d'une pollution environnementale et évaluation quantitative des risques sanitaires » Ed. InVS/Afsset 2007 ; 162p.;
- Le guide de l'INERIS de 2011 « Guide pour la conduite d'une étude de zone» - DRC - 11 - 115717 - 01555B ;
- Le guide de l'INERIS de 2021 « Évaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires » ;
- Le guide de l'INERIS de 2016 « Choix de valeurs toxicologiques de référence - Méthodologie INERIS » - DRC - 16 - 156196 - 11306A ;
- La note d'information n°DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31/10/14 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact et de la gestion des sites et sols pollués ;
- L'avis de l'Anses de juillet 2012 relatif à la sélection des polluants à prendre en compte dans les évaluations des risques sanitaires réalisées dans le cadre des études d'impact des infrastructures routières ;
- La Note technique NOR : TRET1833075N du 22 février 2019 relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières.

La planche suivante schématise conceptuellement l'EQRS réalisée dans ce document.

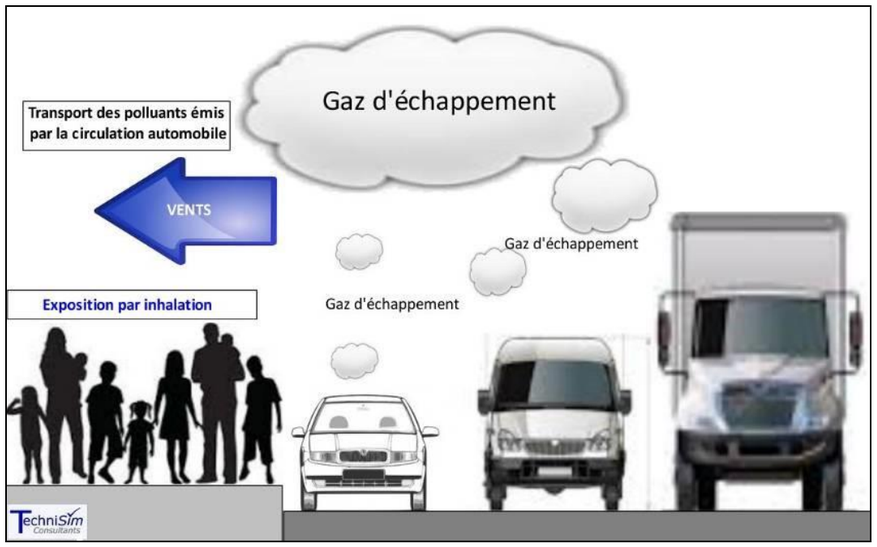


Figure 85 : Schéma conceptuel de la démarche d'ERS

18.1. HYPOTHÈSES DE TRAVAIL RETENUES

- Les données utilisées proviennent de la simulation numérique de la dispersion atmosphérique des émissions générées par le trafic considéré sur l'ensemble des voies dont le trafic a été fourni, ainsi que sur les autoroutes environnantes. Les concentrations utilisées sont les concentrations moyennes annuelles puisque l'on évalue le risque chronique.
- La voie d'exposition privilégiée ici est l'inhalation.
- Les particules à l'échappement sont assimilées à des particules diesel (hypothèse majorante).
- Pour les HAP, il est considéré le mélange de 16 HAP (dont le benzo(a)pyrène) exprimé en benzo(a)pyrène équivalent par utilisation des FET (Facteur d'Équivalence Toxique).
- Pour le chrome, il est considéré que la totalité du chrome émis est du chrome VI (hypothèse majorante). Alors qu'en réalité, il s'agit d'un mélange de chrome VI (cancérigène) et de chrome III (non cancérigène).

18.2. CONTENU ET DÉMARCHE DE L'EQRS

Conventionnellement, une EQRS est constituée des quatre étapes listées ci-dessous :

- L'identification des dangers (sélection des substances selon les connaissances disponibles) ;
- La définition des relations doses-réponses (sélection des valeurs toxiques de référence pour chaque polluant considéré) ;
- L'évaluation des expositions des populations aux agents dangereux identifiés selon les voies, niveaux et durées d'exposition correspondants ;
- La caractérisation des risques sanitaires *via* le calcul des indices sanitaires.

Actuellement, dans le vocabulaire européen, les deux premières étapes sont souvent rassemblées en une phase unique appelée « caractérisation des dangers ».

Remarque : Il convient de bien distinguer le 'danger' du 'risque'. Le danger d'un agent physique, chimique ou biologique correspond à l'effet sanitaire néfaste ou indésirable qu'il peut engendrer sur un individu lorsqu'il est mis en contact avec celui-ci, alors que le risque correspond à la probabilité de survenue d'un effet néfaste indépendamment de sa gravité.

Étape n° 1 : L'identification des dangers

L'étape d'identification des dangers consiste à connaître les dangers ou le potentiel dangereux des agents chimiques considérés, associés aux voies d'exposition retenues [InVS, 2000]. Cela consiste en une synthèse des connaissances scientifiques disponibles à l'instant de l'étude débouchant sur un bilan de ce que l'on sait, de ce que l'on ignore et de ce qui est incertain.
On distingue les effets selon plusieurs critères.
La toxicité d'une substance peut être qualifiée de :

- **Aiguë** : manifestation de l'effet à court terme, de l'administration d'une dose unique de substance ;
- **Subchronique** : manifestation de l'effet de l'administration répétée d'une substance, pendant une période de 14 jours à 3 mois ;
- **Chronique** : manifestation de l'effet de l'administration répétée d'une substance, pendant une période supérieure à 3 mois.

Par ailleurs, une substance peut avoir des effets distincts selon son mode d'exposition, c'est-à-dire selon qu'elle est inhalée ou ingérée (les organes en contact étant bien sûr différents).

Au regard des effets, on distingue ceux-ci selon qu'ils sont « à seuils » ou « sans seuils » :

- Les effets toxiques **« à seuils »** correspondent aux effets aigus et aux effets chroniques non cancérigènes, non génotoxiques et non mutagènes. On admet qu'il existe une dose limite au-dessous de laquelle le danger ne peut apparaître. La Valeur Toxicologique de Référence [VTR] correspond alors à cette valeur. Pour ce type d'effet, la gravité est proportionnelle à la dose.
- Les effets toxiques **« sans seuils »** correspondent pour l'essentiel à des effets cancérigènes génotoxiques et des mutations génétiques, pour lesquels la fréquence - et non la gravité - est proportionnelle à la dose. L'approche probabiliste conduit à considérer qu'il existe un risque, infime mais non nul, qu'une seule molécule pénétrant dans le corps provoque des changements dans une cellule à l'origine d'une lignée cancéreuse.
  La VTR est alors un **E**xcès de **R**isque **U**nitaire (ERU) de cancer.

À la suite de ces recherches, quelques substances seulement sont retenues pour l'EQRS.
Ici, les polluants considérés proviennent du rapport du groupe de travail constitué de la Direction des routes (Ministère chargé de l'équipement), la Direction générale de la santé (Ministère chargé de la santé publique), la Direction de la prévention des pollutions et des risques et la Direction des études économiques et de l'évaluation environnementale (Ministère chargé de l'environnement).

Étape n° 2 : L'estimation de la dose-réponse

Cette étape permet d'estimer le risque en fonction de la dose. En toxicologie animale ou en épidémiologie, les effets sont généralement connus en ce qui concerne de hautes doses (expérimentations contrôlées, expositions professionnelles, accidentelles). Or, pour connaître les risques encourus à basses doses, telles qu'elles sont présentes dans notre environnement, il est nécessaire d'extrapoler les risques observés (c'est-à-dire des hautes doses vers les basses doses) à partir de l'étude de la relation dose-effet.
Cette relation s'étudie notamment grâce à des méthodes statistiques, épidémiologiques, toxicologiques et pharmacologiques et en particulier de la modélisation mathématique. Cela permet de définir des Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) qui traduisent le lien entre la dose de la substance toxique et l'occurrence ou la sévérité de l'effet étudié dans la population.

Le calcul des VTR s'effectue différemment en fonction du danger considéré.
Cette opération s'effectue par une approche :

- Déterministe lorsqu'il s'agit des effets "avec seuils" ;
- Probabiliste lorsqu'il s'agit des effets "sans seuils".

Pour les effets à seuils, la VTR correspond à la dose en dessous de laquelle le ou les effets néfastes n'apparaissent pas. Cette dose est calculée à partir de la dose expérimentale reconnue comme la plus faible sans effet (dose dite 'NOEL' pour No Observed Effect Level) et d'une série de facteurs de sécurité. Ces facteurs de sécurité prennent en compte différentes incertitudes comme en particulier les difficultés de transposition de l'animal à l'homme (variabilité intra et inter-espèces), les durées d'exposition, la qualité des données, etc.
La VTR est ensuite calculée mathématiquement par division de la dose NOEL par le produit des différents facteurs de sécurité pris en compte.
La VTR prend alors la forme d'une Dose Journalière Admissible [DJA] dans le cas de l'ingestion (exprimée en mg/kg/j) et de la voie cutanée, ou bien d'une Concentration Maximale Admissible [CMA] dans le cas de l'exposition respiratoire (exprimée en µg/m^3).
En dessous de ce seuil de dose, la population est considérée comme protégée.

Pour les effets sans seuils, la VTR est en ce cas un Excès de Risque Unitaire [ERU] de cancer. L'ERU est calculé soit à partir d'expérimentations chez l'animal, soit d'études épidémiologiques chez l'Homme. Cette valeur est le résultat des extrapolations des hautes doses aux basses doses à travers des modèles mathématiques.
L'approche probabiliste conduit à considérer qu'il existe un risque, infime mais non nul, qu'une seule molécule pénétrant dans le corps provoque des changements dans une cellule à l'origine d'une lignée cancéreuse.
Concernant la voie respiratoire, l'ERU est l'inverse d'une concentration dans l'air et s'exprime en (µg/m^3)$^{-1}$. Cet indice représente la probabilité individuelle de développer un cancer pour une concentration de produit toxique de 1 µg/m^3 dans l'air inhalé par un sujet pendant toute sa vie.

La sélection des VTR pour chaque substance s'effectue selon le logigramme ci-après.

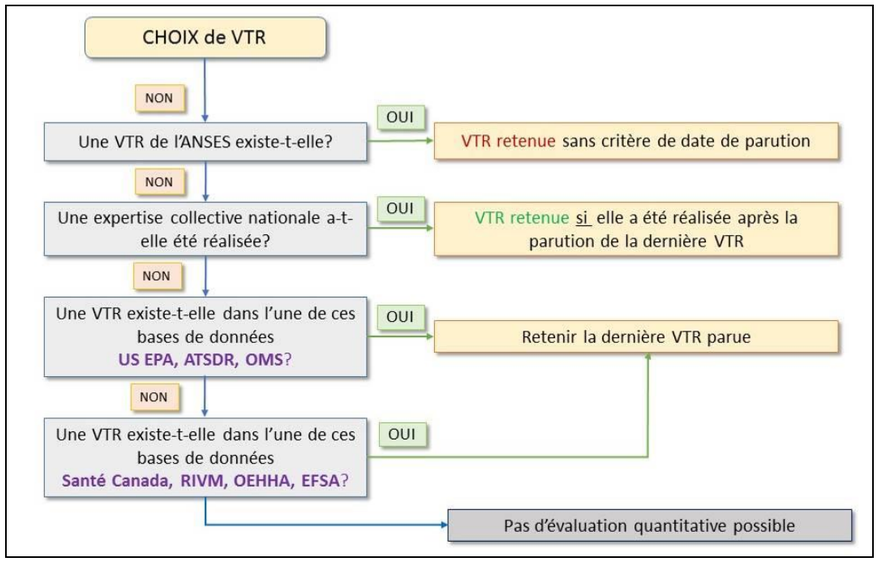


Figure 86: Logigramme – Choix des Valeurs Toxicologiques de Référence

Les VTR retenues pour l'étude des risques sanitaires sont reportées dans les tableaux qui vont suivre.

Tableau 40 : Valeurs toxicologiques de référence des substances considérées pour les effets à seuils – Exposition CHRONIQUE – Inhalation

SUBSTANCES	N°CAS	Voie d'exposition	Effet(s) critique(s)	VTR		Unité	Facteur d'incertitude	Source	Année de révision	Justification du choix de la VTR
COMPOSES ORGANIQUES VOLATILS ET HAP										
Acétaldéhyde	75-07-0	Inhalation	Dégénérescence de l'épithélium olfactif	**VGAI**	**160**	[µg/m³]	75	Anses	2014	VTR retenue par l'INERIS
Acroléine	107-02-8	Inhalation	Lésions de l'épithélium respiratoire	**VTR**	**0,15**	[µg/m³]	Non précisé	Anses	2022	VTR retenue par l'ANSES
Benzène	71-43-2	Inhalation	Diminution du nombre des lymphocytes	**VTR**	**10**	[µg/m³]	Non précisé	Anses	2008	VTR de l'ANSES
1,3-Butadiène	106-99-0	Inhalation	Effets sur la fertilité	**VTR**	**2**	[µg/m³]	300	Anses	2021	VTR retenue par l'ANSES
Éthylbenzène	100-41-4	Inhalation	Effet ototoxique (Perte de cellules ciliées externes dans l'organe de Corti)	**VTR**	**1500**	[µg/m³]	75	Anses	2016	VTR de l'ANSES
Formaldéhyde	50-00-0	Inhalation	Irritations oculaires et nasales et des lésions histologiques de l'épithélium nasal (rhinite, métaplasie squameuse, dysplasie)	**VTR**	**123**	[µg/m³]	Non précisé	Anses	2018	VTR de l'ANSES
Propionaldéhyde	123-38-6	Inhalation	Atrophie de l'épithélium olfactif	**RfC**	**8**	[µg/m³]	1000	US EPA	2008	Seule VTR disponible
Toluène	108-88-3	Inhalation	Effets neurologiques (troubles de la vision des couleurs)	**VTR**	**19000**	[µg/m³]	Non précisé	Anses	2017	VTR de l'ANSES
Xylènes	1330-20-7	Inhalation	Effets neurologiques	**VTR**	**100**	[µg/m³]	300	US EPA	2003	VTR retenue par l'ANSES
Benzo(a)pyrène	50-32-8	Inhalation	Diminution de la survie des embryons/fœtus	**RfC**	**0,002**	[µg/m³]	3000	US EPA	2017	VTR retenue par l'INERIS
Naphtalène	91-20-3	Inhalation	Anémies hémolytiques et cataractes	**VTR**	**37**	[µg/m³]	250	Anses	2013	VTR de l'Anses
MÉTAUX										
Arsenic	7440-38-2	Inhalation	Effets neurologiques et troubles du comportement	**REL**	**0,015**	[µg/m³]	extrapolation	OEHHA	2008	VTR retenue par l'INERIS
Cadmium	7440-43-9	Inhalation	Augmentation de 5% atteinte tubulaire dans la population générale Effets rénaux	**VTR**	**0,45**	[µg/m³]	non précisé	Anses	2012	VTR de l'ANSES
Chrome VI	7440-47-3	Inhalation	**Particulaires** - Modifications des niveaux de lactate déshydrogénase dans le liquide de lavage broncho-alvéolaire	**TCA**	**0,03**	[µg/m³]	300	OMS CICAD	2013	VTR retenue par l'INERIS
Mercure	7439-97-6	Inhalation	Effets neurologiques Troubles de la mémoire et de la motricité	**REL**	**0,03**	[µg/m³]	300	OEHHA	2008	VTR retenue par l'INERIS
Nickel	7440-02-0	Inhalation	Lésions pulmonaires	**VTR**	**0,23**	[µg/m³]	Non précisé	TCEQ	2011	VTR retenue par l'ANSES
Plomb	7439-92-1	Inhalation	Effets systémiques observés au niveau du système nerveux central et périphérique. Anémie microcytaire hypochrome, atteintes rénales, augmentation de la pression artérielle, effets sur la thyroïde, le système immunitaire ou la croissance des os chez les enfants	**VTR**	**0,9**	[µg/m³]	Non précisé	Anses	2013	VTR de l'ANSES
AUTRES POLLUANTS										
Ammoniac	7664-41-7	Inhalation	Diminution de la fonction pulmonaire et augmentation des symptômes respiratoires	**VTR**	**500**	[µg/m³]	Non précisé	Anses	2018	VTR de l'ANSES
2,3,7,8-Tétrachlorodibenzo-p-dioxine	1746-01-6	Inhalation	Augmentation de la mortalité, amaigrissement, changements histopathologiques et rénaux	**REL**	**4,0E-05**	[µgTEQ/m³]	100	OEHHA	2000	Seule VTR disponible
2,3,4,7,8-Pentachlorodibenzofurane	57117-31-4	Inhalation	Augmentation de la mortalité, amaigrissement, changements histopathologiques et rénaux	**REL**	**4,0E-05**	[µgTEQ/m³]	100	OEHHA	2000	VTR retenue par l'INERIS
Particules diesel	-	Inhalation	Irritations des voies respiratoires et effets cardiovasculaires	**VTR**	**5**	[µg/m³]	30	US EPA	2003	Seule VTR disponible
Particules PM10	-	Inhalation	**Aucune VTR disponible -** A comparer avec les recommandations de l'OMS : 15 **µg/m³ en moyenne annuelle**							
Particules PM2.5	-	Inhalation	**Aucune VTR disponible -** A comparer avec les recommandations de l'OMS : 5 **µg/m³ en moyenne annuelle**							
Dioxyde d'azote	10102-44-0	Inhalation	**Aucune VTR disponible -** A comparer avec les recommandations de l'OMS : 10 **µg/m³ en moyenne annuelle**							
Dioxyde de soufre	7446-09-5	Inhalation	**Aucune VTR disponible**							
Monoxyde de carbone	630-08-0	Inhalation	**Aucune VTR disponible**							

Tableau 41 : Valeurs toxicologiques de référence des substances considérées pour les effets SANS seuils - Inhalation

SUBSTANCES	N°CAS	Voie d'exposition	Organe(s) cible(s)/Effet(s) critique(s)	VTR		Unité	Source	Année	Justification du choix de la VTR
COMPOSES ORGANIQUES VOLATILS ET HAP									
Acétaldéhyde	75-07-0	Inhalation	Augmentation de l'incidence des adénocarcinomes et des carcinomes des cellules squameuses de la cloison nasale	**ERU**	**2,20E-06**	$[\mu g/m^3]^{-1}$	US EPA	1991	VTR retenue par l'INERIS
Acroléine	107-02-8	Inhalation	**Aucune VTR disponible**						
Benzène	71-43-2	Inhalation	Leucémies aigües	**VTR**	**2,60E-05**	$[\mu g/m^3]^{-1}$	ANSES	2014	VTR de l'ANSES
1,3-Butadiène	106-99-0	Inhalation	Leucémies lymphoïdes	**ERU**	**2,43E-07**	$[\mu g/m^3]^{-1}$	ANSES	2022	VTR retenue par l'ANSES
Éthylbenzène	100-41-4	Inhalation	Incidence du carcinome du tube rénal ou de l'adénome chez les rats mâles	**ERU**	**2,50E-06**	$[\mu g/m^3]^{-1}$	OEHHA	2007	Seule VTR disponible
Formaldéhyde	50-00-0	Inhalation	Carcinomes au niveau des cavités nasales CT0,05=9,5 mg/m³ soit 5,26E-06 $(\mu g/m^3)^{-1}$	**CT0,05**	**5,26E-06**	$[\mu g/m^3]^{-1}$	Santé Canada	2000	VTR retenue par l'INERIS
Propionaldéhyde	108-88-3	Inhalation	**Aucune VTR disponible**						
Toluène	108-88-3	Inhalation	**Aucune VTR disponible**						
Xylènes	1330-20-7	Inhalation	**Aucune VTR disponible**						
Benzo(a)pyrène	50-32-8	Inhalation	Incidence des tumeurs (type non spécifié) du tractus respiratoire supérieur (cavités nasales, larynx et trachée)	**ERU**	**1,10E-03**	$[\mu g/m^3]^{-1}$	OEHHA	2008	VTR retenue par l'ANSES
Naphtalène	91-20-3	Inhalation	Adénomes de l'épithélium nasal respiratoire Augmentation de l'incidence des neuroblastomes de l'épithélium olfactif chez le rat femelle	**VTR**	**5,60E-06**	$[\mu g/m^3]^{-1}$	ANSES	2013	VTR de l'ANSES
MÉTAUX									
Arsenic	7440-38-2	Inhalation	Cancers pulmonaires	**VTR**	**1,5E-04**	$[\mu g/m^3]^{-1}$	TCEQ	2012	VTR retenue par l'ANSES
Cadmium	7440-43-9	Inhalation	Cancers du poumon	**ERU**	**9,80E-03**	$[\mu g/m^3]^{-1}$	Santé Canada	2010	Dernière VTR parue
Chrome VI	7440-47-3	Inhalation	Cancers pulmonaires	**ERU**	**4,00E-02**	$[\mu g/m^3]^{-1}$	OMS	2013	VTR retenue par l'ANSES
Mercure	7439-97-6	Inhalation	**Aucune VTR disponible**						
Nickel	7440-02-0	Inhalation	Cancers pulmonaires	**VTR**	**1,70E-04**	$[\mu g/m^3]^{-1}$	TCEQ	2011	VTR retenue par l'ANSES
Plomb	7439-92-1	Inhalation	Tumeurs rénales	**ERU**	**1,20E-05**	$[\mu g/m^3]^{-1}$	OEHHA	2011	VTR retenue par l'INERIS
AUTRES POLLUANTS									
Ammoniac	7664-41-7	Inhalation	**Aucune VTR disponible**						
2,3,7,8-Tétrachlorodibenzo-p-dioxine	1746-01-6	Inhalation	Adénome et carcinome hépatiques	**ERU**	**38**	$[\mu g/m^3]^{-1}$	OEHHA	1986	Seule VTR disponible
2,3,4,7,8-Pentachlorodibenzofurane	57117-31-4	Inhalation	Adénome et carcinome hépatiques	**ERU**	**11**	$[\mu g/m^3]^{-1}$	OEHHA	2011	Seule VTR disponible
Particules diesel	-	Inhalation	Cancers pulmonaires	**VTR**	**3,40E-05**	$[\mu g/m^3]^{-1}$	OMS	1996	Seule VTR disponible
Particules PM10	-	Inhalation	**Aucune VTR disponible**						
Particules PM2,5	-	Inhalation	**Aucune VTR disponible**						
Dioxyde d'azote	10102-44-0	Inhalation	**Aucune VTR disponible**						
Dioxyde de soufre	7446-09-5	Inhalation	**Aucune VTR disponible**						
Monoxyde de carbone	630-08-0	Inhalation	**Aucune VTR disponible**						

Étape n°3 : Évaluation des expositions

L'exposition d'une population à une substance toxique dépend des deux facteurs ci-après :

- La concentration de la substance dans les compartiments environnementaux et son comportement physico-chimique ;
- Les voies et conditions d'exposition des individus en contact avec cette substance.

En pratique, à partir des rejets du trafic, il s'agit d'établir un schéma retraçant les voies de passage des polluants depuis les différents compartiments environnementaux jusque vers les populations cibles.
On identifie ensuite les voies de pénétration des polluants dans l'organisme. Celles-ci sont de trois types (ingestion, inhalation et contact cutané).
Sont identifiés également les modes de transfert des polluants dans les différents compartiments environnementaux.
Le devenir d'une substance dépend de ses propriétés physico-chimiques ainsi que des conditions environnementales.
À partir d'un compartiment donné, le composé considéré peut, soit :

- Être dispersé/transporté vers un autre compartiment ;
- Être transformé ;
- S'accumuler.

L'évaluation des expositions se déroule selon plusieurs étapes. Tout d'abord, il est nécessaire de déterminer les niveaux d'exposition à l'aide de mesures réalisées sur site ou à l'aide de la modélisation.
Ensuite, il s'agit de définir pour les cibles et/ou les populations identifiées, ainsi que pour les voies d'exposition identifiées, des scénarios d'exposition cohérents visant à considérer essentiellement : soit les expositions de type chronique, soit les expositions récurrentes ou continues correspondant à une fraction significative de la durée de vie.

Pour le projet étudié, il s'agit des scénarios déclinés ci-dessous :

Voie d'exposition - Inhalation

- Effets à seuils
  - **Enfant en bas-âge** : ce scénario considère les enfants vivant au sein de la zone d'étude et fréquentant les crèches de la zone d'étude ;
  - Résident : ce scénario considère les personnes résidant sur la zone d'étude (riverains);
  - **Travailleur** : ce scénario considère les personnes travaillant au sein du projet et résidant sur la zone d'étude.
- Effets sans seuils
  - **Enfant** : ce scénario considère les individus jusqu'à 11 ans vivant au sein de la zone d'étude et fréquentant les crèches de la zone d'étude.
  - **Résident** : ce scénario considère les personnes résidant sur la zone d'étude (riverains).
  - **Travailleur** : ce scénario considère les personnes travaillant au sein du projet et résidant sur la zone d'étude.

L'étape suivante consiste à estimer les quantités de substance absorbées par les individus du domaine examiné.

Pour l'inhalation, la dose journalière est en fait une concentration inhalée.
Comme on considère des expositions de longue durée, on s'intéresse à la concentration moyenne inhalée quotidiennement.

Celle-ci se calcule à l'aide de la formule suivante :

$$CI = \left(\sum_i (Ci \times ti)\right) \times F \times \frac{T}{Tm}$$

CI	Concentration moyenne inhalée	[µg/m^3]
ti	Fraction du temps d'exposition à la concentration Ci pendant une journée	[Sans dimension]
F	Fréquence ou taux d'exposition => nombre annuel d'heures ou de jours d'exposition ramené au nombre total annuel d'heures ou de jours	[Sans dimension]
T	Nombre d'années d'exposition	[Année]
Tm	Durée sur laquelle l'exposition est moyennée	[Année]

Pour les polluants avec effets « à seuils », l'exposition moyenne est calculée sur la durée effective d'exposition, soit T = Tm.
Alors que pour les effets « sans seuils », Tm sera assimilé à la vie entière prise égale à 70 ans, par convention.

Les scénarios d'exposition ainsi que les paramètres associés sont précisés dans les tableaux immédiatement suivants.

Tableau 42 : Scénarios d'exposition « enfant en bas âge » et paramètres considérés

Scénario d'exposition	Lieu fréquenté	Durée d'exposition retenue	Concentration considérée pour les calculs
ENFANT EN BAS AGE Durée d'exposition : 3 ans / *Crèche*	En semaine – PÉRIODE SCOLAIRE		
	Crèche	10 h/jour – 5 jours/semaine – 47 semaines /an	Concentrations maximales calculées au niveau des établissements présents sur la zone d'étude
	Domicile	14 h/jour – 5 jours/ semaine – 47 semaines /an	Concentrations maximales calculées sur les habitations de la zone d'étude
	Weekend – PÉRIODE SCOLAIRE		
	Domicile	24 h/jour – 2 jours/ semaine – 47 semaines /an	Concentrations maximales calculées sur les habitations de la zone d'étude
	Semaine et weekend – VACANCES SCOLAIRES		
	Domicile	24 h/jour – 7 jours/ semaine – 5 semaines /an	Concentrations maximales calculées sur les habitations de la zone d'étude

Tableau 43 : Scénario d'exposition « enfant » et paramètres considérés

Scénario d'exposition	Lieu fréquenté	Durée d'exposition retenue	Durée	Concentration considérée pour les calculs
ENFANT Durée d'exposition : 11 ans	Crèche	47 semaines/an 10 h/jour – 5 jours/semaine	3 ans	Concentrations maximales calculées au niveau des établissements présents sur la zone d'étude
	Domicile	14 h/jour – 5 jours/ semaine – 47 semaines /an 24 h/jour – 2 jours/semaine – 47 semaines /an 24 h/jour – 7 jours/semaine – 5 semaines /an	3 ans	Concentrations maximales calculées sur les habitations de la zone d'étude
		24 h/jour – 7 jours/ semaine – 5 semaines /an	8 ans	

Tableau 44 : Scénario d'exposition « Travailleur » et paramètres considérés

Scénario d'exposition	Lieu fréquenté	Durée d'exposition retenue	Concentration considérée pour les calculs
TRAVAILLEUR Durée d'exposition : 10 ans*	En semaine		
	Lieu de travail	8 h/jour – 5 jours/semaine – 47 semaines /an	Concentrations maximales calculées au niveau de l'emprise projet.
	Domicile	16 h/jour – 5 jours/ semaine – 47 semaines /an	Concentrations maximales calculées sur les habitations de la zone d'étude
	weekend		
	Domicile	24 h/jour – 2 jours/ semaine – 47 semaines /an	Concentrations maximales calculées sur les habitations de la zone d'étude
	Vacances (Semaine et weekend)		
	Domicile	24 h/jour – 7 jours/ semaine – 5 semaines /an	Concentrations maximales calculées sur les habitations de la zone d'étude

**Correspond au temps moyen passé sur un même poste en France (9,8 ans) en 2022 (OCDE)*

Tableau 45 : Scénario d'exposition « Résident » et paramètres considérés

Scénario d'exposition	Lieu fréquenté	Durée d'exposition retenue	Concentration considérée pour les calculs
RÉSIDENT Durée d'exposition : 15 ans*	Semaine et weekend		
	Domicile	24 h/jour – 7 jours/semaine – 52 semaines /an	Concentrations maximales calculées sur les habitations de la zone d'étude

**Correspond à l'ancienneté moyenne d'emménagement des résidents de Champigny (15,3 ans, RP2023, Insee) arrondie à l'année.*

Étape n°4 : Caractérisation des risques

La caractérisation des risques s'effectue à l'aide du calcul des indices de risques.
Ces indices diffèrent selon que l'on examine les effets « à seuil » ou bien « sans seuil ».
Pour l'inhalation, la dose journalière est effectivement une concentration inhalée.
Pour les effets toxiques « à seuil », l'expression déterministe de la survenue d'un effet toxique dépend du dépassement d'une valeur : la Valeur Toxique de Référence [VTR].
On calcule alors un Quotient de Danger [QD], qui correspond au rapport de la dose journalière exposition sur la VTR.

QD = CMI/CAA

CMI Concentration Moyenne Inhalée [µg/m^3]
CAA Concentration Admissible dans l'Air / concentration de référence [µg/m^3]

Lorsque le QD est inférieur à 1, cela signifie que la population exposée est théoriquement hors de danger, et ce, même pour les populations sensibles, compte tenu des facteurs de sécurité utilisés.
Si, au contraire, le QD est supérieur ou égal à 1, cela signifie que l'effet toxique peut se déclarer sans qu'il soit possible de prédire la probabilité de survenue de cet événement.

Pour les effets toxiques sans seuil, on calcule l'excès de risque individuel [ERI] par inhalation, en rapportant l'excès de risque unitaire [ERU] vie entière (conventionnellement 70 ans) à la dose journalière d'exposition [DJE] pour la voie orale ou à la concentration atmosphérique inhalée [CI] pour l'inhalation.

ERI = ERUi × CMI

CMI Concentration Moyenne Inhalée [µg/m^3]
ERUi Excès de Risque Unitaire par inhalation [µg/m^3]$^{-1}$

L'interprétation des résultats s'effectue ensuite par comparaison à des niveaux de risque jugés socialement acceptables. Il n'existe pas, bien entendu, de seuil absolu d'acceptabilité, mais la valeur de 10^{-6} (soit un cas de cancer supplémentaire sur un million de personnes exposées durant leur vie entière) est considérée aux États-Unis comme le seuil de risque négligeable et 10^{-4} comme le seuil de l'inacceptable en population générale.

En France, Santé Publique France utilise la valeur de 10^{-5}. **Ce seuil de 10^{-5} est souvent retrouvé dans la définition des valeurs guides de qualité de l'eau de boisson et de qualité de l'air par l'OMS.**

Cependant, le Haut Conseil de la Santé Publique précise que cette lecture binaire est réductrice et que, compte tenu des précautions prises avec l'application de facteur d'incertitude dans leur construction, **le dépassement d'une VTR ne signifie aucunement le risque d'apparition d'un effet délétère dans la population, sauf si ce dépassement est conséquent et gomme en partie les facteurs d'incertitude.**

En matière de décision publique, pour les études de zones, la notion de « risque acceptable » doit être abandonnée pour utiliser celle de « seuils et d'intervalles de gestion » dont les propositions concrètes sont rappelées ci-dessous :

- Un domaine d'action rapide pour un ERI >10^{-4} et/ou un QD > 10 ;
- Un domaine de vigilance active pour un 10^{-5} < ERI < 10^{-4} et/ou un 1 < QD < 10 ;
- Un domaine de conformité pour un ERI < 10^{-5} et/ou un QD < 1.

Les effets conjugués sont pris en considération dans l'EQRS. En effet, les individus sont rarement exposés à une seule substance.

Afin de prendre en considération les effets des mélanges, on procède comme suit :

- Pour les effets à seuil : les QD sont additionnés uniquement pour les substances ayant le même mécanisme d'action toxique sur le même organe cible ;
- Pour les effets sans seuil : la somme des ERI est effectuée, quel que soit l'organe cible.

18.3. ÉVALUATION DE L'INDICATEUR SANITAIRE POUR LES EFFETS À SEUIL - QUOTIENTS DE DANGER

Les quotients de dangers sont disponibles dans les tableaux suivants et les quotients de dangers calculés par organes-cibles sont représentés en figure sous chaque tableau.

Tableau 46 : Quotients de dangers par composé au niveau de la crèche la plus exposée – scénario enfant en bas âge

	Scénario enfant en bas âge Crèche la plus exposée		
Seuil d'acceptabilité = 1	**2023 Situation actuelle**	**2027 Sans projet**	**2027 Avec projet**
Acétaldéhyde	1,38E-04	1,09E-04	1,09E-04
Acroléine	6,55E-02	4,81E-02	4,82E-02
Arsenic	3,46E-05	3,83E-05	3,83E-05
Benzène	2,74E-03	1,76E-03	1,76E-03
1,3-butadiène	5,59E-03	5,10E-03	5,11E-03
Cadmium	6,68E-07	7,47E-07	7,47E-07
Chrome	9,40E-04	1,00E-03	1,00E-03
Dioxines	7,85E-08	5,61E-08	5,61E-08
Éthylbenzène	6,15E-06	4,31E-06	4,31E-06
Formaldéhyde	3,36E-04	2,59E-04	2,59E-04
Furanes	1,16E-07	8,31E-08	8,31E-08
Mercure	7,17E-04	7,80E-04	7,81E-04
Naphtalène	1,15E-03	1,14E-03	1,14E-03
Ammoniac NH_3	1,43E-03	1,64E-03	1,64E-03
Nickel	1,06E-05	1,22E-05	1,22E-05
Plomb	2,97E-06	3,30E-06	3,30E-06
Toluène	2,68E-06	1,86E-06	1,86E-06
Xylènes	3,88E-04	2,81E-04	2,81E-04
Particules diesel	1,18E-01	6,90E-02	6,91E-02
Propionaldéhyde	7,10E-04	5,74E-04	5,75E-04
16 HAP eq. BaP	5,74E-02	5,82E-02	5,83E-02
CUMULE	**0,25**	**0,19**	**0,19**

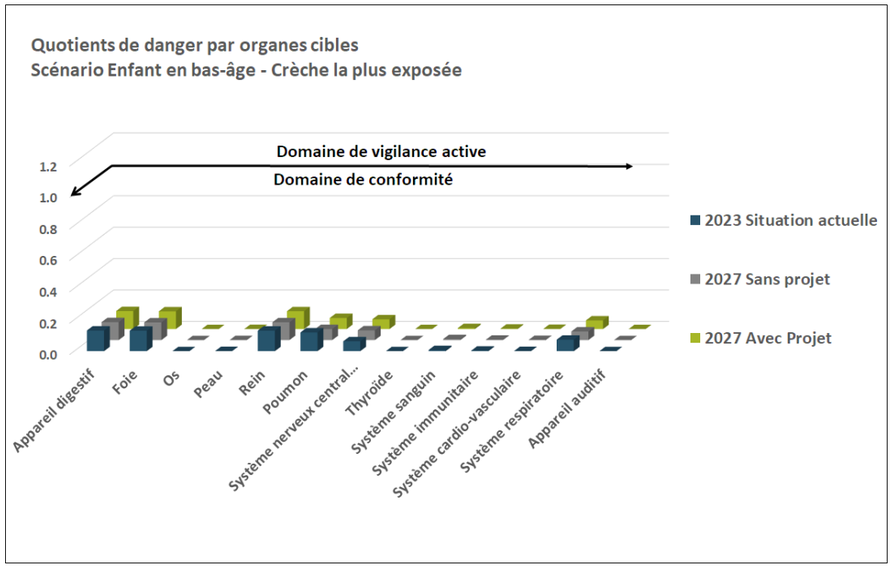


Figure 87 : Quotients de danger cumulés par organes -cibles- Scénario enfant en bas âge – Crèche la plus exposée

Tableau 47 : Quotients de dangers par composé pour le scénario résident

	Scénario Résident		
Seuil d'acceptabilité = 1	**2023 Situation actuelle**	**2027 Sans projet**	**2027 Avec projet**
Acétaldéhyde	1,70E-04	1,34E-04	1,35E-04
Acroléine	8,04E-02	5,93E-02	5,93E-02
Arsenic	4,23E-05	4,70E-05	4,70E-05
Benzène	3,61E-03	2,33E-03	2,33E-03
1,3-butadiène	6,91E-03	6,33E-03	6,33E-03
Cadmium	8,20E-07	9,20E-07	9,21E-07
Chrome	1,13E-03	1,21E-03	1,21E-03
Dioxines	9,58E-08	6,88E-08	6,88E-08
Éthylbenzène	8,13E-06	5,69E-06	5,69E-06
Formaldéhyde	4,13E-04	3,20E-04	3,20E-04
Furanes	1,42E-07	1,02E-07	1,02E-07
Mercure	8,70E-04	9,51E-04	9,51E-04
Naphtalène	1,41E-03	1,40E-03	1,40E-03
Ammoniac NH_3	1,71E-03	1,97E-03	1,97E-03
Nickel	1,32E-05	1,52E-05	1,52E-05
Plomb	3,64E-06	4,06E-06	4,06E-06
Toluène	3,55E-06	2,46E-06	2,47E-06
Xylènes	5,10E-04	3,69E-04	3,69E-04
Particules diesel	1,44E-01	8,47E-02	8,47E-02
Propionaldéhyde	8,68E-04	7,07E-04	7,08E-04
16 HAP eq. BaP	6,94E-02	7,07E-02	7,08E-02
CUMULE	**0,31**	**0,23**	**0,23**

Tableau 48 : Quotients de dangers maximaux par composé pour le scénario travailleur

	Scénario Travailleur
Seuil d'acceptabilité = 1	**2027 Avec projet**
Acétaldéhyde	1,42E-04
Acroléine	6,33E-02
Arsenic	5,08E-05
Benzène	2,09E-03
1,3-butadiène	6,63E-03
Cadmium	9,85E-07
Chrome	1,36E-03
Dioxines	7,46E-08
Éthylbenzène	5,11E-06
Formaldéhyde	3,38E-04
Furanes	1,10E-07
Mercure	1,05E-03
Naphtalène	1,50E-03
Ammoniac NH_3	2,24E-03
Nickel	1,58E-05
Plomb	4,37E-06
Toluène	2,21E-06
Xylènes	3,33E-04
Particules diesel	9,17E-02
Propionaldéhyde	7,55E-04
16 HAP eq. BaP	7,85E-02
CUMULE	**0,25**

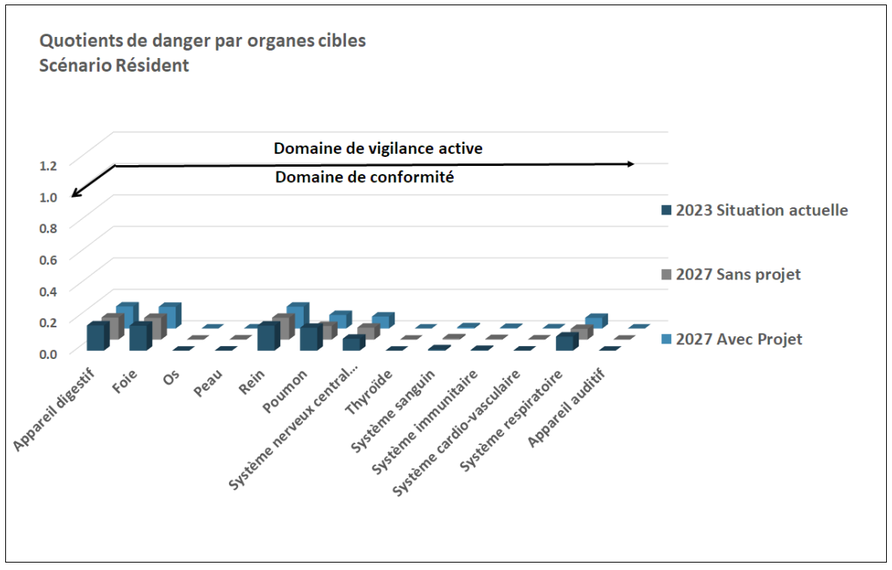


Figure 88 : Quotients de danger cumulés par organes-cibles- Scénario résident

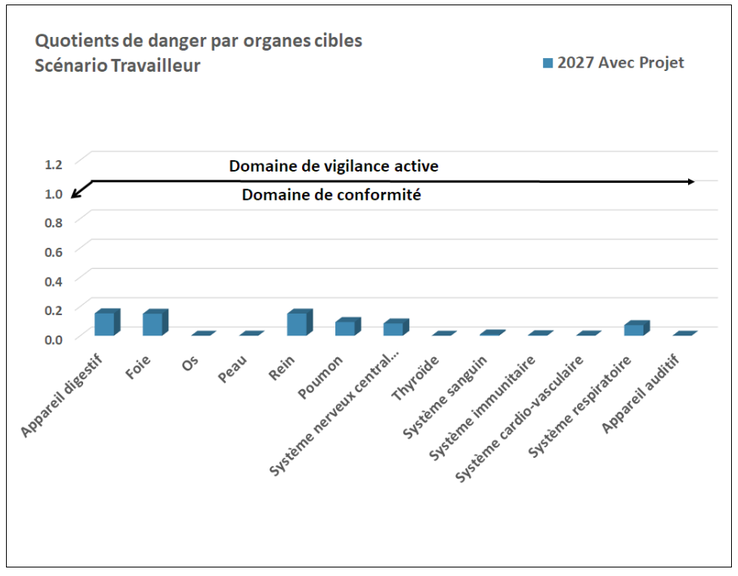


Figure 89 : Quotients de danger cumulés par organes-cibles- Scénario travailleur

En tenant compte uniquement des concentrations dans l'air induites par les émissions provenant des voies de circulation du réseau d'étude ainsi que celles des voies des autoroutes, Il est possible de constater que :

- Les Quotients de Danger (QD) sont tous inférieurs à 1, et cela, même en les additionnant par organe-cible. Les QD et QD cumulés sont tous situés dans le domaine de conformité, quels que soient les horizons et scénarios examinés.
- Les QD calculés pour les résidents de la zone d'étude (riverains) pour la situation projetée sont équivalents aux QD calculés en situation Fil de l'eau (différences non significatives entre les valeurs des QD).

La réalisation du projet n'est pas de nature à exercer d'impact significatif sur la santé des populations environnantes comparativement à la situation sans projet (différences minimes voire négligeables pour les valeurs des indicateurs sanitaires entre les situations 'Fil de l'Eau' et 'projet') pour ce qui concerne les effets à seuils.
La localisation du projet n'engendre pas de risque sanitaire significatif pour les effets à seuil pour les futurs travailleurs au sein du projet (scénario travailleur situation projetée) comparativement aux riverains de la zone d'étude ne travaillant pas au sein du projet (scénario résident situation projetée).

Cas particulier des substances sans VTR

Certaines substances étudiées dans ce document ne possèdent pas de VTR. Néanmoins, l'Anses recommande de comparer les résultats obtenus en concentration moyenne avec les recommandations annuelles de l'OMS en ce qui concerne le dioxyde d'azote (NO_2) et les particules PM10 et PM2,5.

Les résultats obtenus sont reportés dans les tableaux suivants. Sont comparées les concentrations maximales calculées au niveau des habitations de la zone d'étude, des bâtiments vulnérables les plus exposés et de l'emprise projet pour les travailleurs du projet.

Tableau 49 : Comparaison aux recommandations de l'OMS pour les substances sans VTR – NO_2

NO_2 (µg/m³) Moyenne annuelle	Recommandation annuelle de l'OMS		10 µg/m³
	2023 Horizon actuel	2027 Sans projet	2027 Avec projet
HABITATIONS ZONE D'ETUDE - MAX	8,7	7,0	7,0
CRECHE LA PLUS EXPOSEE	3,0	2,4	2,4
Max Zone Projet	-	-	10,5
Nota Bene	*Ces résultats considèrent uniquement l'effet des émissions des brins routiers dont les trafics ont été fournis ainsi que le trafic autoroutier.*		

Seuil respecté Seuil dépassé

Tableau 50 : Comparaison aux recommandations de l'OMS pour les substances sans VTR – PM10

PM10 (µg/m³) Moyenne annuelle	Recommandation annuelle de l'OMS		15 µg/m³
	2023 Horizon actuel	2027 Sans projet	2027 Avec projet
HABITATIONS ZONE D'ETUDE - MAX	2,1	2,0	2,0
CRECHE LA PLUS EXPOSEE	0,76	0,69	0,69
Max Zone Projet	-	-	3,01
Nota Bene	*Ces résultats considèrent uniquement l'effet des émissions des brins routiers dont les trafics ont été fournis ainsi que le trafic autoroutier.*		

Seuil respecté Seuil dépassé

Tableau 51 : Comparaison aux recommandations de l'OMS pour les substances sans VTR – PM2,5

PM2,5 (µg/m³) Moyenne annuelle	Recommandation annuelle de l'OMS		5 µg/m³
	2023 Horizon actuel	2027 Sans projet	2027 Avec projet
HABITATIONS ZONE D'ETUDE - MAX	1,5	1,3	1,3
CRECHE LA PLUS EXPOSEE	0,54	0,45	0,45
Max Zone Projet	-	-	1,96
Nota Bene	*Ces résultats considèrent uniquement l'effet des émissions des brins routiers dont les trafics ont été fournis ainsi que le trafic autoroutier.*		

Seuil respecté Seuil dépassé

En considérant uniquement les émissions des brins du réseau d'étude et celles des autoroutes environnantes, il est possible de constater que les recommandations annuelles de l'OMS pour le NO_2, les PM10 et les PM2,5 sont respectées aux horizons 2023 et 2027 en situations « actuelle », « Fil de l'eau »et « Projet », pour les lieux vulnérables et les riverains de la zone d'étude. Il en va de même pour les PM10 et les PM2.5 pour les travailleurs sur l'emprise projet. En revanche, pour le NO_2, la recommandation annuelle de l'OMS est dépassée pour la concentration maximale modélisée sur l'emprise projet pour les travailleurs.
Les concentrations en NO_2, PM10 et PM2,5 calculées à l'horizon futur 2027 (sans ou avec projet) sont inférieures à celles calculées en situation actuelle.

La réalisation du projet en comparaison à la situation sans projet ne va pas modifier l'exposition des populations de la zone d'étude (riverains). Les différences de concentrations sont nulles ou négligeables entre les situations projet et fil de l'eau.

18.4. ÉVALUATION DE L'INDICATEUR SANITAIRE POUR LES EFFETS SANS SEUILS : CALCUL DE L'EXCÈS DE RISQUE INDIVIDUEL (ERI)

Cet indicateur représente le nombre de cancer en excès au sein d'une population exposée à un certain niveau de polluant par rapport à une population non exposée. On parle d'excès de risque car cette probabilité est liée à l'exposition au polluant considéré et s'ajoute au risque de base présent dans la population.

En France, l'INVS utilise la valeur de 10^{-5}, cette valeur est reprise dans la Circulaire du 09 août 2013 relative à la démarche de prévention et de gestion des risques sanitaires des installations soumises à autorisation. Ce seuil signifie que sur une population de 100 000 habitants exposée à un composé pour un niveau donné, il sera observé 1 cas de cancer supplémentaire par rapport à une population de même effectif non exposée.

Les ERI calculés pour les différents scénarios sont présentés dans le tableau et les figures ci-après.

En considérant les ERI par composés, pour l'ensemble des horizons, situations et scénarios d'exposition (enfant, résident, travailleur), il est observé que ceux-ci sont tous situés dans le domaine de conformité (c'est-à-dire inférieurs à la valeur seuil de 10^{-5}).

En considérant les ERI cumulés, il est possible de constater que ceux-ci sont également tous inclus dans le domaine de conformité, pour tous les horizons et scénarios situations et scénarios d'exposition (enfant, résident, travailleur).

En tenant compte uniquement des concentrations dans l'air induites par les émissions provenant des voies de circulation du réseau d'étude ainsi que celles des autoroutes environnantes, il est possible de constater que :
-Les ERI par composé et les ERI cumulés sont tous inférieurs à 10^{-5} et donc tous situés dans le domaine de conformité, quels que soient les horizons, situations et scénarios d'exposition examinés.
-Les ERI cumulés à l'horizon futur sont tous inférieurs à ceux en situation actuelle.
-Les ERI cumulés calculés pour les riverains de la zone d'étude en situation projetée sont équivalents aux ERI cumulés calculés en situation Fil de l'eau (différences non significatives entre les valeurs des ERI cumulés).

La réalisation du projet n'est pas de nature à exercer d'impact significatif sur la santé des populations environnantes comparativement à la situation sans projet (différences négligeables pour les valeurs des indicateurs sanitaires entre les situations 'Fil de l'Eau' et 'projet') pour ce qui concerne les effets sans seuils.
La localisation du projet n'engendre pas de risque sanitaire significatif pour les effets sans seuil pour les futurs travailleurs au sein du projet (scénario travailleur situation projetée) comparativement aux riverains de la zone d'étude ne travaillant pas au sein du projet (scénario résident situation projetée).

❖ **Scénario enfant**

Tableau 52 : Excès de risque individuel – scénario « Enfant »

ENFANT	2023 Situation actuelle	2027 Sans projet	2027 Avec projet
Acétaldéhyde	8,93E-09	7,05E-09	7,05E-09
Arsenic	1,42E-11	1,58E-11	1,58E-11
Benzène	1,38E-07	8,88E-08	8,88E-08
1,3-butadiène	5,00E-10	4,58E-10	4,58E-10
Cadmium	5,39E-10	6,05E-10	6,05E-10
Chrome	2,03E-07	2,18E-07	2,18E-07
Dioxines	2,18E-11	1,56E-11	1,56E-11
Éthylbenzène	4,47E-09	3,13E-09	3,13E-09
Formaldéhyde	3,99E-08	3,08E-08	3,09E-08
Furanes	9,33E-12	6,69E-12	6,69E-12
Naphtalène	4,35E-08	4,33E-08	4,34E-08
Nickel	7,68E-11	8,85E-11	8,86E-11
Plomb	5,86E-12	6,53E-12	6,54E-12
Particules diesel	3,65E-06	2,15E-06	2,15E-06
16 HAP eq. BaP	2,29E-08	2,33E-08	2,33E-08
CUMULE	**4,11E-06**	**2,56E-06**	**2,56E-06**

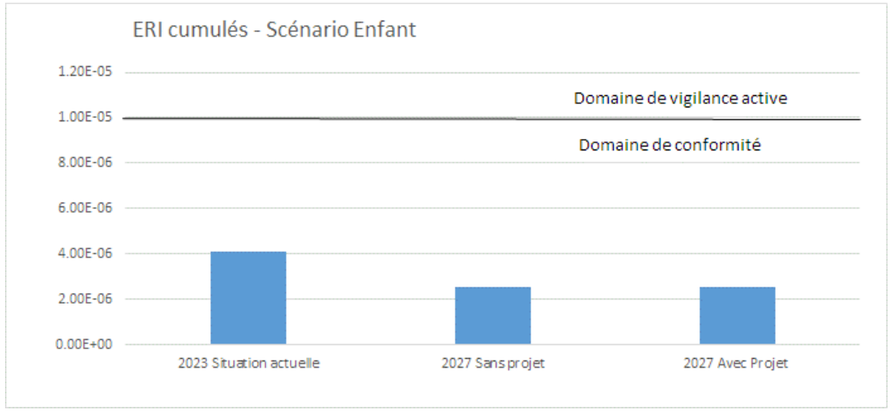


Figure 90 : ERI cumulés – scénario enfant (de 0 à 11 ans) - Crèches existantes

❖ **Scénario résident**

Tableau 53 : Excès de risque individuel – scénario « Résident »

RÉSIDENT	2023 Situation actuelle	2027 Sans projet	2027 Avec projet
Acétaldéhyde	1,28E-08	1,01E-08	1,01E-08
Arsenic	2,04E-11	2,27E-11	2,27E-11
Benzène	2,01E-07	1,30E-07	1,30E-07
1,3-butadiène	7,19E-10	6,59E-10	6,59E-10
Cadmium	7,75E-10	8,70E-10	8,70E-10
Chrome	2,91E-07	3,11E-07	3,12E-07
Dioxines	3,12E-11	2,24E-11	2,24E-11
Éthylbenzène	6,53E-09	4,57E-09	4,58E-09
Formaldéhyde	5,73E-08	4,44E-08	4,44E-08
Furanes	1,34E-11	9,61E-12	9,61E-12
Naphtalène	6,25E-08	6,23E-08	6,24E-08
Nickel	1,11E-10	1,28E-10	1,28E-10
Plomb	8,42E-12	9,38E-12	9,39E-12
Particules diesel	5,24E-06	3,09E-06	3,09E-06
16 HAP eq. BaP	3,27E-08	3,33E-08	3,34E-08
CUMULE	**5,91E-06**	**3,68E-06**	**3,68E-06**

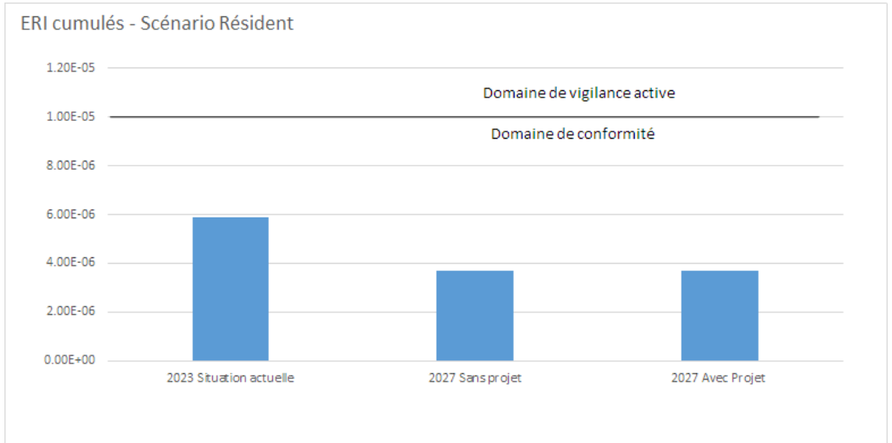


Figure 91 : ERI cumulés – scénario résident

❖ **Scénario travailleur**

Tableau 54 : Excès de risque individuel – scénario « Travailleur »

TRAVAILLEUR	2027 Avec projet
Acétaldéhyde	7,14E-09
Arsenic	1,63E-11
Benzène	7,77E-08
1,3-butadiène	4,60E-10
Cadmium	6,20E-10
Chrome	2,33E-07
Dioxines	1,62E-11
Éthylbenzène	2,74E-09
Formaldéhyde	3,13E-08
Furanes	6,94E-12
Naphtalène	4,45E-08
Nickel	8,85E-11
Plomb	6,74E-12
Particules diesel	2,23E-06
16 HAP eq. BaP	2,47E-08
CUMULE	**2,65E-06**

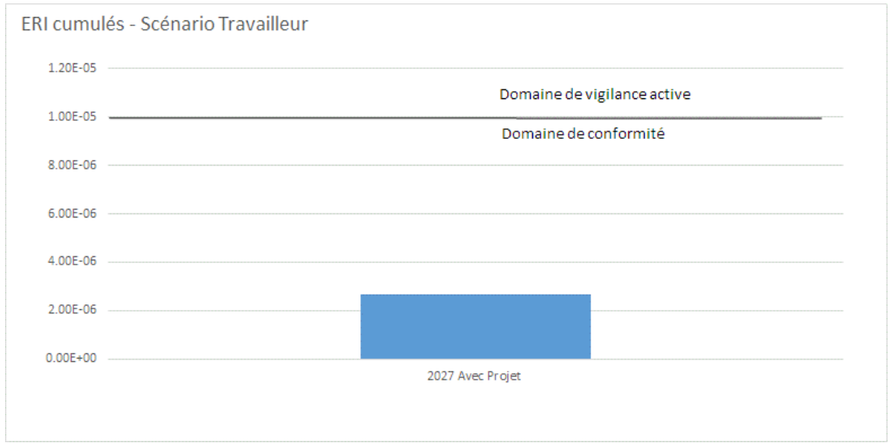


Figure 92 : ERI cumulés – scénario travailleur

18.5. ÉVALUATION DE L'INDICATEUR SANITAIRE POUR LES EFFETS AIGUS : COMPARAISON AVEC LES RECOMMANDATIONS DE L'OMS

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) recommande des seuils en dessous desquels une exposition à ces concentrations ne révèle aucun effet sur la santé.

Les concentrations maximales (horaires ou journalières) au niveau de chaque type de lieu vulnérable, ainsi que celles correspondant au maximum des concentrations relevées au niveau des habitations des riverains et celle sur l'emprise projet pour les travailleurs, sont comparées aux recommandations journalières et horaires de l'OMS pour le NO_2, les PM10 et les PM2,5.
Il est alors obtenu les résultats regroupés dans les tableaux ci-après.

Tableau 55 : Comparaison aux recommandations de l'OMS pour les effets aigus – NO_2

NO_2 (µg/m³) Maximum journalier	Recommandation journalière de l'OMS		25 µg/m³
	2023 Horizon actuel	2027 Sans projet	2027 Avec projet
HABITATIONS ZONE D'ETUDE - MAX	13,3	10,7	10,7
CRECHE LA PLUS EXPOSEE	5,0	4,0	4,0
Max Zone Projet	-	-	18,1
NO_2 (µg/m³) Maximum horaire	Recommandation horaire de l'OMS		200 µg/m³
	2023 Horizon actuel	2027 Sans projet	2027 Avec projet
HABITATIONS ZONE D'ETUDE - MAX	31,5	25,6	25,6
CRECHE LA PLUS EXPOSEE	15,2	12,1	12,1
Max Zone Projet	-	-	47,6
Nota Bene	*Ces résultats considèrent uniquement l'effet des émissions des brins routiers dont les trafics ont été fournis ainsi que le trafic autoroutier.*		

Seuil respecté Seuil dépassé

Tableau 56 : Comparaison aux recommandations de l'OMS pour les effets aigus – PM10

PM10 (µg/m³) Maximum journalier	Recommandation journalière de l'OMS		45 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 3 jours par an
	2023 Horizon actuel	2027 Sans projet	2027 Avec projet
HABITATIONS ZONE D'ETUDE - MAX	3,3	3,1	3,1
CRECHE LA PLUS EXPOSEE	1,3	1,2	1,2
Max Zone Projet	-	-	5,1
Nota Bene	*Ces résultats considèrent uniquement l'effet des émissions des brins routiers dont les trafics ont été fournis ainsi que le trafic autoroutier.*		

Seuil respecté Seuil dépassé

Tableau 57 : Comparaison aux recommandations de l'OMS pour les effets aigus – PM2,5

PM2,5 (µg/m³) Maximum journalier	Recommandation journalière de l'OMS		15 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 3 jours par an
	2023 Horizon actuel	2027 Sans projet	2027 Avec projet
HABITATIONS ZONE D'ETUDE - MAX	1,5	1,3	1,3
CRECHE LA PLUS EXPOSEE	0,54	0,45	0,45
Max Zone Projet	-	-	1,96
Nota Bene	*Ces résultats considèrent uniquement l'effet des émissions des brins routiers dont les trafics ont été fournis ainsi que le trafic autoroutier.*		

Seuil respecté Seuil dépassé

En considérant uniquement les émissions des brins du réseau d'étude et celles des autoroutes environnantes, pour le NO_2 en moyenne horaire et journalière et pour les particules PM10 et PM2,5 en moyenne journalière, les recommandations de l'OMS sont respectées en situation « Actuelle » 2023 et à l'horizon 2027 en situations « Fil de l'eau » et « Projet », pour les lieux vulnérables existants, les riverains de la zone d'étude et les travailleurs au sein projet.

Les concentrations maximales horaires et/ou journalières en NO_2, PM10 et PM2.5 calculées à l'horizon futur sont inférieures à celles calculées en situation actuelle.
La réalisation du projet en comparaison à la situation sans projet ne va pas modifier l'exposition des populations d'ores et déjà présentes sur la zone d'étude (les différences de concentrations sont très faibles voire négligeables entre les situations projet et fil de l'eau).
Les concentrations calculées pour les travailleurs sur l'emprise projet sont légèrement supérieures à celles calculées pour les riverains de la zone d'étude, à horizon équivalent mais demeurent très faibles en valeurs absolues.

En définitive, les futurs travailleurs du projet ne seront pas significativement plus exposés à la pollution atmosphérique (NO_2, PM10 et PM2.5, en moyenne journalière et horaire) que les riverains de la zone d'étude et l'exposition de ces derniers ne sera pas significativement modifiée par la réalisation du projet.

18.6. INCERTITUDES RELATIVES À L'EQRS

L'évaluation quantitative des risques sanitaires est segmentée en quatre étapes qui sont respectivement sujettes à des incertitudes spécifiques [Hubert, 2003].
Le tableau ci-dessous reprend de façon schématique les différentes étapes et les incertitudes qui leur sont associées.

Étape 1 : Identification du danger *Quels sont les effets néfastes de l'agent et son mode de contact ?*	• Interaction de mélanges de polluants • Produits de dégradation des molécules mal connus • Données pas toujours disponibles pour l'Homme ou même l'animal
Étape 2 : Choix de la VTR *Quelle est la relation entre la dose et la réponse de l'organisme ?*	• Extrapolation des observations lors d'expérimentation à dose moyenne vers les faibles doses d'exposition de populations • Transposition des données d'une population vers une autre (utilisation de données animales pour l'Homme) • Analogie entre les effets de plusieurs facteurs de risques différents (analogie entre différents polluants)
Étape 3 : Estimation de l'Exposition *Qui, où, combien et combien de temps en contact avec l'agent dangereux ?*	• Difficulté à déterminer la contamination des différents médias d'exposition (manque ou erreur de mesure, variabilité des systèmes environnementaux, pertinence de la modélisation) • Mesure de la dose externe, interne et biologique efficace • Difficulté pour définir les déplacements, temps de séjours, activité, habitudes alimentaires de la population
Étape 4 : Caractérisation du risque *Quelle est la probabilité de survenue du danger pour un individu dans une population donnée ?*	• Méconnaissance de l'action de certains polluants (VTR non validées) • Hypothèses posées en termes de dispersion des polluants influencent le résultat • Calcul de l'impact sanitaire qui rajoute un niveau d'incertitude

Identification des dangers

L'identification des dangers est une démarche qualitative initiée par un inventaire des différents produits susceptibles de provoquer des nuisances d'ordre sanitaire.
À ce stade, les incertitudes sont liées au défaut d'information et aux controverses scientifiques.
Dans le cas présent, l'EQRS a porté sur les polluants dont les effets sont connus. Les autres ont été exclus de la démarche car les substances ont été jugées non pertinentes ou bien tout simplement car l'information n'existe pas.
Ces substances n'ont pas encore de facteurs d'émission. Toutefois, la proximité des valeurs de référence avec les teneurs ambiantes, et/ou la sévérité des effets sanitaires, amènent les spécialistes à recommander des recherches sur leurs facteurs d'émission.

Évaluation des incertitudes sur l'évaluation de la toxicité

L'identification exhaustive des dangers potentiellement induits pour l'Homme, le risque lié à des substances non prises en compte dans l'évaluation et la possibilité d'interaction de polluants tendent à sous-estimer le risque en raison du manque de connaissances et de données dans certains domaines.
Les études toxicologiques et épidémiologiques présentent des limites. Les VTR sont établies principalement à partir d'études expérimentales chez l'animal, mais également à partir d'études et d'enquêtes épidémiologiques chez l'Homme. L'étape qui génère l'incertitude la plus difficile à appréhender est sans doute celle de la construction des relations dose-réponse, étape initiale de l'établissement des **V**aleurs **T**oxicologiques de **R**éférence [VTR]. Il est rappelé que pour le cas des produits cancérogènes sans effet de seuils, ces VTR sont considérées comme étant des probabilités de survenue de cancer excédentaire par unité de dose.
Lorsque les VTR sont établies à partir de données animales, l'extrapolation à l'homme se réalise en général en appliquant des facteurs de sécurité (appelés aussi facteurs d'incertitude ou facteurs d'évaluation) aux seuils sans effet néfaste définis chez l'animal.
Lorsque la VTR est établie à partir d'une étude épidémiologique conduite chez l'Homme (par exemple sur une population de travailleurs), l'extrapolation à la population générale s'effectue également en appliquant un facteur de sécurité afin de tenir compte notamment de la différence de sensibilité des deux populations.
Ainsi, les facteurs de sécurité ont-ils pour but de tenir compte des incertitudes et de la variabilité, liées à la transposition inter-espèces, à l'extrapolation des résultats expérimentaux ou aux doses faibles, et à la variabilité entre les individus au sein de la population.
Ces facteurs changent d'une substance à une autre.
Pour certaines d'entre elles, il n'y a purement pas de facteur de quantification en l'état actuel des connaissances.

Incertitudes sur l'évaluation de l'exposition

Quatre types d'incertitudes peuvent être associés à l'évaluation de l'exposition, à savoir :
L'incertitude portant sur :

- La définition des populations et des usages ;
- Les modèles utilisés ;
- Les paramètres ;
- Les substances émises par les sources de polluants considérées.

Les phénomènes intervenant dans l'exposition des populations à une source de polluants dans l'environnement sont très nombreux. Le manque de connaissances et les incertitudes élevées autour de certains modes de transfert des polluants dans l'atmosphère amènent à utiliser des représentations mathématiques simples pour modéliser la dispersion. À noter que ces représentations mathématiques induisent des incertitudes difficilement quantifiables.

Caractérisation du risque

Dernière étape de l'EQRS : la caractérisation du risque, ce dernier étant défini ici comme une « éventualité » d'apparition d'effets indésirables.
Pour les produits cancérogènes sans effet de seuils, la quantification du risque consiste à mettre en relation - pour les différentes voies d'exposition identifiées- les VTR et les doses d'exposition, cela afin d'arriver à une prédiction sur l'apparition de cancers parmi une population exposée. Les incertitudes inhérentes à cette étape concernent, outre les modèles conceptuels utilisés pour estimer les doses pour les voies d'exposition considérées, les valeurs numériques des facteurs d'exposition qui influencent les résultats des calculs de dose (facteur d'ingestion, fréquence et durée d'exposition, masse corporelle, etc.).

18.7. SYNTHÈSE DE L'EQRS – IMPACT DU PROJET SUR LA SANTÉ

Voie d'exposition inhalation

L'étude trafic fait ressortir que la réalisation du projet se traduira par une légère hausse des volumes de trafic par rapport à la situation 'Fil de l'Eau' sur les voies du réseau d'étude.

En considérant uniquement les émissions des brins du réseau d'étude et celles ces autoroutes environnantes, il est constaté que :

- En situation « actuelle » et à l'horizon futur 2027 (avec et sans projet) et pour tous les scénarios d'exposition étudiés (enfant en bas âge, riverain de la zone d'étude, travailleur au sein du projet), tous les Quotients de Danger sont inférieurs à 1 (domaine de conformité), cela même en les additionnant par organe-cible.
- Les Excès de Risque Individuels par composé et en cumul sont tous inclus dans le domaine de conformité (c'est-à-dire inférieurs à la valeur seuil de 10^{-5} correspondant à 1 cas de cancer supplémentaire pour 100 000 personnes exposées, comparé à une population non exposée) en situation « actuelle » et à l'horizon futur 2027 (avec et sans projet) sur la zone d'étude, quel que soit le scénario d'exposition étudié (enfant, riverain de la zone d'étude, travailleur au sein du projet).
- Aucune différence significative n'est relevée concernant les indicateurs sanitaires calculés pour les riverains la zone d'étude, entre les situations avec projet (2027) et sans projet (2027).

L'aménagement projeté n'est pas de nature a priori à exercer d'impact significatif sur la santé des riverains de la zone d'étude comparativement à la situation sans projet (différences minimes voire négligeables pour les valeurs des indicateurs sanitaires entre les situations 'Fil de l'Eau' et 'projet').

19. IMPACT DU PROJET SUR LES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE DU RESEAU D'ETUDE

19.1. GÉNÉRALITÉS : GES ET TRANSPORT ROUTIER

Selon les inventaires du CITEPA (Centre interprofessionnel technique d'études de la pollution atmosphérique), en faisant exception de l'année 2020 exceptionnelle du fait des mesures de restriction de déplacement liée à la lutte contre l'épidémie de Covid-19, les émissions de GES en équivalent dioxyde de carbone du trafic routier sont dans l'ensemble en baisse après plusieurs années de faible hausse (cf. schéma ci-après).

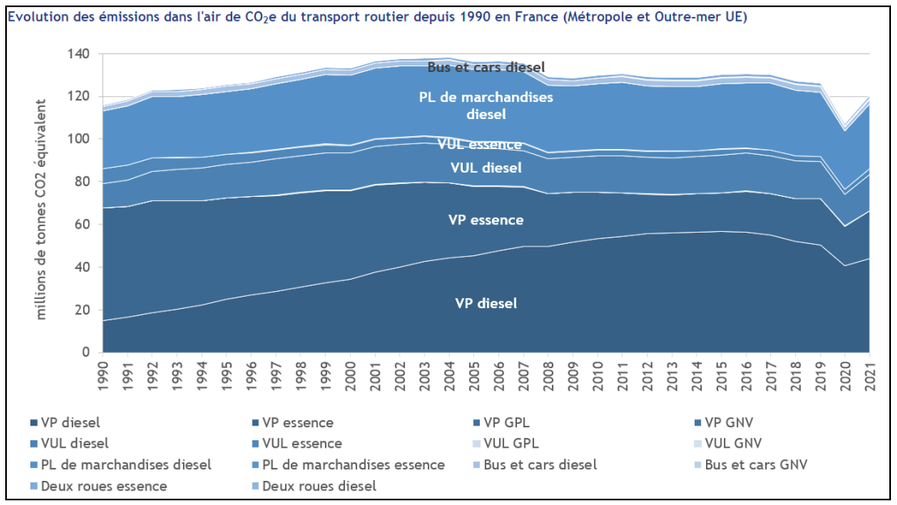


Figure 93 : Évolution des émissions de GES en équivalent CO_2 du transport routier (Source : Citepa, avril 2023 - Format SECTEN)

Cette baisse s'explique par la dédiésélisation du parc de véhicules particuliers, conjuguée à la baisse des consommations moyennes par véhicule.

Le diagramme suivant présente les émissions de GES par type de transports en France, en 2021. Il est possible d'observer que les véhicules particuliers sont les principaux émetteurs de GES, tous transports confondus.

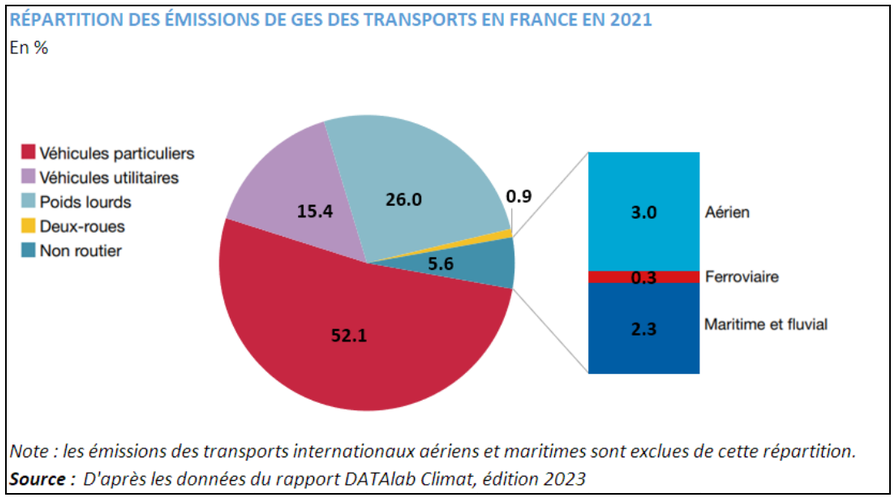


Figure 94 : Émissions de GES par type de transports en France (source : D'après les données DataLAB Climat ; Chiffres clés du climat France, Europe et Monde - édition 2023 ; Ministère de la Transition Énergétique**)**

19.2. ÉMISSIONS DE GES SUR LE RÉSEAU D'ÉTUDE

La quantification des **G**az à **E**ffet de **S**erre a été effectuée au moyen du logiciel COPERT pour les émissions engendrées par le trafic routier sur le réseau d'étude.

Pour mémoire, les émissions de gaz à effet de serre dépendent directement :

- Du type de véhicule (2R / VP / VUL / PL, essence/diesel, cylindrée) ;
- De la technologie du véhicule (conventionnel, euro 1 à 6) ;
- Des paramètres liés à la circulation (vitesse, pente, moteur froid etc.).

Les quantités des gaz à effet de serre émis par le trafic routier sur le réseau d'étude considéré sont reportées en figure et dans le tableau suivants.

Tableau 58: Quantité de GES produit par le trafic routier sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

[kilo équivalent 100 ans CO_2/jour]	2023 Actuel	2027 Sans projet	2027 Avec projet
CO_2 [PRG = 1]	48 911,3	53 593,9	53 749,3
N_2O [PRG = 265]	698,5	755,4	757,6
CH_4 [PRG = 30]	28,6	23,8	23,9
TOTAL	**49 638,4**	**54 373,2**	**54 530,8**

PRG : pouvoir de réchauffement global – les PRG considérés sont ceux fournis par l'ADEME *via* le 5e rapport du GIEC de 2013[30]

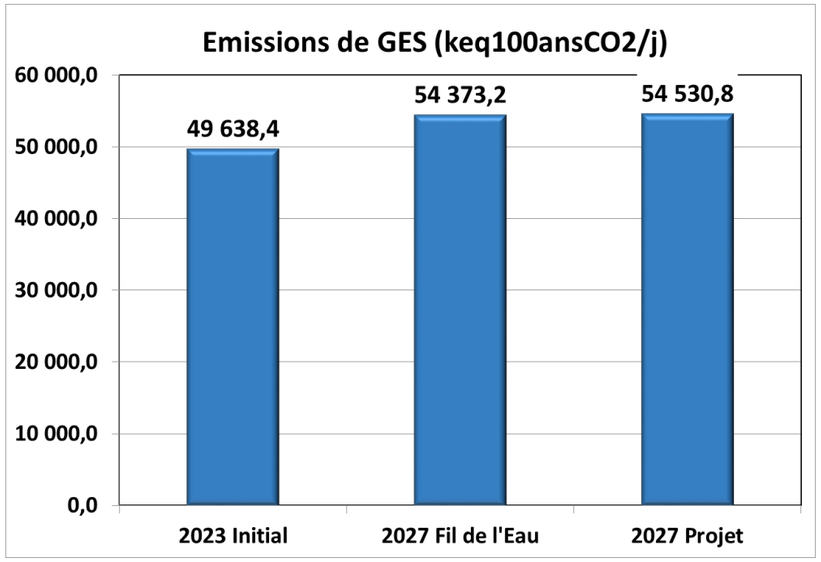


Figure 95: Émissions des gaz à effet de serre (kg équivalent 100 ans CO_2/jour) sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

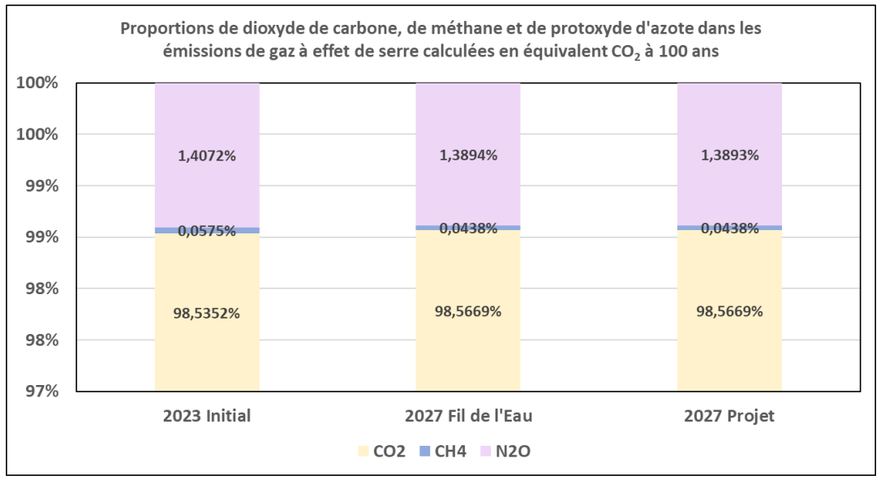


Figure 96: Proportions de dioxyde de carbone, de méthane et de protoxyde d'azote dans les émissions de GES calculées sur le réseau d'étude

Les quantités de GES sont dépendantes de la tendance des consommations en carburant. Par rapport à la situation actuelle, sur le réseau d'étude, les émissions de GES augmentent en 2027 de 9,5 % en situation Fil de l'Eau et de 9,9 % en situation projet. Cela étant à corréler avec les variations des consommations énergétiques, elles-mêmes liées aux variations des VK.
Sur le réseau d'étude, par rapport à la situation Fil de l'Eau, la réalisation du projet induit une hausse des émissions de GES de 0,3 % en 2027.

Répartition des différents GES émis

Bien que le méthane et le protoxyde d'azote possèdent un PRG beaucoup plus important que celui du dioxyde de carbone, ces deux composés ne représentent qu'une faible partie des émissions (cf. figure suivante).

Le dioxyde de carbone provient de la combustion de combustibles fossiles. Il est important de garder en mémoire que la réduction des émissions des gaz à effet de serre provenant du trafic routier passe par la décarbonation du parc roulant *via* le développement des véhicules électriques et/ou hybrides.

[30] http://www.bilans-ges.ademe.fr/documentation/UPLOAD_DOC_FR/index.htm?prg.htm

20. COUTS COLLECTIFS DES GAZ À EFFET DE SERRE ET DES IMPACTS SANITAIRES DE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE

20.1. COUTS SANITAIRES LIES AUX EMISSIONS DE POLLUANTS ATMOSPHERIQUES

20.1.1. Généralités

Il est extrêmement complexe de calculer le coût social, économique et sanitaire, car selon les polluants étudiés, les types de coûts et les valeurs retenues, des écarts sont observés dans les résultats.
Toutefois quelques résultats sont disponibles suite à la réalisation de quelques études :

- En avril 2005, le rapport Cafe CBA, "Baseline analysis 2000 to 2020", publié en 2005 dans le cadre du programme "Clean air for Europe" par la Commission européenne estime entre 68 à 97 milliards d'euros le coût monétarisé moyen de la mortalité et de la Morbidité, soit entre 1 154 et 1 630 euros par habitant.
- En avril 2013, le commissariat Général au Développement Durable expertise les valeurs monétaires de référence disponibles en France et dans l'Union Européenne pour chiffrer le coût des impacts sanitaires associés à la pollution de l'air. En France ils sont estimés entre 20 et 30 milliards d'euros, ce qui représente 400 euros par habitant. Ces frais prennent en considération les consultations, les hospitalisations, les médicaments, les soins et les indemnités journalières.
- En avril 2015, le Commissariat Général au Développement Durable publiait un rapport sur les coûts des impacts sanitaires de la pollution atmosphérique en France. Bilan : une facture de 1 à 2 milliards d'euros par an pour les soins de santé en France.
- En mai 2015, une étude de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) et de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) publie un rapport "Economic cost of the health impact of air pollution in Europe" [Le coût économique de l'impact sanitaire de la pollution de l'air en Europe]. Pour la France seule, le coût des décès imputables à la pollution de l'air s'élève à 48 milliards d'euros par an.
- En juillet 2015, un rapport du Sénat "pollution de l'air, le coût de l'inaction", le coût sanitaire annuel de la pollution de l'air extérieur pour la France serait estimé entre 68 et 97 milliards d'euros par an.

20.1.2. Coûts liés aux émissions du trafic routier du réseau d'étude

Le décret n°2003-767 a introduit, à propos des infrastructures de transport, un nouveau chapitre de l'étude d'impact concernant une analyse des coûts collectifs des pollutions et nuisances induits pour la collectivité.
La monétarisation des coûts s'attache à comparer avec une unité commune (l'Euro) l'impact lié aux externalités négatives (ou nuisances) et les bénéfices du projet.

Dans une fiche-outils du 03/05/2019 (*« Valeurs de référence prescrites pour le calcul socio-économique »*), le ministère de l'Environnement recommande des valeurs tutélaires de la pollution atmosphérique. Ces valeurs ne couvrent pas tous les effets externes, mais elles concernent néanmoins la pollution locale de l'air sur la base de ses effets sanitaires. Ainsi, le rapport fournit, pour chaque type de trafic (poids lourds, véhicules particuliers, véhicules utilitaires légers) et pour quelques grands types d'occupation humaine (urbain dense, urbain diffus, interurbain, etc.), une valeur de l'impact - principalement sanitaire - de la pollution atmosphérique.

Les valeurs à considérer pour l'évaluation des coûts de la pollution atmosphérique sont reportées dans le tableau ci-après.

Tableau 59 : Coûts unitaire de la pollution atmosphérique générée par le transport routier (en €$_{2015}$ / 100 véhicules x km)

Types de véhicule	Densité de population	URBAIN Très dense	URBAIN Dense	URBAIN	URBAIN Diffus	Inter URBAIN
	Valeurs tutélaires pour le transport routier (en €$_{2015}$ / 100 véhicules x km)					
	Véhicule Particulier	11,6	3,2	1,3	1,1	0,8
	VP diesel	14,2	3,9	1,6	1,3	1,0
	VP essence	4,4	1,3	0,6	0,4	0,3
	VP GPL	3,7	1,0	0,4	0,3	0,1
	Véhicule Utilitaire Léger	19,8	5,6	2,4	2,0	1,7
	VUL diesel	20,2	5,7	2,5	2,0	1,8
	VUL essence	6,3	1,8	0,7	0,5	0,3
	PL Diesel	133	26,2	12,4	6,6	4,4
	Deux-roues	6,7	1,9	0,8	0,6	0,5
	Bus	83,7	16,9	8,3	4,5	3,1

Compte tenu de la densité de population, la zone d'étude est classifiée en milieu urbain diffus (cf. tableau suivant).

Tableau 60 : Classes de densité

Densité de population de la zone d'étude	URBAIN Très dense	URBAIN Dense	URBAIN	URBAIN Diffus	Inter URBAIN
Fourchette [hab./km²]	> 4 500	1 500 -4 500	450 -1 500	37 - 450	< 37
Densité moyenne [hab./km²]	6 750	2 250	750	250	25

Le document du CGSP précise qu'il est nécessaire d'actualiser ces valeurs suivant l'évolution du parc automobile et le taux d'inflation.

La fiche-outils précise qu'il est nécessaire d'actualiser ces valeurs suivant l'évolution du parc automobile et du PIB par rapport à la population. Pour la région Grand-Est, l'évolution du PIB par habitant à retenir est de 0,6 % par an.

Au cours de la dernière décennie (2012-2022), l'inflation a été en moyenne de 1,283 % par an d'après l'INSEE. Cette valeur sera utilisée pour extrapoler les coûts à l'horizon futur.

L'application des valeurs recommandées et de leur règle d'évolution pour l'ensemble du trafic considéré conduit aux évaluations présentées dans le tableau suivant (valeurs journalières et annuelles.

Tableau 61 : Estimation des coûts de la pollution atmosphérique générée par le transport routier sur le réseau d'étude

Type de véhicules	2023 Actuel (en €$_{2023}$)	2027 Sans Projet (en €$_{2027}$)	2027 Projet (en €$_{2027}$)
Sur une journée			
VL	2 282 €	2 198 €	2 203 €
PL	961 €	1 099 €	1 104 €
Total	**3 243 €**	**3 298 €**	**3 307 €**
Sur l'ensemble de l'année			
VL	833 k€	802 k€	804 k€
PL	351 k€	401 k€	403 k€
Total	**1 184 k€**	**1 204 k€**	**1 207 k€**

Par rapport à la situation 'actuelle' 2023, le coût annuel de la pollution atmosphérique émise sur le réseau d'étude augmente pour les situations Fil de l'Eau 2027 (+1,7 %) et projet 2027 (+2,0 %).
La mise en place de l'opération engendre un faible surcoût de la pollution atmosphérique sur le réseau d'étude par rapport à la situation Fil de l'eau de 0,3 % à l'horizon 2027.

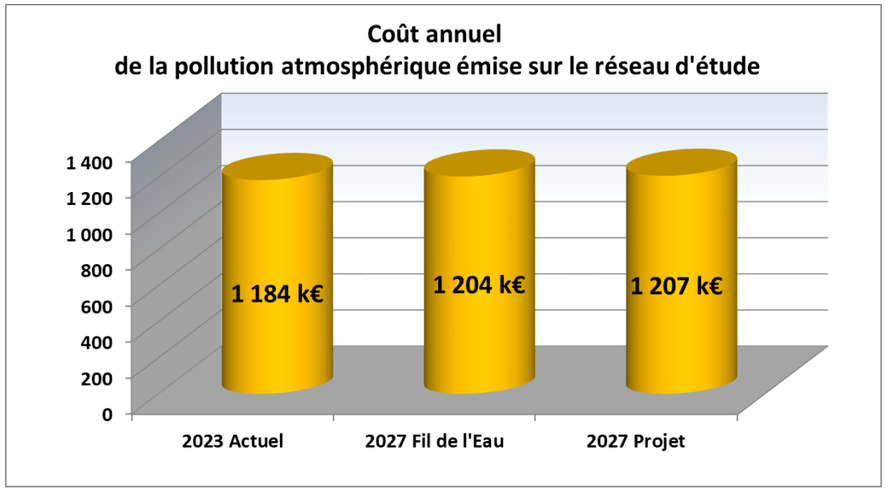


Figure 97 : Coût annuel de la pollution atmosphérique émise sur le réseau d'étude

Il est nécessaire de prendre en compte le fait que, à ce jour, lorsqu'elle est réalisée par les services instructeurs, l'estimation chiffrée des impacts sanitaires de la pollution atmosphérique se base généralement sur les trafics sans retenir : ni la répartition spatiale de la population, ni les paramètres d'exposition.

Il devrait être possible d'affiner l'estimation des coûts sanitaires en s'intéressant à l'exposition de la population, dès lors que l'on se base sur le principe d'un lien de proportionnalité entre le coût sanitaire et l'Indice Pollution Population. Diverses études sont actuellement menées sur cette thématique.

20.2. COÛTS LIÉS AUX ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE

Le coût social du carbone peut être considéré comme étant la valeur du préjudice qui découle de l'émission d'une tonne de CO_2.
La monétarisation des conséquences de l'augmentation de l'effet de serre a été déterminée par une approche dite « tutélaire », dans la mesure où la valeur monétaire recommandée ne découle pas directement de l'observation des prix de marché mais relève d'une décision de l'État, sur la base d'une évaluation concertée de l'engagement français et européen dans la lutte contre le changement climatique.

Selon le document de France Stratégie intitulé « *La valeur de l'action pour le climat* » de février 2019, les valeurs à considérer pour une tonne d'équivalent CO_2 émise sont de 135,7 €$_{2018}$ en 2023 et de 201,0 €$_{2018}$ en 2027.

Le calcul des émissions de gaz à effet de serre (GES) a été réalisé à l'aide du logiciel COPERT **V**.

La figure et le tableau suivants fournissent l'estimation des coûts des rejets de gaz à effet de serre pour toutes les situations considérées.

Le coût des émissions de Gaz à Effet de Serre augmente de manière importante à l'horizon futur par rapport à la situation actuelle, en raison de la valeur tutélaire du carbone qui croît de façon marquée.
Par rapport à la situation Fil de l'Eau, la mise en place du projet engendre un faible surcoût lié aux émissions de GES sur le réseau d'étude de 0,3 % en 2027.

Tableau 62 : Estimation des coûts des GES générés par le transport routier du réseau d'étude

	2023 Actuel (en €$_{2023}$)	2027 Sans Projet (en €$_{2027}$)	2027 Projet (en €$_{2027}$)
Sur une journée	7 178 €	12 258 €	12 294 €
Sur une année	**2 620 k€**	**4 474 k€**	**4 487 k€**

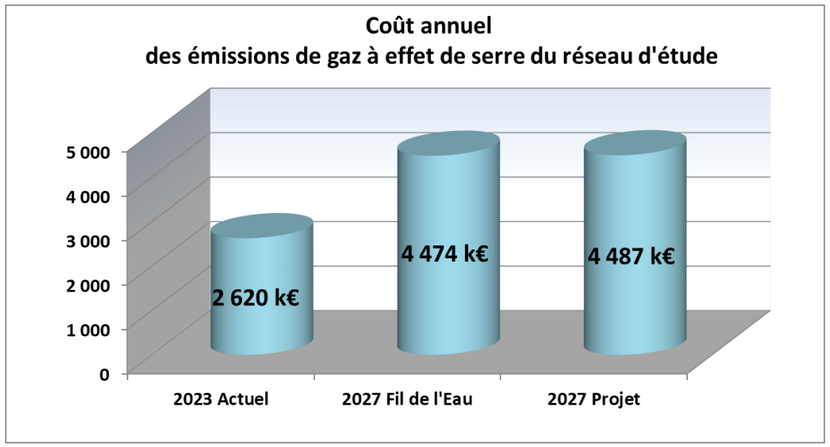


Figure 98 : Coût annuel des émissions de GES sur le réseau d'étude

21. EFFETS DE LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE ET DES GES SUR LA SANTÉ ET LE CLIMAT

21.1. EFFETS GÉNÉRAUX DE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE SUR LA SANTE

De nombreuses études épidémiologiques, dont celles pilotées par l'Institut de Veille Sanitaire (InVS), mettent en évidence une relation entre pollution de l'air et santé dans les grandes agglomérations. Le risque existe d'ailleurs à partir de faibles niveaux de pollution.
Également, il subsiste de fortes présomptions de relation synergique entre les allergènes, en particulier les pollens et les polluants atmosphériques.
En outre, les effets sanitaires de la pollution de l'air varient selon les individus. Les sujets les plus sensibles sont ainsi :

- Les enfants, dont le système respiratoire en pleine évolution est davantage sensible aux agressions ;
- Les personnes âgées qui présentent des défenses immunitaires plus faibles et souvent des fragilités du système respiratoire et cardiovasculaire ;
- Les sujets atteints de troubles cardiovasculaires ou respiratoires (asthme, rhinite allergique, bronchite chronique) ;
- Les sujets en activité physique intense (sport ou travaux) qui respirent 5 à 15 fois plus qu'un individu au repos et s'exposent ainsi à des quantités supérieures de polluants.

Les polluants chimiques qui suscitent les plus fortes préoccupations en termes de santé publique sont listés ci-dessous :

- Les particules de l'air extérieur, classées comme cancérigènes pour l'Homme depuis 2013 par le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC). La toxicité de ces particules provient à la fois de leur composition et de leur taille ;
- Les particules fines PM2,5 de diamètre inférieur à 2,5 µm ont un impact sur la mortalité et la morbidité cardio-respiratoire ;
- L'ozone composé ayant un fort pouvoir oxydant est un gaz agressif qui, à fortes concentrations peut pénétrer jusqu'aux voies respiratoires les plus fines et causer de graves problèmes sanitaires ;
- Le dioxyde d'azote substance fortement irritante des voies respiratoires et dont les principaux effets respiratoires décrits chez l'Homme sont des essoufflements, des obstructions bronchiques, des crises d'asthme, ou encore des bronchites ;
- Les composés organiques volatils (benzène, formaldéhyde, 1,3-butadiène, etc.) ;
- Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP tels que le benzo[a]pyrène) ;
- Les métaux (tels que l'arsenic, le chrome et le cadmium) ;
- Des agents biologiques, tels que les pollens et moisissures, peuvent également être responsables d'effets sur la santé.

Cependant, afin de définir le risque toxicologique des émissions automobiles à l'égard de la santé humaine, il faut considérer un ensemble, c'est à dire étudier la composition chimique d'un mélange gaz/particules et analyser la toxicité, l'interaction et les synergies des éléments qui le composent. Les connaissances dans ce domaine sont moins développées.

En sus, il existe plusieurs types d'interactions entre polluants de l'air et pollens puisque certains polluants chimiques de l'air peuvent favoriser la réaction allergique en abaissant le seuil de réactivité bronchique et/ou en accentuant l'irritation des muqueuses nasales ou oculaires et peuvent également agir sur les grains de pollen, par exemple via la déformation ou la rupture de la paroi du grain de pollen, qui leur permettrait ensuite de pénétrer plus profondément dans le système respiratoire que les grains de pollen entiers.

Les oxydes d'azotes (NOx)

Les oxydes d'azote (NOx) regroupent essentiellement deux molécules : le monoxyde d'azote [NO] et le dioxyde d'azote [NO_2].
Les oxydes d'azote proviennent essentiellement de procédés fonctionnant à haute température.

Les principaux effets des oxydes d'azote sur la santé humaine se manifestent par une altération de la fonction respiratoire, une hyper réactivité bronchique chez l'asthmatique et des troubles de l'immunité du système respiratoire.
Les oxydes d'azote sont des gaz très irritants. Ils pénètrent profondément dans l'arbre bronchique entraînant toux, irritations, étouffements, sensibilisation des bronches aux infections microbiennes, changements fonctionnels (baisse de l'oxygénation) …
La relation entre les NOx et les descripteurs sanitaires (mortalité, morbidité…) est difficile à établir et à mettre en évidence car leur teneur est fortement corrélée avec celle des autres polluants.

Les particules (PM)

Les particules peuvent irriter les voies respiratoires inférieures et altérer la fonction respiratoire (surtout chez l'enfant et les personnes sensibles).
Plus une particule est fine, plus sa toxicité potentielle est élevée car elle pénètre plus profondément dans le dans l'appareil trachéo-pulmonaire et dans l'organisme (cf. figure ci-après).

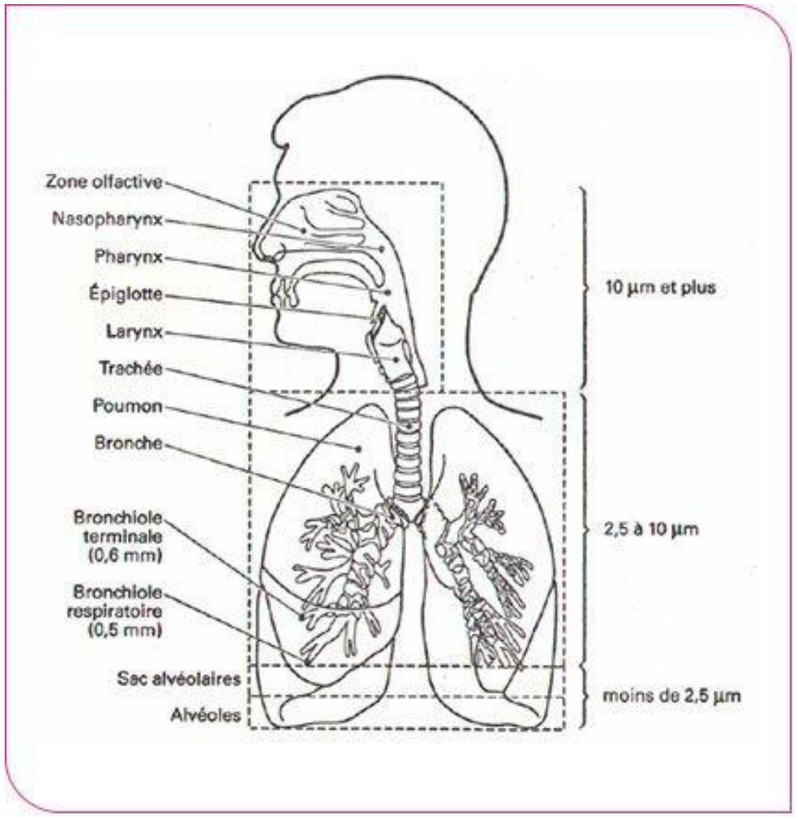


Figure 99: Pénétration des particules dans l'organisme

Les particules de taille inférieure à 10 µm (particules inhalables PM10) peuvent entrer dans les poumons mais sont retenues par les voies aériennes supérieures, tandis que les particules de taille inférieure à 2,5 µm pénètrent profondément dans l'appareil respiratoire et peuvent atteindre les alvéoles pulmonaires. Selon l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé), les particules dites « ultra fines » (diamètre particulaire inférieur à 0,1 µm) sont suspectées de provoquer des effets néfastes sur le système cardiovasculaire.
La taille des particules et la profondeur de leur pénétration dans les poumons déterminent la vitesse d'élimination des particules. Sur un même laps de temps (24 heures), plus de 90 % des particules supérieures à 6 µm sont éliminées, alors que seulement moins de 30 % des particules inférieures à 1 µm le sont.
L'une des propriétés les plus dangereuses des poussières est de fixer des molécules gazeuses irritantes ou toxiques présentes dans l'atmosphère (par exemple, des sulfates, des métaux lourds, des hydrocarbures). Ainsi, les particules peuvent avoir des conséquences importantes sur la santé humaine et être responsables de maladies pulmonaires chroniques de type asthme, bronchite, emphysèmes (les alvéoles pulmonaires perdent de leur élasticité et se rompent) et pleurésies (inflammation de la plèvre, la membrane qui enveloppe chacun de nos poumons).
Ces effets (irritations des voies respiratoires et/ou altérations de la fonction respiratoire) s'observent même à des concentrations relativement basses.
Certaines particules ont aussi des propriétés mutagènes et cancérogènes (particules diesel).

En octobre 2013, le Centre international de Recherche sur le Cancer (CIRC) a classé les particules issues des moteurs diesel comme étant cancérogènes pour l'homme (Groupe 1), sur la base d'indications suffisantes prouvant qu'une telle exposition est associée à un risque accru de cancer du poumon.

Les études publiées à ce jour permettent de dresser le tableau suivant pour les effets aigus des particules :

- Les particules plus grandes que les PM10 n'ont, pour ainsi dire, aucun effet.
- Les particules grossières (différence massique estimée entre les PM10 et les PM2,5 ou entre les PM10 et les PM1), tout comme les particules fines (dont la masse estimée se situe à PM2,5 ou PM1) ou encore les particules ultrafines (estimées en nombre, pour les tailles inférieures à 0,1 µm) ont des incidences sur la mortalité et la morbidité. Leurs effets sont largement indépendants les uns des autres.
- La fraction grossière des PM10 est plus fortement corrélée avec la toux, les crises d'asthme et la mortalité respiratoire, alors que les fractions fines ont une incidence plus forte sur les dysfonctionnements du rythme cardiaque ou sur l'augmentation de la mortalité cardio–vasculaire. Mais les effets des particules fines ne s'expliquent pas uniquement par ceux des particules ultrafines, pas plus que les effets des particules grossières ne s'expliquent par ceux des particules fines.
- Compte tenu des concentrations et des variations que l'on rencontre habituellement aujourd'hui, les fractions grossières, fines et ultrafines ont des effets de même importance.
- Les effets sur la mortalité respiratoire sont ressentis immédiatement ou le jour suivant l'exposition à une forte charge en particules. Les effets sur la mortalité cardio–vasculaire se manifestent le plus fortement après 4 jours environ. Cela signifie que l'effet des particules grossières est ressenti immédiatement ou très

rapidement après l'exposition et que celui des particules fines et ultrafines l'est de manière un peu différée (jusqu'à 4 jours après l'accroissement de la charge). Par ailleurs, si le risque relatif est plus grand pour la mortalité respiratoire, la mortalité cardio-vasculaire fait davantage de victimes.

- Les personnes souffrant d'affections des voies aériennes inférieures, d'insuffisance cardiaque et les personnes de plus de 65 ans présentent un risque accru.
- Les effets ont été démontrés par des études épidémiologiques, toxicologiques et cliniques.

Les études publiées à ce jour permettent de dresser le tableau suivant pour les effets chroniques des particules sur la santé :

- Les effets chroniques sont plus importants que les effets aigus ;
- Les études épidémiologiques ont démontré la corrélation entre de fortes charges en PM10, en PM2,5 ou en sulfates, et une mortalité ou une morbidité accrue ;
- Le carbone élémentaire (suie de diesel) présente un fort potentiel cancérogène
- Il n'existe pas (encore) d'étude concluante qui fasse la différence entre les effets chroniques des particules grossières, ceux des particules fines et ceux des particules ultrafines en matière de mortalité et de morbidité.

Le monoxyde de carbone (CO)

Le monoxyde de carbone provoque des hypoxies (baisse de l'oxygénation du sang) car il se fixe à la place de l'oxygène sur l'hémoglobine. Il provoque également des céphalées, des troubles du comportement, des vomissements (c'est un neurotoxique), des troubles sensoriels (vertiges). C'est également un myocardiotoxique.
En se fixant sur l'hémoglobine du sang, le monoxyde de carbone forme une molécule stable, la carboxyhémoglobine, entraînant une diminution de l'oxygénation cellulaire qui est nocive pour le système nerveux central, le cœur et les vaisseaux sanguins.

Les composés organiques volatils (COV)

Ces composés proviennent d'une mauvaise combustion des produits pétroliers (carburants) et de l'évaporation des carburants.
Les effets sont très divers selon les polluants : ils vont de la simple gêne olfactive à une irritation des yeux (aldéhydes), voire une diminution de la capacité respiratoire, jusqu'à des effets mutagènes et cancérigènes (comme le benzène).

L'ozone (O_3)

L'ozone dit 'troposphérique' est un polluant secondaire formé suite à des réactions chimiques entre COV et oxydes d'azote en présence d'ultra-violet (réaction photochimique).
Les enfants, les personnes âgées, les asthmatiques, les insuffisants respiratoires sont particulièrement sensibles à la pollution par l'ozone. Des taux élevés de ce gaz irritant peuvent provoquer toux, inconfort thoracique, essoufflement, irritations nasale et oculaire. La présence importante d'ozone peut également augmenter la sensibilisation aux pollens.
En France, l'impact de l'ozone sur la mortalité a pu être évalué par plusieurs études. Santé publique France a montré que l'exposition chronique à l'ozone serait responsable de près de 500 décès pour causes respiratoires chaque année, avec un gradient croissant Nord-Sud très marqué.
Des études menées dans 18 villes françaises ont démontré que le risque de décès associé à l'ozone et aux particules fines était plus important les jours chauds. Il y a ainsi une synergie entre les effets négatifs des polluants et la température.

Le benzène

Deux cas d'intoxication peuvent être observés : intoxication par ingestion et intoxication par inhalation.
L'intoxication par ingestion se caractérise par des troubles digestifs, des troubles neurologiques pouvant aller jusqu'au coma et une pneumopathie d'inhalation.
Notons qu'en application cutanée, le benzène est irritant.
Lors d'une intoxication par inhalation, on observe des symptômes neurologiques tels que des troubles de conscience, de l'ivresse, puis de la somnolence pouvant mener à un coma, des convulsions à très hautes doses.
Ces symptômes apparaissent à des concentrations variables selon les individus :

- À 25 ppm, pas d'effet ;
- De 50 à 100 ppm, apparaissent céphalées et asthénie ;
- À 500 ppm, les symptômes sont plus accentués ;
- A 3 000 ppm, la tolérance est seulement pendant 30 à 60 minutes ;
- A 20 000 ppm, la mort survient en 5 à 15 minutes.

Le dioxyde de soufre (SO_2)

Le dioxyde de soufre est produit à partir de la combustion d'énergies fossiles (fioul, charbon, lignite, gazole, etc.). Quelques procédés industriels émettent également des

oxydes de soufre (production d'acide sulfurique, production de pâte à papier, raffinage du pétrole, etc.). Ils peuvent également être émis par la nature (volcans).
Ce polluant provoque une irritation des muqueuses, de la peau et des voies respiratoires (toux, gêne respiratoire, troubles asthmatiques).

Les métaux lourds

La majorité des éléments métalliques (dont le fer, le zinc, le nickel et le chrome) est indispensable à faibles doses à la vie animale et végétale (leur absence entraîne des carences en oligo-éléments). Cependant, à des doses plus importantes, ils peuvent se révéler très nocifs. D'autres éléments (plomb, cadmium et mercure) n'ont aucun effet bénéfique et sont seulement préjudiciables à la vie.
Les métaux lourds peuvent être inhalés directement par l'Homme ou ingérés par celui-ci lorsque la chaîne alimentaire est contaminée (sols, eau, aliments). Ils s'accumulent dans les organismes vivants et ont des effets toxiques à court et long termes.
Chez l'Homme, ils peuvent affecter le système nerveux, les fonctions rénales, hépatiques, respiratoires, etc.
Certains, comme le cadmium, l'arsenic, le nickel et le chrome hexavalent sont cancérigènes.

Plomb
Le plomb est un toxique neurologique, rénal et sanguin.
On distingue deux types d'intoxication au plomb : intoxication après inhalation (poussières ou fumées) ou intoxication par ingestion (régurgitation ou problème d'hygiène cutanée).

Cadmium
Le cadmium est l'un des rares éléments n'ayant aucune fonction connue dans le corps humain. Les deux principales voies d'absorption sont l'inhalation et l'ingestion. Il peut provoquer des lésions des voies respiratoires et du rein. Les composés de cadmium sont également cancérigènes.

Arsenic
La grande majorité des informations disponibles, relatives à l'exposition par inhalation à l'arsenic, provient de situations professionnelles (fonderies, mines ou usines de produits chimiques) et rapporte des effets principalement au niveau de :

- L'appareil respiratoire (emphysème, pneumoconiose).
- Système cardiovasculaire (maladie de Raynaud).
- La peau (hyperkératose et hyperpigmentation).
- Système nerveux périphérique (neuropathies, diminution de la conduction nerveuse).

Nickel
Les études chez l'Homme (et l'animal) indiquent que le système respiratoire est la cible principale de la toxicité du nickel par inhalation. Une augmentation de l'incidence des décès par pathologie respiratoire a été trouvée chez des travailleurs exposés chroniquement au nickel. Les effets respiratoires étaient de type bronchite chronique, emphysème et diminution de la capacité vitale.

Les hydrocarbures aromatiques polycycliques [HAP]

Les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques sont issus des combustions incomplètes, de l'utilisation de solvants, de dégraissants, et de produits de remplissage des réservoirs d'automobiles, de citernes, etc.
Ils provoquent des irritations, une diminution de la capacité respiratoire et des nuisances olfactives. Certains sont considérés comme cancérogènes (benzène, benzo-(a)pyrène).

L'ammoniac [NH_3]

L'ammoniac est lié essentiellement aux activités agricoles (volatilisation lors des épandages et du stockage des effluents d'élevage et épandage d'engrais minéraux).
C'est un gaz irritant qui possède une odeur piquante et qui brûle les yeux et les poumons.
Il s'avère toxique quand il est inhalé à des niveaux importants, voire mortel à très haute dose.

21.2. CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Identiquement à l'échelle mondiale, l'évolution des températures moyennes annuelles en France métropolitaine montre un net réchauffement depuis l'année 1900.
Ce réchauffement a connu un rythme variable, avec une augmentation particulièrement marquée depuis les années 1980 (figure suivante).

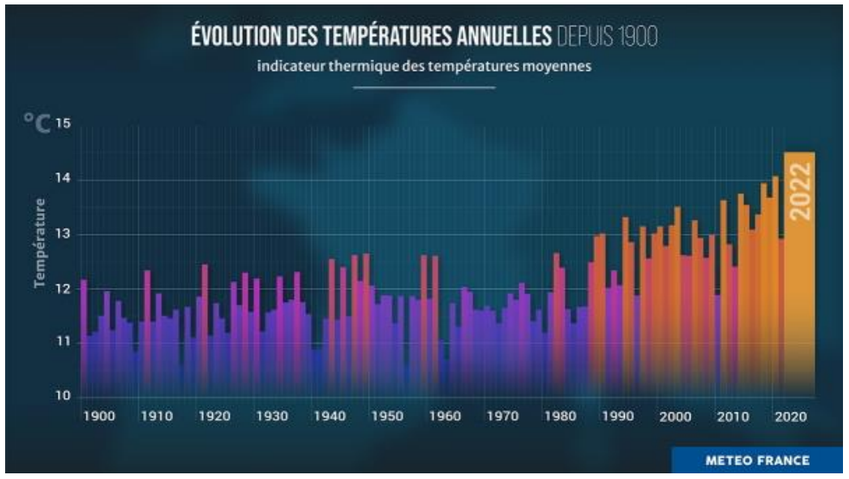


Figure 100 : Évolution des températures moyennes annuelles en France depuis 1900 (Source : Météo France**)**

Sur la période 1959-2009, la tendance observée est d'environ + 0,3°C par décennie. En 2020, la température moyenne annuelle de 14°C a dépassé la normale (référence 1961-1990) de 2,3°C, plaçant cette année-là au premier rang des années les plus chaudes observées en France métropolitaine depuis 1900, devant 2018 (13,9°C).
2021 ouvre la décennie avec des températures certes plus proches des normales, mais jalonnées de records chauds et d'épisodes extrêmes portant l'empreinte du changement climatique en cours[31]. 2021 se place néanmoins à la 20ème place des années les plus chaudes en France depuis 1900.
2022 détrône les précédents records en se plaçant en première position des années les plus chaudes avec 14,5 C en moyenne annuelle sur la France (très loin devant 2020 qui détenait le précédent record) depuis 1900. Ponctuée d'extrêmes climatiques, 2022 est un symptôme du changement climatique en France. Remarquable dans le climat actuel, elle pourrait devenir « normale » en 2050.

[31] https://meteofrance.com/actualites-et-dossiers/actualites/climat/gel-en-avril-pluies-diluviennes-retour-sur-les-evenements

Les années les plus chaudes sont majoritairement des années très récentes : 8 des 10 années les plus chaudes depuis le début du XXe siècle sont postérieures à 2010 (cf. figure suivante).



Figure 101 : Les 10 années les plus chaudes en France depuis 1900 (Source : Météo France) (Source :

L'évolution du climat modifie la fréquence, l'intensité, l'étendue, la durée et le moment d'apparition des phénomènes météorologiques et climatiques extrêmes. Les vagues de chaleur recensées depuis 1947 à l'échelle nationale ont été deux fois plus nombreuses au cours des 34 dernières années que sur la période antérieure.
Cette évolution se matérialise aussi par l'occurrence d'événements plus forts (durée, intensité globale) au cours des dernières années.
En France, selon le scénario intermédiaire du GIEC [Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat], le nombre de jours anormalement chauds devrait augmenter dans le futur, avec vraisemblablement plus de 100 jours supplémentaires par an à l'horizon 2100.
Le sud et l'est de la France seraient les régions les plus affectées par ces changements. Cependant, la région Hauts-de-France, par exemple, a connu elle aussi une canicule l'été 2020.

21.3. IMPACTS DIRECTS DES CANICULES ET DES FORTES CHALEURS SUR LA SANTÉ

La région Grand Est présente une exposition élevée aux épisodes de canicules remarquables de plus en plus fréquents, tout comme le reste du territoire métropolitain.
Depuis 2015, chaque été a présenté un épisode caniculaire remarquable, faisant suite à ceux de 2006 et 2003 pour le 21e siècle. L'été 2021 n'a présenté aucun épisode de chaleur remarquable et a été le plus frais depuis 2014.

En France métropolitaine[32], l'été 2022 est au deuxième rang des étés les plus chauds observés en France depuis 1900. La période de surveillance estivale 2022 a été marquée par 3 périodes de canicules intenses et remarquables dont 2 avec des départements de la façade atlantique placés en vigilance rouge, et deux épisodes successifs d'une douzaine de jours en régions Occitanie, Provence-Alpes-Côte d'Azur et Auvergne-Rhône-Alpes.
La période de surveillance estivale 2022 s'inscrit dans un contexte particulier, à la fois sur le plan sanitaire avec une recrudescence de l'épidémie de Covid-19 mais également sur le plan climatique. En effet, l'été 2022 a également été marqué par d'autres phénomènes météorologiques extrêmes tels que la sécheresse, les feux de forêts, les orages et une canicule en mer méditerranée.

Les 3 vagues de chaleur de l'été 2022 se sont étendues du 14 au 22 juin, du 9 au 27 juillet et du 29 juillet au 14 août. La figure suivante présente les caractéristiques de ces épisodes.

Dates	Régions concernées	Nombre de départements	Durée moyenne par département (jours) [Min ; Max]	% de la population métropolitaine touchée
14/06 – 22/06	Auvergne-Rhône-Alpes, Bourgogne-Franche-Comté, Centre-Val-de-Loire, Grand-Est, Nouvelle-Aquitaine, Occitanie, Pays-de-la-Loire, Provence-Alpes-Côte d'Azur	30	3,8 [3 ; 6]	26 %
9/07 – 27/07	Toutes les régions	52	5,0 [3 ; 14]	66 %
29/07 – 14/08	Toutes les régions métropolitaines à l'exception de l'Ile-de-France	39	5,3 [3 ; 14]	41 %

Figure 102 : Caractéristiques des différentes vagues de chaleur de l'été 2022 en France métropolitaine (source : Santé Publique France**)**

L'étendue géographique a été notable. Durant l'été 2022, 69 départements ont connu au moins une canicule, soit 78% de la population résidente. Ces départements ont connu en moyenne 8,4 jours de dépassement des seuils d'alerte.

[32] Bulletin de Santé Publique. Grand-Est. Été 2022. Canicule et Santé. Santé Publique France, novembre 2022.

Cinq départements du sud-est ont connu plus de 20 jours de canicules sur l'ensemble de l'été : le Vaucluse (22 jours), le Gard (23 jours), les Alpes de Haute Provence (24 jours), la Drôme (26 jours) et l'Isère (34 jours)

La **première canicule** a concerné plus d'un quart de la population résidente en France métropolitaine en juin 2022. Cette canicule est la plus précoce connue depuis le début des mesures de températures en 1947 et se caractérise par le déclenchement de vigilances rouge dans 14 départements de Nouvelle Aquitaine, Occitanie et Pays de la Loire. Il s'agissait, pour la plupart des départements, de fortes chaleurs concentrées sur peu de jours, avec des records absolus battus, notamment à Biarritz avec 42,9°C le 18 juin.

La **deuxième canicule**, plus longue, en juillet 2022, a concerné les deux tiers de la population française métropolitaine et l'ensemble des régions. Cet épisode a été marqué par le déclenchement de nouvelles vigilances rouges dans 15 départements des régions Bretagne, Nouvelle Aquitaine, Occitanie et Pays de la Loire et de nouveaux records absolus battus, le plus souvent supérieurs à 40 °C.

La **troisième canicule** pendant la première quinzaine d'août 2022 a commencé peu de temps après la fin de celle de juillet et a touché plus d'un tiers de la population. Elle a touché la quasi-totalité des régions, mais s'est principalement concentrée sur la moitié Sud, et a été particulièrement longue dans le sud-est, mais avec une intensité plus faible que lors des deux épisodes précédents.

L'été 2022, dans la tendance observée depuis 2015, se caractérise à l'échelle nationale par une intensification de l'exposition aux canicules. Les températures ont été, sur la quasi-totalité de l'été, au-dessus des normales et parfois extrêmes sur de courtes durées, notamment sur la façade atlantique.
En termes de sévérité (cumul des intensités quotidiennes sur les périodes de canicule), l'exposition de la population à l'échelle nationale en 2022 reste en-deçà des étés 2019 ou 2020. Toutefois, une sévérité plus importante a été observée dans les régions de la moitié sud, du fait d'épisodes à répétition et durables, la durée de ces canicules est inédite et supérieure à 2003. Au-delà des canicules telles que définies historiquement, l'été 2022 a été marqué par des expositions à des épisodes de chaleur aux profils atypiques, notamment des pics extrêmes inédits de températures sur de très courtes durées sur la façade atlantique, et des chaleurs durables et successives notamment dans les régions Occitanie, Provence-Alpes-Côte d'Azur et Auvergne-Rhône-Alpes.

Plusieurs pics de pollution à l'ozone concomitants à ces canicules ont pu être observés, notamment dans les régions Auvergne-Rhône-Alpes**, Grand Est**, Hauts-de-France, Île-de-France, Normandie, Nouvelle-Aquitaine, Occitanie et Provence-Alpes-Côte-d'Azur, avec des dépassements persistants du seuil d'information et de recommandation.

La région Grand Est a été concernée durant l'été 2022 par 3 épisodes de fortes chaleurs au cours desquels plusieurs départements ont été classés par Météo-France en vigilance orange et des dépassements des seuils d'alerte biométéorologiques départementaux ont été observés :

- Un premier épisode de fortes chaleurs mi-juin, précoce et intense, au cours duquel les 10 départements de la région ont été classés en vigilance orange, Des dépassements des seuils d'alerte biométéorologiques ont été observés du 17 au 20 juin sur le département de la Haute-Marne et des Vosges ;
- Un deuxième épisode de fortes chaleurs concentré sur trois jours et touchant l'ensemble de la région en vigilance orange les 19 et 20 juillet. Des dépassements des seuils d'alerte biométéorologiques ont également été observés sur le département de la Haute-Marne, du 18 au 20 juillet ;
- Un troisième épisode caniculaire également court et débutant une dizaine de jours après la fin du précédent au cours duquel 3 départements de la région ont été classés en vigilance orange. Seul le département du Bas-Rhin se caractérise par des dépassements des seuils d'alerte biométéorologiques entre le 3 et le 5 août.

On remarque, de manière générale sur les 3 périodes successives, que des dépassements des seuils d'alerte biométéorologiques départementaux ont été observés alors même que les départements considérés étaient classés en niveau de vigilance verte ou jaune canicule.

Concernant l'estimation des impacts sanitaires en lien avec ces épisodes de fortes chaleurs 2022, les périodes d'analyse retenues pour la région Grand Est étaient pour le 1er épisode du 17 au 23 juin (période effective de dépassement des seuils majorée de 3 jours pour prendre en compte d'éventuels effets retardés), pour le 2ème épisode du 18 au 23 juillet et pour le 3ème épisode du 3 au 8 août.

Pour la **région Grand Est**, et selon les 3 départements (52, 67, 88) concernés par des dépassements des seuils météorologiques, ce sont de 3 à 7 jours de canicule qui ont été observés sur l'ensemble des 3 vagues de chaleur au cours de la période estivale (figure suivante).

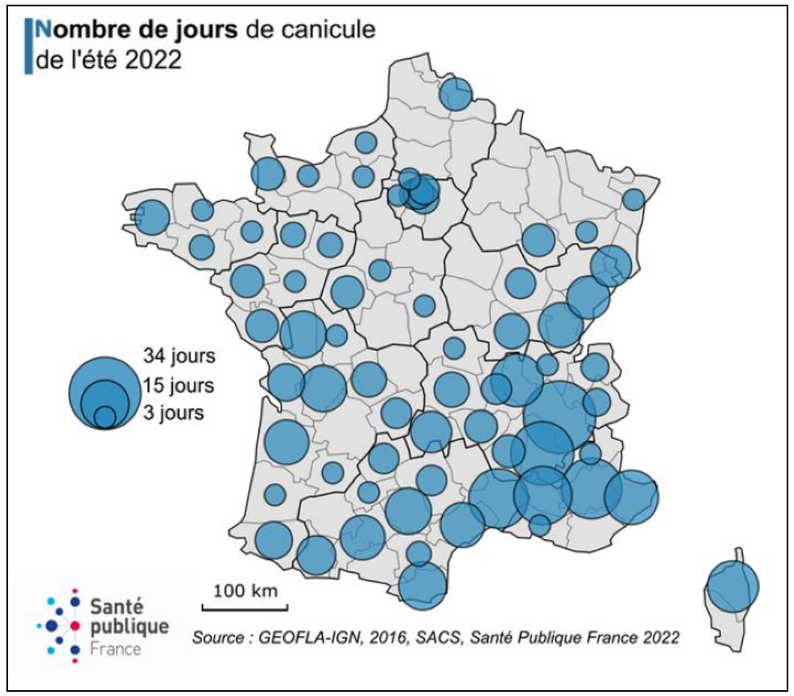


Figure 103 : Nombre de jours de canicule par département pendant l'été 2022 (source : Santé Publique France**)**

En région Grand Est, entre le 1er juin et le 15 septembre 2022, 1 476 passages aux urgences (dont 985 suivis d'une hospitalisation, soit 67%) et 22 actes SOS Médecins pour l'indicateur iCanicule ont été enregistrés. Les recours aux soins d'urgence estimés à partir des deux sources de données suivaient une dynamique temporelle comparable avec des augmentations d'effectifs correspondant aux périodes de fortes chaleurs.
Les 3 épisodes caniculaires concentraient, sur les périodes d'analyse retenues, 29 % des passages aux urgences (424), 24 % des hospitalisations après passages aux urgences (232) et 18 % des actes SOS Médecins (4) pour iCanicule observés sur la période du 1er juin au 15 septembre 2022.
En comparaison avec le niveau national métropolitain, 2 060 passages aux urgences et 680 consultations SOS médecins pour l'indicateur iCanicule ont été enregistrés durant les canicules, dans les départements concernés ; cela correspond à un doublement des passages aux urgences et un triplement des consultations SOS médecin par rapport aux périodes hors canicule.

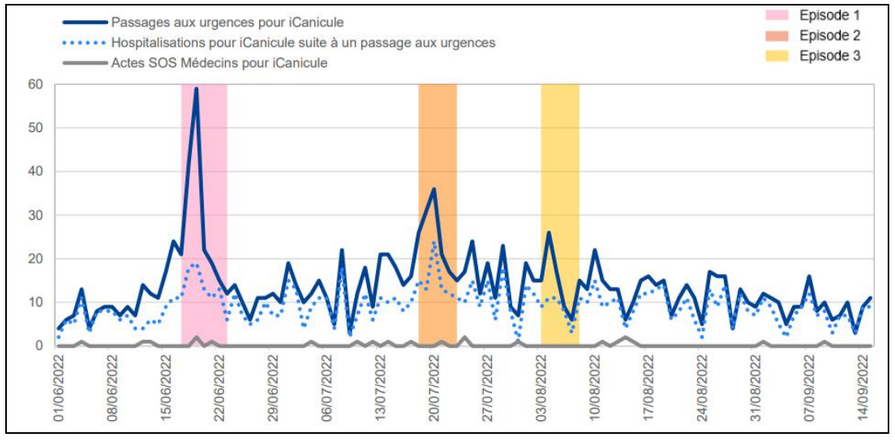


Figure 104 : Nombre quotidien de passages aux urgences, d'hospitalisations, d'actes SOS Médecins, pour iCanicule, Grand Est, du 1er juin au 15 septembre 2022 (source : Santé Publique France**)**

Les planches suivantes représentent la sévérité (cumul des valeurs maximales de dépassement des températures observées par rapport aux températures d'alerte sur la période de survenue) des vagues de chaleur et la surmortalité relative (% de décès en excès) par département pour les jours de dépassement des seuils d'alerte de l'été 2022.

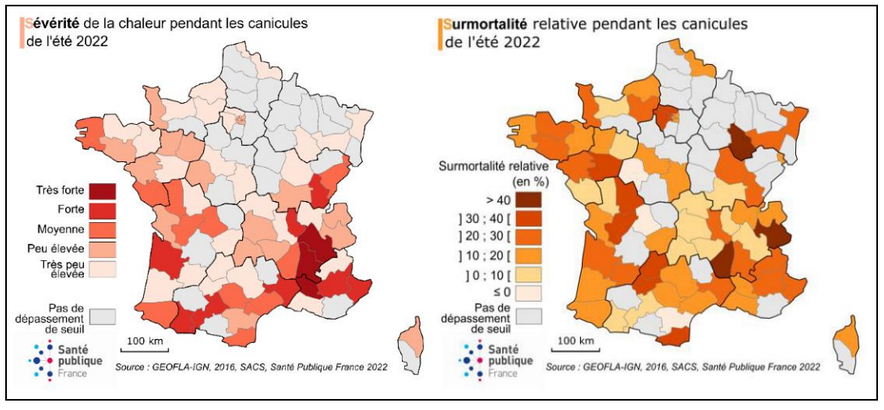


Figure 105 : Sévérité des vagues de chaleur et surmortalité relative (% de décès en excès) par département pour les jours de dépassement des seuils d'alerte de l'été 2022, France métropolitaine (source : Santé Publique France**)**

Nota : Pendant les canicules de l'été 2022, le département de la Marne n'a connu aucun dépassement de seuil concernant la sévérité de la chaleur et donc aucune surmortalité relative.

En France métropolitaine, au cours des périodes de dépassement effectif des seuils départementaux, 2 816 [1 989 :3 502] décès en excès ont été estimés soit une surmortalité relative de +17 % [+11 % : +22 %].
Les 75 ans et plus représentent la grande majorité de ces décès en excès, associée à une forte surmortalité relative de +20 % (1 décès sur 6 est en excès). La surmortalité la plus importante a été observée pour la 2ème période caniculaire, durant le mois de juillet, qui a concerné les deux tiers de la population (+1 901 décès en excès, +23 %).
Dans le contexte épidémique actuel de circulation du SARS-CoV-2, d'une part le Covid-19 a pu augmenter la vulnérabilité à la chaleur pour certaines personnes, et d'autre part l'exposition à la chaleur a pu aggraver l'état de certains malades atteints par le Covid-19. Ainsi, pour les mêmes périodes et départements, 894 décès liés à l'épidémie de Covid-19 ont été enregistrés à l'hôpital et dans les établissements médico-sociaux. Ces décès concernaient également pour les trois quarts les personnes de 75 ans et plus.

En région Grand Est, au cours des 3 périodes d'analyses retenues sur l'été 2022, 61 [51 ; 73] décès en excès ont été estimés, soit une surmortalité relative de +26 % [+22 % : +31 %] (figure suivante), toutes causes confondues du même ordre de grandeur que ce qui est observé au plan national.

Effectifs par période
Nombre de décès (% relatif)

	1er période (du 17 au 20 juin)		2ème période (du 18 au 20 juillet)		3ème période (du 3 au 5 août)	
Moins de 15 ans	0	-	1	-	-3	-100%
15-74 ans	1	+4%	8	+144%	7	+18%
75 ans et plus	16	+29%	7	+53%	22	+25%
Tous âges	17	+20%	17	+86%	26	+20%

Ensemble des périodes

Nombre de décès		% Relatif	
Estimation	[min : max]	Estimation	[min : max]
-1	[-1 ; -1]	-50%	[-50% ; -50%]
16	[+5 ; +29]	+22%	[+6% ; +38%]
45	[+37 ; +59]	+29%	[+23% ; +37%]
61	[+51 ; +73]	+26%	[+22% ; +31%]

* Par période (1ère période du 17 au 20 juin, 2ème période du 18 au 20 juillet, 3ème période du 3 au 5 août), seules les estimations centrales sont fournies pour améliorer la lisibilité du tableau. Les impacts sont calculés pour chaque département et pour les jours où les seuils ont été effectivement dépassés dans ce département majorés de 3 jours pour prendre en compte les effets retardés.

Figure 106 : Mortalité en excès pendant les deux canicules, par âge, sur les périodes et les départements concernés par des dépassements des seuils d'alerte biométéorologiques, Grand Est, été 2022 (source : Santé Publique France ; données extrapolées**)**

En comparaison aux autres régions, la région « Grand Est » est une des régions avec l'effectif de décès en excès estimé le plus bas, cependant, elle est la première région ayant une surmortalité relative élevée. Les 75 ans et plus représentent la majorité des décès en excès (45 décès) avec un impact relatif global de +29 % [+23 % ; +37 %] estimé sur les 3 périodes caniculaires (respectivement +29 %, +53 % et +25 %). Aucun impact n'est en revanche estimé chez les moins de 15 ans.

Ces résultats sont variables suivant les départements et périodes caniculaires concernées avec, en moyenne, pour les départements concernés par des excès de décès :

- +26 décès [+24 ; +29] pour le Bas-Rhin (+20 % [+18 % ; +22 %]) ;
- +20 décès [+14 ; +28] pour la Haute-Marne (+45 % [+33 % ; +62 %]) ;
- +15 décès [+13 ; +17] pour les Vosges (+24 % [+21 % ; +28 %]).

Au niveau national, l'excès de mortalité observé pendant les canicules de 2022 est le plus important depuis 2003, bien qu'inférieur aux 14 800 décès observés cette année-là. Lors de la canicule de 2003, les températures moyennes journalières ont atteint 32°C au cœur de Paris.
Au plan régional, l'excès de décès pour les périodes caniculaires de l'été 2022 est similaire à l'été 2019 (+66 décès). En termes de surmortalité relative, l'été 2022 est similaire à l'été 2015, mais reste inférieur à l'été 2003.

Chaque canicule présentant des caractéristiques propres, en termes de durée, d'intensité et de population exposée, la comparaison aux années précédentes est complexe. On note toutefois depuis 2015 que des canicules très étendues et atypiques, en termes d'intensité, de période et de zone de survenue, se traduisent toutes par une mortalité en excès conséquente.
Au niveau francilien, l'excès de décès pour la période caniculaire de l'été 2022 est moins élevé que les excès observés lors des périodes caniculaires des étés 2019 et 2020. En revanche, en termes de surmortalité relative, l'été 2022 se positionne devant l'été 2019 (+16 %) et au même niveau que l'été 2020.

Selon les scénarios du GIEC [Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat] la hausse attendue des températures d'ici la fin du siècle pourrait atteindre 5,7°C en période estivale. Le nombre de jours chauds devrait également augmenter. Dans ce contexte, l'exposition aux épisodes de canicule pourrait croître de façon significative.

La figure suivante fait état des vagues de chaleur en fonction de leur durée, en France entre l'année 1947 et aout 2023.

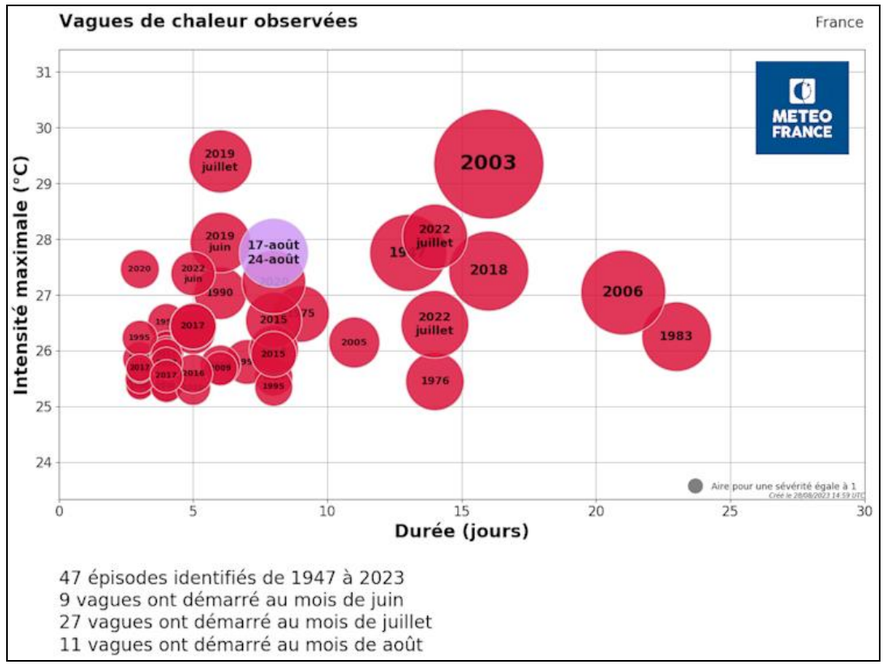


Figure 107 : Vagues de chaleur recensées en France sur la période 1947 - aout 2023 (source : météo France**)**

À l'échelle de la France, la vague de chaleur d'aout 2023 a duré 8 jours (du 17 au 24) avec un pic d'intensité le 24 août et se classe au 6e rang en termes de sévérité[33].

Au mois d'août 2023, 47 vagues de chaleurs sont recensées à l'échelle de la France depuis 1947 :

- 4 avant 1960 ;
- 4 épisodes entre 1960 et 1980 ;
- 9 épisodes entre 1980 et 2000 ;
- 30 épisodes depuis 2000.

Il y a eu autant de vague de chaleur avant 2005 qu'entre 2005 et 2020. Depuis 2010, on dénombre 22 vagues de chaleur (seules les années 2014 et 2021 n'en ont pas subi).

[33] https://meteofrance.com/actualites-et-dossiers/actualites/fortes-chaleurs-aout-2023

Alors qu'on comptait en moyenne moins de 5 jours de vagues de chaleur[34] sur la période 1976-2005, sans politique climatique, on estime qu'il y a 3 chances sur 4[35] pour que ce nombre augmente au moins de 5 à 25 jours supplémentaires en fin de siècle selon les régions par rapport à la période 1976-2005.
Le contrôle des émissions de gaz à effet de serre déterminera leur stabilisation dans la seconde moitié du XXIe siècle. Ainsi, on estime aussi que ce nombre n'augmenterait que faiblement au cours de la deuxième moitié du XXIe siècle dans un scénario avec politique climatique qui conduirait à stabiliser le réchauffement climatique avant la fin du siècle.
En revanche, sans politique climatique, le nombre de jours de vagues de chaleur augmentera drastiquement par rapport à la période 1976-2005 (figure suivante).

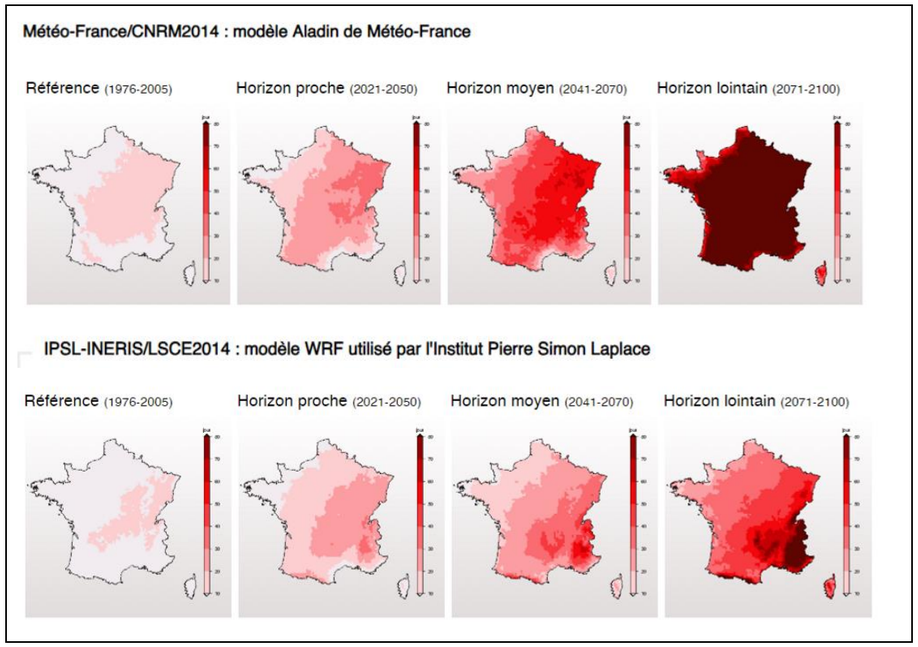


Figure 108 : Évolution du nombre de jours de vagues de chaleur en France par an selon le scénario RCP8.5 (sans politique climatique) et les modèles Aladin de Météo-France (en haut) et WRF de l'IPSL (en bas) ; échelle graduée de 10 à 80 jours (source : http://www.drias-climat.fr**)**

Au-delà de l'exposition aux épisodes de canicule, les aménagements urbains actuels favorisent le phénomène d'îlots de chaleur dans les zones urbaines et périurbaines, augmentant de ce fait la sensibilité des populations aux canicules**.**

La vulnérabilité actuelle de la population est forte. Cela s'explique par différents facteurs :

- **Démographique** : les personnes âgées étant les plus vulnérables ;
- **Sociale** : les personnes fragilisées sur le plan économique ou social (isolement, etc.) sont particulièrement sensibles ;
- **Économique** : la canicule a également un impact sur le rythme de vie et la santé au travail ;
- **Culturel** : la faible culture du risque « chaleur » (sauf régions du sud de la France) ;
- **Organisationnel** : l'accessibilité aux soins et la performance opérationnelle du plan canicule constituent un facteur de vulnérabilité non négligeable.

Le retour d'expérience de la canicule d'août 2003 a révélé cette forte vulnérabilité, comme en témoigne l'importance de son coût humain. En sus de l'augmentation significative de l'exposition de la région Grand Est aux canicules, un scénario plausible de l'augmentation de leur fréquence pourrait accroître la fragilité des populations et mettre à mal les systèmes de gestion de crise.

La vulnérabilité future, déjà forte aujourd'hui, dépendra de plusieurs facteurs, c'est-à-dire la capacité à :

- Réduire la fragilité des populations âgées et/ou dépendantes, dont le nombre augmentera significativement en Grand Est (vieillissement de la population) dans un contexte de solidarité familiale incertain. Cette tendance lourde induit la nécessité d'augmenter l'offre d'aidants, aussi bien à domicile qu'en établissement, afin de répondre aux besoins des futures personnes dépendantes et de réduire leur faiblesse future ;
- Réduire l'augmentation tendancielle des inégalités sociales (notamment pour la population âgée de 60 ans ou plus) constitue un facteur non négligeable, notamment en matière d'accès à un logement adapté et de dépenses pour l'accès aux soins ;
- Adapter le rythme de travail lors des périodes de fortes chaleurs ;
- Maintenir la robustesse du système d'alerte et de gestion de crise, dans un contexte d'augmentation de la fréquence de ces épisodes, via la mise en place d'un système préventif performant en amont des crises pour éviter l'engorgement des services d'urgence ;
- Apporter des réponses en matière d'aménagement (qui dépend de la prise en compte du changement climatique dans les aménagements : bâti, présence de la nature en ville, inégalités territoriales, etc.).

[34] Les vagues de chaleur sont définies ici comme 5 jours consécutifs avec une température maximale supérieure de 5 degrés à la normale 1976-2005, selon le rapport sur les scénarios climatiques pour la France
[35] https://meteofrance.com/changement-climatique/observer/changement-climatique-et-vagues-de-chaleur

Les épisodes caniculaires peuvent être accompagnés de pics de pollutions à l'ozone, dont l'impact sur la santé humaine se traduit par une infection des muqueuses respiratoires et oculaires, notamment chez les personnes fragiles (enfants en bas âge et personnes âgées).
Des liens entre la concentration en ozone et la surmortalité ont été établis : sur la période 1996-2003 en agrégeant les résultats obtenus pour 9 villes françaises, l'association correspond à une hausse de 1,01 % du risque de mortalité pour une augmentation de 10 µg/m^3 de la concentration en ozone. Cependant, sur la période de la canicule de 2003, les excès de mortalité attribués à la température ou à l'ozone sont très disparates selon les villes. De même, la contribution de l'ozone à cet excès varie très fortement, allant de moins de 3 % à Bordeaux, à plus de 85 % à Toulouse[36]. Néanmoins, les résultats confirment l'impact non négligeable sur la santé publique de la concentration d'ozone en zone urbaine.

La vulnérabilité actuelle aux pics de pollution à l'ozone peut donc être qualifiée d'élevée en fonction des zones géographiques.
L'augmentation des températures moyennes estivales, de la fréquence et de l'intensité des canicules pourraient entraîner une augmentation de la pollution à l'ozone. Cependant, les politiques menées en matière de qualité de l'air permettent d'ores et déjà de réduire les émissions de polluants. Le vieillissement de la population et l'augmentation possible des populations allergiques pourraient entraîner une augmentation du nombre de personnes exposées à cette pollution. Quoi qu'il en soit, il demeure complexe de prévoir l'évolution de la pollution atmosphérique future, ne serait-ce qu'au regard des politiques menées aujourd'hui quant à l'amélioration de la qualité de l'air et l'atténuation du changement climatique.

21.4. IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE ET DE LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE SUR LES MALADIES ALLERGIQUES

Les allergies respiratoires se classent à la 4ème position des maladies chroniques à l'échelle mondiale. Parmi elles, les allergies au pollens concernent 20 % des enfants à partir de 9 ans et 30 % des adultes[37]. Les habitants des zones urbaines y sont particulièrement sensibles.
Les chercheurs ont déjà pu observer des effets liés au réchauffement, tels qu'une augmentation de la période d'exposition aux pollens, liée à une pollinisation plus précoce pour certaines espèces, à un allongement de la période de pollinisation et à une modification de la répartition des végétaux sur le territoire. En outre, l'accentuation de la pollution atmosphérique stresse les plantes qui, en réaction, se mettent à produire davantage de pollens.
Les études épidémiologiques récentes laissent voir une augmentation de la fréquence de l'allergie pollinique, peut-être induite par la pollution atmosphérique. Le pollinose se développerait par augmentation de l'agressivité des pollens sous l'influence des polluants atmosphériques. La pollution agit de plus en plus sur les voies respiratoires en les fragilisant et en les rendant plus réceptives aux pollens.

La pollution atmosphérique stimule les effets des pollens :

- Elle rend les pollens plus allergènes ;
- La sensibilité des individus aux pollens augmente lors des épisodes de pollution ;
- Elle peut contribuer à l'accroissement de la période de pollinisation.

En Grand-Est, la saison pollinique 2022 s'est étalée de janvier à août (figure suivante).

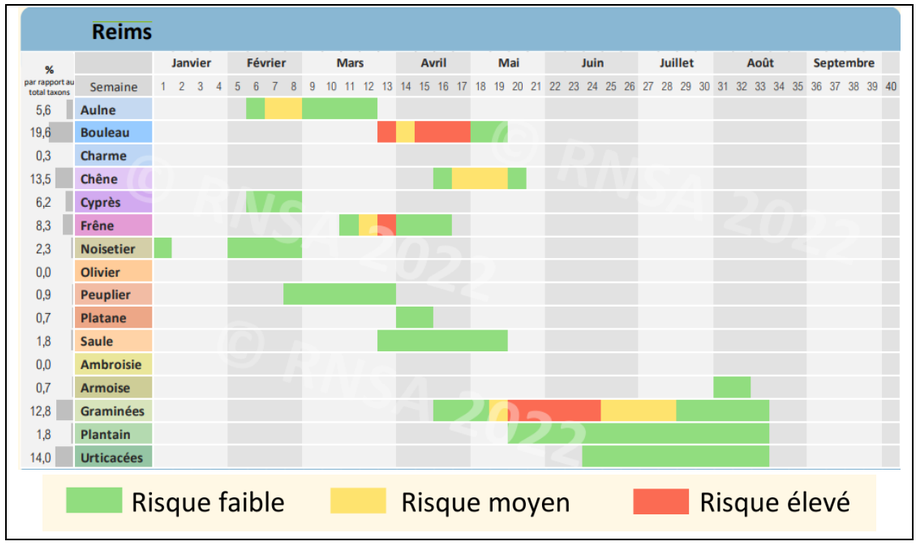


Figure 109 : Calendrier pollinique 2022 issu des mesures de pollens à Reims (source : RNSA[38]**)**

Avec le changement climatique, la période de pollinisation pourrait s'allonger davantage. La concentration atmosphérique en grains de pollen pourrait également s'accroître. Les professionnels de santé s'attendent dès lors à une hausse du nombre de pathologies, sans

[36] Relation entre température, ozone et mortalité dans neuf villes françaises pendant la vague de chaleur de 2003 – Analyse commentée de l'article paru dans Environ Health Perspect. 2006 ; 114 :1344-47
[37] https://solidarites-sante.gouv.fr/sante-et-environnement/air-exterieur/pollens-et-allergies/article/effets-des-pollens-sur-la-sante#:~:text=L'exposition%20de%20la%20population,ann%C3%A9es%20dans%20les%20pays%20industrialis%C3%A9s.
[38] https://www.pollens.fr/docs/TousTaxons_2022.pdf (Site du Réseau National de Surveillance Aérobiologique)

qu'il soit possible d'en évaluer l'ampleur : l'Observatoire Régional de la Santé (ORS) porte actuellement un programme de recherche sur le sujet.
La vulnérabilité future des populations est susceptible d'évoluer à la hausse. Cette vulnérabilité, en milieu urbain, sera notamment fonction du choix des espèces dans le cadre des politiques de végétalisation. L'enjeu majeur consiste à éviter l'aggravation des allergies vers des pathologies plus lourdes, comme l'asthme.

Le tableau suivant rappelle les principaux pollens allergisants.

Tableau 63: Principaux pollens allergisants

Potentiel allergisant (0 = nul ; 5 = très fort)								
Arbres								
Cyprès	**Bouleau**	**Chêne**	**Charme**	**Frêne**	**Platane**	**Peuplier**	**Saule**	**Noisetier**
5	5	4	4	4	4	3	3	3
Hêtre	**Olivier**	**Tilleul**	**Aulne**	**Mûrier**	**Châtaignier**		**Orme**	**Pin**
3	3	3	3	3	2		1	0
Herbacées								
Graminées (1)	**Ambroisie**	**Armoise**	**Pariétaire**	**Chénopode**	**Plantain**		**Oseille**	**Ortie**
5	5	4	4	3	3		2	1

(1) phléole, ivraie, dactyle, pâturin

Le Réseau National de Surveillance Aérobiologique (RNSA) fournit un guide de la végétation en ville afin de planter en se prévenant des risques allergiques et permettre une reconnaissance des espèces allergisantes[39].

21.5. IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES MALADIES INFECTIEUSES ET VECTORIELLES

Toujours à cause du changement climatique, l'exposition aux risques sanitaires liés aux maladies infectieuses et vectorielles pourrait augmenter.
Entre autres, l'augmentation des températures moyennes pourrait en effet créer des conditions favorables à leur implantation et/ou à leur développement.
Le développement de maladies infectieuses dans le cadre d'un évènement de crue extrême est aussi un risque à envisager. Pour ce qui concerne la vulnérabilité future à ces risques sanitaires, elle reste difficile à évaluer. Cela dépendra de plusieurs facteurs, notamment de la capacité régionale d'alerte et de gestion de crise dans le cas d'une épizootie/épidémie, ainsi que des moyens mis en œuvre pour contrôler le développement éventuel d'habitats favorables au développement ou à l'implantation des micro-organismes infectieux ou parasitaires.

[39] http://www.vegetation-en-ville.org/ (site du RNSA)

Le changement climatique peut impacter la distribution de maladies infectieuses et vectorielles de diverses manières, notamment[40] :

- Directement, en termes de développement du vecteur et/ou du parasite ;
- Indirectement, en termes de distribution et d'abondance des vecteurs ;
- Indirectement, à travers des modifications d'ordre socio-économiques susceptibles de modifier le contact homme-vecteur ;
- Indirectement ; à travers la modification de la composition des espèces végétales (biotope) et animales (hôtes, réservoirs).

Par exemple : l'apparition d'*Aedes albopictus* (le 'moustique tigre') sur le territoire métropolitain depuis 2004 (liée à la densification des transports) qui sévit (au 1er janvier 2023) dans 71 des 96 départements métropolitains.

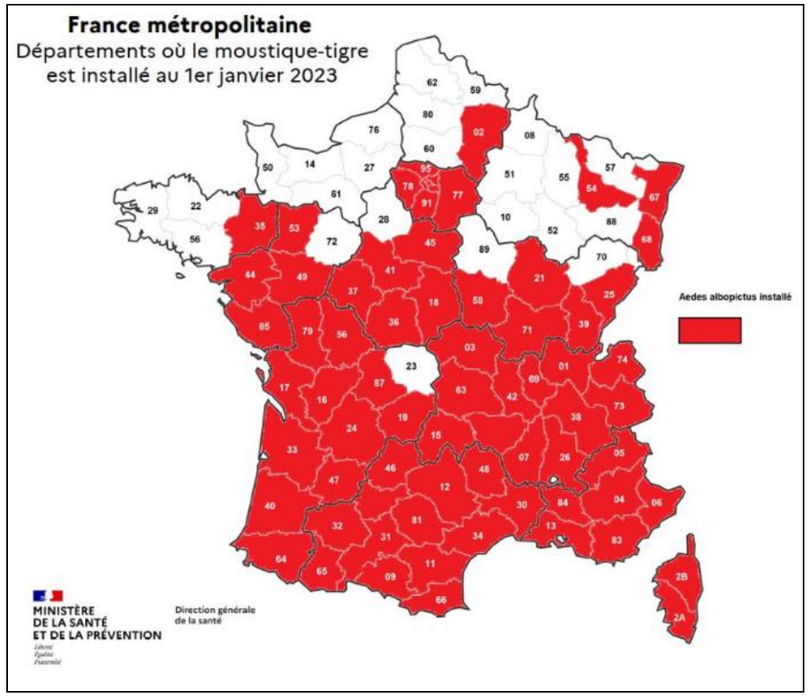


Figure 110 : Carte d'implantation du moustique tigre au 1er janvier 2023 en France métropolitaine

[40] Influence du réchauffement climatique sur la propagation des maladies vectorielles et de leurs vecteurs – Centre national d'expertise sur les vecteurs – 23 février 2016

Le moustique tigre est essentiellement urbain. Son caractère anthropophile (qui aime les lieux habités par l'Homme) explique que, une fois installé dans une commune ou un département, il est pratiquement impossible de l'en déloger.

L'implantation du moustique *Aedes albopictus* n'est pas homogène pour chaque département. Fin 2021, l'implantation du moustique tigre a été constatée et confirmée sur 3 934 communes de métropole.

Aedes albopictus n'est pas installé durablement dans la Marne. Au 1er janvier 2022, aucune commune du département n'est colonisée et 0 % de la population du département n'est exposée.

Ce moustique est un vecteur de maladies comme la dengue, le chikungunya, le Zika.
Les premiers cas de contamination autochtone des maladies portées par ce moustique en métropole sont apparus en 2010. Plus récemment, un autre type de moustique, très répandu, le *Culex pipiens,* a transmis un autre type de virus : le virus du Nil occidental (West Nile Virus).
Le nombre de cas autochtones certains ou probables est plutôt en augmentation (35 en 2018 ; 19 en 2017 pour 4 en 2010)[41]. Le changement climatique entre en jeu dans l'apparition des cas autochtones, et pas seulement pour des questions de température.
Ainsi, les onze cas autochtones de chikungunya de Montpellier seraient liés aux pluies exceptionnelles de 2014, qui ont provoqué la prolifération des insectes vecteurs de la maladie[42].

Année	Mois	Région	Département	Code dept.	Virus	Nb. Total de cas
2010	sept	PACA	Alpes-Maritimes	06	Dengue	2
2010	sept	PACA	Var	83	Chik.	2
2013	oct	PACA	Bouches-du-Rhône	13	Dengue	1
2014	août	PACA	Var	83	Dengue	1
2014	oct	PACA	Bouches-du-Rhône	13	Dengue	2
2014	sept	PACA	Var	83	Dengue	1
2014	oct	Occit.	Hérault	34	Chik.	12
2015	août	Occit.	Gard	30	Dengue	7
2017	août	PACA	Var	83	Chik.	17
2017	sept	PACA	Alpes-Maritimes	06	West-Nile	2
2018	juil	PACA	Alpes-Maritimes	06	West-Nile	22
2018	août	Occit.	Pyrénées orientales	66	West-Nile	1
2018	sept	PACA	Vaucluse	84	West-Nile	1
2018	août/sept	Corse	Corse du Sud	2A	West-Nile	2
2018	sept	PACA	Bouches-du-Rhône	13	West-Nile	1
2018	sept	Occit.	Gard	34	Dengue	1
2018	sept	Occit.	Hérault	34	Dengue	2
2018	oct	PACA	Alpes-Maritimes	06	Dengue 2	5

Figure 111 : Recensement des cas autochtones de maladies transmises par des vecteurs moustiques

En 2019, en France métropolitaine, 674 cas importés de dengue, 57 cas importés de chikungunya et 6 cas de Zika ont été déclarés. 12 cas autochtones ont été déclarés, 9 cas de dengue (Rhône et Alpes-Maritimes) et 3 cas de Zika (Var)[43].
En 2020, au 27 novembre, ont été confirmés 834 cas importés de dengue (dont 64 % avaient séjourné en Martinique et 23 % en Guadeloupe), 6 cas importé de chikungunya et 1 cas importé de Zika. Plusieurs épisodes localisés de transmission autochtone de dengue ont été identifiés : 13 cas confirmés au total, dont 7 dans les Alpes-Maritimes, 1 dans le Gard ou l'Hérault, 1 dans le Gard, 3 dans le Var, 1 dans l'Hérault[44].

Du 1er mai 2021 au 10 décembre 2021 ont été confirmés en France métropolitaine 164 cas importés de dengue, dont 105 en provenance de la Réunion, 144 cas ont été diagnostiqués dans des départements avec implantation documentée *d'Aedes albopictus* ; 3 cas importés de chikungunya et aucun cas importé de Zika. Un cas autochtone de dengue a été identifié dans le département du Var le 26/07/2021[45].

Du 1er mai au 09 décembre 2022, ont été identifiés en France métropolitaine : 272 cas importés de dengue ; 255 ont été diagnostiqués dans des départements avec implantation documentée d'*Aedes albopictus* ; 22 cas importés de chikungunya ; 3 cas importé de Zika.

[41] https://solidarites-sante.gouv.fr/sante-et-environnement/risques-microbiologiques-physiques-et-chimiques/especes-nuisibles-et-parasites/article/cartes-de-presence-du-moustique-tigre-aedes-albopictus-en-france-metropolitaine
[42] https://lejournal.cnrs.fr/articles/moustique-tigre-une-inquietante-invasion
[43] https://solidarites-sante.gouv.fr/sante-et-environnement/risques-microbiologiques-physiques-et-chimiques/especes-nuisibles-et-parasites/moustiques
[44] https://www.santepubliquefrance.fr/maladies-et-traumatismes/maladies-a-transmission-vectorielle/chikungunya/articles/donnees-en-france-metropolitaine/chikungunya-dengue-et-zika-donnees-de-la-surveillance-renforcee-en-france-metropolitaine-en-2020
[45] https://www.santepubliquefrance.fr/maladies-et-traumatismes/maladies-a-transmission-vectorielle/chikungunya/articles/donnees-en-france-metropolitaine/chikungunya-dengue-et-zika-donnees-de-la-surveillance-renforcee-en-france-metropolitaine-en-2021

Neuf foyers de transmission autochtone de dengue (comptabilisant au total 65 cas) ont été identifiés au 16 octobre 2022 : 1 cas dans les Pyrénées-Orientales, 4 cas dans les Hautes-Pyrénées, 6 cas en Haute-Garonne ; 1 cas dans le Tarn-et-Garonne, 7 cas dans le Var, 44 cas dans les Alpes-Maritimes et 2 cas en Corse[46].
Un cas autochtone d'infection par le virus Usutu a été confirmé en Nouvelle-Aquitaine.

Du 1er mai au 24 novembre 2023, ont été identifiés en France métropolitaine : 1 876 cas importés de dengue diagnostiqués dans les départements avec implantation documentée d'Aedes albopictus, 28 cas importés de chikungunya et 9 cas importés de Zika[47].
Huit foyers de transmission autochtone de dengue (comptabilisant au total 40 cas) ont été identifiés au 24 novembre 2023 : 14 cas dans les Bouches-du-Rhône, 2 cas dans les Alpes-Maritimes, 11 cas dans les Pyrénées Orientales, 9 cas dans le Gard, 2 cas dans l'Hérault, 2 cas dans la Drôme et 3 cas dans le Val-de-Marne.

Aucun cas autochtone de maladies portées par ce moustique n'a été recensé sur le territoire du Grand Est jusqu'alors.

21.6. IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES CONCENTRATIONS EN POLLUANTS ATMOSPHERIQUES

Le projet franco-italien CLIMAERA[48] (2017-2020) sur le territoire ALCOTRA (3 régions italiennes : Piémont, Ligurie, Vallée d'Aoste et 2 françaises : Auvergne-Rhône-Alpes et Provence-Alpes-Côte d'Azur) s'est intéressé à rechercher les meilleures solutions visant à améliorer la qualité de l'air tout en réduisant l'impact sur le changement climatique ainsi que les interactions entre le changement climatique et la pollution atmosphérique.

Les objectifs de ce projet sont les suivants :

- Évaluer la qualité de l'air entre plusieurs régions françaises et italiennes en tenant compte des changements climatiques
- Élaborer des préconisations pour diminuer les gaz à effet de serre et polluants, grâce à des scénarios d'émissions à l'horizon 2030 et 2050 et à une hiérarchisation des mesures à prendre en compte. Ces modélisations pourront aider les décideurs politiques de ces territoires à anticiper des actions adaptées (renouvellement des équipements de chauffage et du parc automobile, développement des transports collectifs…)
- Mieux comprendre les freins du grand public face aux changements des comportements et définir les messages et outils les plus adaptés pour y répondre

Les partenaires du projet, face à la thématique du changement climatique, ont fait appel au CMCC (Centre euro-Méditerranéen sur le Changement Climatique) pour modéliser à l'échelle du territoire ALCOTRA, l'évolution des paramètres météorologiques entre 2013, 2030 et 2050. L'étude du CMCC a mis en évidence un réchauffement global de ces régions pouvant aller jusqu'à +2°C en considérant un scénario d'évolution des émissions de gaz à effet de serre optimiste (RCP4.5). Les jours d'enneigement pourraient être réduits jusqu'à 25 jours par an dans le cas du scénario pessimiste sur l'ensemble de la zone alpine.

Ces jeux de données météorologiques ont ensuite permis de modéliser la qualité de l'air en considérant l'évolution des émissions de chaque région.

Il découle de ce projet que la qualité de l'air en 2030 et 2050 devrait s'améliorer par rapport à 2013 avec l'introduction et la mise sur le marché de technologies innovantes et moins polluantes, permettant de réduire d'année en année le bilan des émissions de chaque secteur d'activité.

- L'impact du changement climatique a été abordé en comparant deux scénarios d'années météorologiques différentes, mais avec les mêmes émissions atmosphériques 2030 (un scénario « émissions 2030/météo 2013 » et un scénario « émissions 2030/météo 2030 »). La conclusion tirée est forte : la météorologie de 2030 aura pour effet d'augmenter sensiblement (jusqu'à +5 µg/m^3 sur la moyenne annuelle) les concentrations de particules, notamment sur la région Auvergne-Rhône-Alpes et le Piémont. Ce constat est alarmant car une évolution des gaz à effet de serre "optimiste" (RCP4.5) a été prise en compte pour les scénarios météorologiques. En effet, la hausse des particules serait encore plus importante, si l'évolution des gaz à effet de serre s'avérait moins favorable.

[46]https://www.santepubliquefrance.fr/maladies-et-traumatismes/maladies-a-transmission-vectorielle/chikungunya/articles/donnees-en-france-metropolitaine/chikungunya-dengue-et-zika-donnees-de-la-surveillance-renforcee-en-france-metropolitaine-en-2022
[47]https://www.santepubliquefrance.fr/maladies-et-traumatismes/maladies-a-transmission-vectorielle/chikungunya/articles/donnees-en-france-metropolitaine/chikungunya-dengue-et-zika-donnees-de-la-surveillance-renforcee-en-france-metropolitaine-en-2023
[48] Interreg Alcotra ; CLIMAERA ; Rapport final. https://www.climaera.eu/fr/resultats/rapports

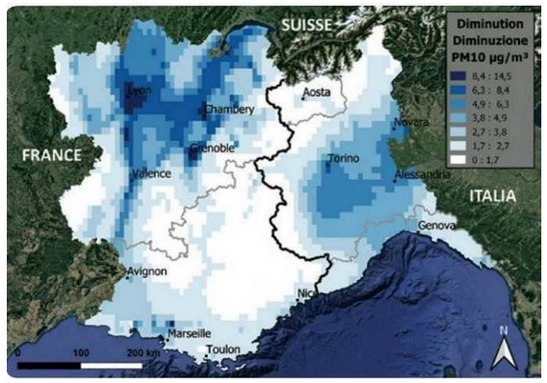


Figure 112 : Impact de la baisse des émissions anthropiques en 2030 sur les concentrations de PM10 par rapport à 2013 (scénario émissions 2030 - scénario émissions 2013) à météo 2013 constante (source : CLIMAERA**)**

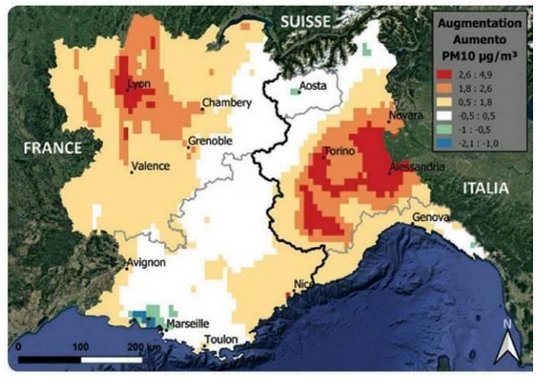


Figure 113 : Impact de la météo future 2030 sur les concentrations moyennes annuelles de PM10 par rapport à 2013 (scénario météo 2030 - scénario météo 2013) à émissions 2013 constantes (source : CLIMAERA**)**

Face à ces résultats, un outil capable de trouver des solutions pour contrebalancer l'impact du changement climatique a été testé. L'outil RIAT+, logiciel développé dans le cadre d'un projet européen antérieur (Programme LIFE), hiérarchise les mesures les plus efficaces pour réduire les concentrations annuelles de particules fines PM10, PM2,5 et/ou de dioxyde d'azote NO_2. Il permet également de répondre aux attentes de collectivités et de décideurs. En effet, chaque action est associée à un coût en euro et à la réduction d'émissions de gaz à effet de serre. Il est possible de sélectionner les meilleures actions réduisant les émissions atmosphériques et de gaz à effet de serre et de visualiser le bénéfice sur la qualité de l'air en 2030. Le chauffage au bois résidentiel et le trafic routier sont visiblement les deux secteurs sur lesquels il convient d'agir pour améliorer au mieux la qualité de l'air dans la plupart des régions partenaires du projet.

22. EFFETS DE LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE SUR LA FAUNE, LA FLORE, LE SOL ET LES BATIMENTS

22.1. EFFETS SUR LES SOLS

La pollution de l'air a deux effets sur les sols :

- La contamination des sols avec des substances potentiellement toxiques (les métaux lourds, par exemple) ;
- L'acidification des sols.

La contamination du sol est due à la présence de polluants qui ont été dispersés, puis déposés sur le sol.
Diverses études ont montré que les dépôts de métaux lourds sont plus importants à proximité de la route (5 m à 25 m) et sont approximativement divisés par deux à 100 m de la voie. Ces résultats ont été confirmés par d'autres études portant sur la contamination des végétaux implantés près des voies de circulation. Les résultats indiquent que la contamination en métaux lourds (plomb, cadmium et zinc) est plus importante à proximité de la route (de 0,5 à 10 m) et devient beaucoup plus faible à une distance de 20 m. (Ward, 1994 ; Ylaranta, 1994 ; Malbreil, 1997 ; Garcia & Milan, 1998).

Les principaux effets de l'acidification sur la flore sont dus au dépôt de substances acidifiantes comme, par exemple :

- Le dioxyde de soufre ;
- Les oxydes d'azote ;
- L'ammoniac.

Les effets de l'acidification varient géographiquement et dépendent d'une combinaison de deux facteurs : la quantité de dépôts (secs et humides) et la sensibilité naturelle du récepteur en question (sol et eau).
L'acidification réduit considérablement la fertilité des sols, en affectant essentiellement leur biologie, en décomposant les matières organiques et en provoquant la perte de substances nutritives. De plus, l'acidification des sols est un facteur déterminant de la libération de cations tels que le fer, l'aluminium, le calcium, le magnésium ou les métaux lourds (présents dans le sol en quantités significatives, mais de façon généralement très peu mobile). Cela a pour effet de réduire le pouvoir tampon des sols (par la décomposition des minéraux argileux) et, partant, de modifier leur capacité à neutraliser l'acidité.
Ce phénomène se produit notamment sur les sols dotés d'un faible pouvoir tampon et constitue un problème grave, car irréversible.

Enfin, l'acidification des sols est étroitement liée à l'acidification de l'eau, qui peut affecter la vie aquatique, les eaux souterraines et l'approvisionnement en eau potable qui y est lié.

22.2. EFFETS SUR LA VÉGÉTATION

La pollution atmosphérique gazeuse et particulaire affecte la végétation.
La pollution gazeuse pénètre dans les plantes par des orifices situés sur les feuilles, les stomates. La plante réagit en fermant ces stomates et en fabriquant des enzymes. L'absorption des polluants entraîne des perturbations au niveau d'un grand nombre de processus physiologiques cellulaires. La plante, pour faire face à ce stress extérieur, y remédie en mettant en place des processus de rétablissement. Si ces processus s'avèrent insuffisants pour réparer ou compenser les dysfonctionnements cellulaires, des dommages apparaissent sur la plante. À fortes doses, ces dommages peuvent être irréversibles et causer des mortalités cellulaires et l'apparition de nécroses foliaires.
La pollution particulaire se dépose sur les sols et est ensuite absorbée par les racines des plantes. Les polluants sous forme soluble sont les plus toxiques car ils sont assimilables par les plantes. Absorbés par les racines, ils peuvent ainsi s'accumuler dans la plante et contaminer la chaîne alimentaire.
Les possibilités d'accumulation des métaux dans les plantes varient en fonction de nombreux paramètres comme, par exemple les propriétés du sol (pH, composition), le type d'élément, le type d'espèce et le type d'organe considérés. Par ailleurs, l'observation de caractéristiques différentes de routes montre que la contamination des sols varie selon la géométrie de l'infrastructure (remblai, déblai) et les conditions climatiques locales.

Les polluants primaires sont peu phytotoxiques. Les effets sur les végétaux sont provoqués essentiellement par la transformation en polluants secondaires :

- Pluies acides ;
- Formation d'ozone beaucoup plus phytotoxique (périodes chaudes).

Les concentrations en polluants secondaires sont faibles en milieu urbain. Ainsi, il y a peu d'effets sur la végétation.
En milieu interurbain, les polluants (principalement l'ozone, généré en milieu urbain) se répartissent sur de larges zones. Les concentrations, même à faible niveau, entraînent une réaction de défense des végétaux. Les exploitations agricoles et forestières en subissent directement les conséquences par une diminution de leur rendement.

Ozone (O_3)

L'ozone est un oxydant puissant, qui réagit directement avec les composés chimiques présents à la surface des cellules végétales (parois et membranes).
L'ozone peut entrainer des dégâts foliaires entrainant un vieillissement prématuré des feuilles, et donc une photosynthèse moins longtemps efficace, aboutissant à une diminution de la croissance et de la production des plantes. Cependant, l'impact sur le fonctionnement des plantes reste limité si juste une faible proportion de la surface des feuilles est endommagée.
L'ozone peut également avoir pour conséquence des perturbations du métabolisme sans dégâts apparents, mais qui conduisent à une diminution de la croissance ou de la productivité des cultures :

- Réduction de la photosynthèse ;
- Augmentation de la respiration : une partie des sucres élaborés par la photosynthèse est consommée par la respiration pour fournir l'énergie nécessaire à la réparation des tissus abîmés par l'ozone.

Particules en suspension (PM)

Les effets des poussières sur les écosystèmes sont encore assez peu connus.
Cependant, il est possible de citer plusieurs effets directs des particules sur la végétation :

- Blocage des échanges gazeux ;
- Dégradation ou abrasion de la cuticule ;
- Diminution de la photosynthèse ;
- Développement d'organismes pathogènes, comme les champignons.

Cela peut engendrer du stress sur les plantes, se traduisant par exemple par la multiplication des feuillaisons des arbres.
Les cultures maraîchères, fruitières et fourragères sont les plus exposées et présentent plus de risque de transfert vers l'animal et l'Homme. Par ailleurs, les céréales sont relativement protégées par leur enveloppe.
La majorité des poussières ne présente qu'une contamination de surface qui peut être diminuée par le lavage des aliments. Néanmoins, les particules peuvent également avoir une action sur le milieu, notamment par l'eau et le sol. Ainsi, certains polluants, comme les métaux lourds, peuvent être assimilés par les racines des plantes et transmis aux parties comestibles.

Au niveau physiologique, les métaux lourds peuvent être divisés en deux groupes :

- Les éléments nécessaires au métabolisme, qui peuvent devenir toxiques en excès (Le zinc, par exemple) ;
- Les éléments non nécessaires (comme le plomb ou le cadmium) qui sont toxiques même à de faibles concentrations.

Dioxyde d'azote (NO_2)

Le dioxyde d'azote présente également des effets sur divers écosystèmes. Chaque écosystème possède des caractéristiques propres (notamment le type de sol) qui déterminent la vulnérabilité de ce dernier aux apports d'azote.
Dans les écosystèmes pauvres en élément nutritifs, l'apport d'azote modifie la compétition entre les espèces, au détriment des espèces adaptées aux substrats pauvres. D'importants changements sont ainsi observés dans la composition des espèces lorsque le milieu se sature peu à peu d'azote.
On peut également noter la modification du rapport partie 'aérienne'/partie 'racinaire' des plantes. Les surfaces de captation des eaux (racines) diminuent par rapport aux surfaces de transpiration (feuilles). Cela entraîne une augmentation de la sensibilité à la sècheresse et au froid de la plante, avec par conséquent une réduction de la croissance de la plante (et par extension, une réduction de rendement s'il s'agit de plantes agricoles).

Impact de la pollution atmosphérique liée au trafic routier sur la végétation

Dans la réglementation française, 2 polluants (en sus de l'ozone) ont un niveau critique mentionné pour la protection de la végétation.
Il s'agit des NOx avec un niveau critique à 30 µg/m^3 (exprimé en équivalent NO_2) en moyenne annuelle et du SO_2 avec un niveau critique à 20 µg/m^3 en moyenne annuelle et hivernale.

Les tableaux qui vont suivre présentent les résultats des modélisations pour l'ensemble des scénarios et horizons, concernant les polluants visés.

En ne considérant que les émissions liées au trafic routier du réseau d'étude :
-**Pour le SO_2** : quels que soient l'horizon et la situation, le niveau critique pour la protection de la végétation est respecté sur l'intégralité de la zone d'étude.
-**Pour les NOx** : pour les horizons 2023 et 2027 et toutes les situations (actuelle, Fil de l'Eau, projet), les teneurs dépassent le niveau critique pour la protection de la végétation entre les concentrations maximales et le centile 95 des concentrations calculées sur la zone d'étude.

Tableau 64 : Résultats des modélisations pour les oxydes d'azote – moyenne annuelle

NOx (µg/m³) Moyenne annuelle en équivalent NO_2	Niveau critique pour la protection de la végétation		30 µg/m³ en moyenne annuelle
	2023 Horizon actuel	2027 Sans projet	2027 Avec projet
ZONE ETUDE - MAX	206,2	152,9	152,9
CENTILE 95 ZONE ETUDE	20,6	15,9	15,9
CENTILE 90 ZONE ETUDE	15,9	12,1	12,1
CENTILE 80 ZONE ETUDE	10,1	7,8	7,8
CENTILE 70 ZONE ETUDE	7,6	5,9	5,9
CENTILE 60 ZONE ETUDE	6,1	4,7	4,7
CENTILE 50 ZONE ETUDE	5,2	4,0	4,0
CENTILE 40 ZONE ETUDE	4,6	3,5	3,5
CENTILE 30 ZONE ETUDE	4,1	3,1	3,1
CENTILE 20 ZONE ETUDE	3,2	2,5	2,5
CENTILE 10 ZONE ETUDE	2,3	1,8	1,8
Nota Bene	*Ces résultats considèrent uniquement l'effet des émissions des brins routiers dont les trafics ont été fournis ainsi que le trafic autoroutier.*		

Niveau critique dépassé Niveau critique respecté

Tableau 65 : Résultats des modélisations pour le dioxyde de soufre – moyenne annuelle

SO_2 (µg/m³) Moyenne annuelle	Niveau critique pour la protection de la végétation		20 µg/m³ en moyenne annuelle et hivernale
	2023 Horizon actuel	2027 Sans projet	2027 Avec projet
ZONE ETUDE - MAX	0,82	0,93	0,93
CENTILE 95 ZONE ETUDE	0,08	0,09	0,09
CENTILE 90 ZONE ETUDE	0,06	0,07	0,07
CENTILE 80 ZONE ETUDE	0,04	0,05	0,05
CENTILE 70 ZONE ETUDE	0,03	0,03	0,03
CENTILE 60 ZONE ETUDE	0,02	0,03	0,03
CENTILE 50 ZONE ETUDE	0,02	0,02	0,02
CENTILE 40 ZONE ETUDE	0,02	0,02	0,02
CENTILE 30 ZONE ETUDE	0,02	0,02	0,02
CENTILE 20 ZONE ETUDE	0,01	0,01	0,01
CENTILE 10 ZONE ETUDE	0,01	0,01	0,01
Nota Bene	*Ces résultats considèrent uniquement l'effet des émissions des brins routiers dont les trafics ont été fournis ainsi que le trafic autoroutier.*		

Niveau critique dépassé Niveau critique respecté

22.3. EFFETS SUR LA FAUNE

Les animaux, ou la faune, ne sont pas immunisés contre l'effet de la pollution atmosphérique. Les polluants préoccupants comprennent les pluies acides, les métaux lourds, les polluants organiques persistants (POP) et d'autres substances toxiques. (Source : gouvernement Canada).

Pour mieux comprendre cet effet, il est important de se rappeler que les animaux comprennent une grande variété d'espèces, comme les insectes, les vers, les mollusques, les poissons, les oiseaux et les mammifères, dont chacune interagit différemment avec son milieu. Par conséquent, l'exposition et la vulnérabilité de chaque animal aux effets de la pollution atmosphérique peuvent aussi être différentes.

La pollution atmosphérique peut être préjudiciable à la faune de deux principales façons. Elle :

- Détériore la qualité de l'environnement ou de l'habitat où les animaux vivent ;
- Diminue la disponibilité et la qualité de l'approvisionnement alimentaire.

❖ **Effets de la pollution atmosphérique sur la qualité de l'habitat**

Les animaux vivent sur et dans le sol aussi bien que dans l'eau. Ils doivent aussi respirer de l'air en utilisant des poumons, des ouïes ou une autre forme d'échange gazeux, comme la diffusion passive à travers la surface de la peau. Toutes ces conditions influent sur la vulnérabilité d'un animal aux effets de la pollution atmosphérique.

Les pluies acides peuvent modifier la composition chimique et la qualité du sol et de l'eau. Par exemple, les plans d'eau peuvent devenir trop acides pour que certains animaux puissent y survivre ou avoir des fonctions physiologiques normales. Les pluies acides peuvent aussi accroître la lixiviation des métaux lourds présents dans le sol, comme l'aluminium, dans les habitats aquatiques, ce qui augmente la disponibilité dans la colonne d'eau des métaux lourds comme l'aluminium et le mercure, qui sont très toxiques pour de nombreux animaux, y compris les poissons.

Certains métaux lourds, comme le mercure, peuvent être transportés dans l'atmosphère très loin de leurs sources d'émission.

Bien qu'elles ne soient pas aussi bien connues, d'autres formes de pollution atmosphérique, comme le Smog, les particules et l'ozone troposphérique, détériorent la santé de la faune de la même façon que la santé humaine, et produisent des effets sur les poumons et le système cardiovasculaire.

❖ **Effets de la pollution atmosphérique sur l'approvisionnement et la qualité alimentaires**

Bon nombre de métaux lourds, de substances toxiques, de polluants organiques persistants (POP) et d'autres polluants atmosphériques sont nocifs pour la faune en entrant dans la chaîne trophique et en influant sur l'approvisionnement et la qualité alimentaires.

Une fois consommés, bon nombre de ces polluants s'accumulent et s'emmagasinent dans les tissus des animaux. Lorsque les animaux sont mangés par d'autres animaux de la chaîne trophique, ces polluants continuent de s'accumuler et d'accroître leur concentration. Ce processus est appelé la bioaccumulation. Les prédateurs du haut de la chaîne, comme les ours et les aigles entre autres, sont particulièrement vulnérables à la bioaccumulation de ces types de polluants atmosphériques.

Par exemple, le mercure est tellement préoccupant qu'il est recommandé de réduire la fréquence à laquelle nous mangeons certains types de poissons en raison de la quantité de ce métal lourd qui peut se retrouver dans leur chair.
Ces polluants atmosphériques peuvent être toxiques pour les animaux en perturbant leur fonction endocrinienne, en endommageant leurs organes, en accroissant leur vulnérabilité au stress et à la maladie, en diminuant leur chance de reproduction et en causant éventuellement leur mort.

Les changements dans l'abondance d'une espèce, causés par la pollution atmosphérique peuvent grandement influer sur l'abondance et la santé des espèces dépendantes. Par exemple, la perte de certaines espèces de poissons due à l'augmentation des concentrations d'aluminium peut permettre aux populations d'insectes de s'accroître, ce qui peut être avantageux pour certains types de canards qui se nourrissent d'insectes, mais cette perte peut être préjudiciable aux aigles, aux balbuzards pêcheurs et à bon nombre d'autres animaux qui comptent sur le poisson pour s'alimenter.

Il s'avère très complexe de bien comprendre et déterminer dans quelle mesure et de quelle façon ces changements toucheront d'autres espèces de l'écosystème.

❖ **En bref**

La pollution de l'air affecte également la faune : déclin de certaines populations pollinisatrices, difficultés de certaines espèces à se reproduire ou à se nourrir.
Elle modifie la physiologie des organismes, l'anatomie et les caractéristiques du biotope et des populations.

22.4. EFFETS SUR LES BÂTIMENTS

Depuis plus de deux siècles, le grand développement des industries, des transports et du chauffage a entraîné d'importantes émissions dans l'atmosphère de composés soufrés, azotés et carbonés. Ces composés sont soit gazeux (SO_2, NOx, CO, CO_2 ...), soit particulaires (cendres volantes et suies). Soumis au fil des ans à leur action, les matériaux des façades, essentiellement la pierre, le ciment et le verre, se détériorent. (Source : Airparif)

L'observation d'un bâtiment ou d'une statue révèle l'ampleur de cette dégradation physique et esthétique attribuée au dépôt et à l'accrochage de poussières noirâtres. Ainsi, sur une même façade, coexistent des zones sombres et des zones claires. Les premières, abritées de la pluie, sont couvertes d'une fine pellicule de suies associées à une faible quantité de sulfates et de carbonates. A l'inverse, les zones claires, frappées par la pluie ou parcourues par des ruissellements d'eau, offrent l'aspect d'un matériau nu, lavé ou même érodé : les particules déposées entre deux pluies ont été évacuées, ainsi que les sulfates et les carbonates qui auraient pu se former. Si les zones sombres sont anciennes et n'ont pas été nettoyées depuis quelques décennies, elles comportent non pas des pellicules fines mais des croûtes noires épaisses très sulfatées et contenant des cendres volantes. Ces croûtes épaisses se sont formées à une époque où la pollution par le dioxyde de soufre était importante.
La répartition de ces zones sombres et claires sur une même façade répond à une logique simple : les parties hautes du bâtiment, plus fréquemment atteintes par la pluie, comportent une majorité de zones claires, tandis que ses parties basses, soumises plus directement aux émissions du trafic automobile, comportent une majorité de zones sombres. Vers la base des murs, le jeu croisé de la pollution atmosphérique, de la pluie, des remontées à partir du sol d'eau chargée de sels, et la plus ou moins grande fragilité de la pierre liée à sa composition et à sa porosité, amène la formation d'un puzzle de petites taches noires, grises et blanches dues au détachement périodique de petites écailles aux contours sinueux.

La surface de tous les matériaux peut se couvrir de suies noires : pierre, plâtre, ciment, béton, verre, vitrail, brique, céramique, bois, plastique, métaux... mais seuls ceux qui comportent des carbonates peuvent se sulfater en profondeur car le SO_2 les transforme facilement : c'est le cas des calcaires et des grès calcareux.

Le verre des fenêtres et des façades de beaucoup de grands immeubles contemporains est chimiquement stable du fait de sa composition (silicium, calcium et sodium) : la pluie, même acide, l'altère très peu en profondeur. En revanche, sur les zones qu'elle lave, elle laisse des traces blanchâtres ou grisâtres qui le rendent flou ; sur les zones qu'elle n'atteint pas, des dépôts de suies noires se développeraient rapidement si des nettoyages réguliers ne les empêchaient de se former.

Le cas des vitraux anciens est plus préoccupant : de composition différente de celle des vitres modernes (silicium, calcium et potassium), ils sont facilement attaqués chimiquement par la pluie, jusqu'à être profondément corrodés, voire troués. Dans les zones situées à l'abri de la pluie, des dépôts de suies noires se forment et demeurent en place, car on ne nettoie pas régulièrement les vitraux, sauf lors de grandes campagnes de restauration, rares et très coûteuses.

23. QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR

23.1. PRÉSENTATION

Le projet prévoyant la création de logements, la problématique de la pollution de l'air intérieur dans les habitations est donc un sujet à prendre en considération. En effet, en France, une personne passe en moyenne 80 à 90 % de son temps en milieu clos, que ce soit en habitat, au travail ou dans les transports. Chaque année en France, la pollution de l'air intérieur est responsable du décès d'environ 20 000 personnes et engendre un coût socio-économique évalué à 19,5 milliards d'euros[49]. Aussi, la question de la qualité de l'air intérieur est un sujet faisant l'objet de plus en plus d'études sanitaires et scientifiques.

Les polluants susceptibles d'affecter la qualité de l'air intérieur et la santé sont nombreux et de plusieurs types : composés toxiques (formaldéhyde, monoxyde de carbone, …), biologiques (acariens, pollens, moisissures, …), radioactifs (radon) ou physiques (particules fines, amiante).
L'origine de ces polluants est multiple. En effet, certains polluants proviennent de l'interaction avec l'air extérieur, mais la plupart sont émis à l'intérieur même des bâtiments, que ce soit par les équipements, les matériaux de construction ou les activités humaines.
La pollution de l'air intérieur peut avoir des effets sur la santé plus ou moins graves : toux, céphalées, irritation des yeux et de la gorge, fatigue, nausées, cancer.



Figure 114 : Principales sources de pollution de l'air intérieur en habitat (source : Ademe**)**

[49] ANSES (avril 2014) « Étude exploratoire du coût socio-économique des polluants de l'air intérieur »

23.2. POLLUANTS

Dans les habitations, le **formaldéhyde** est un des polluants les plus répandus du fait des nombreuses sources potentiellement présentes en environnement intérieur : bois agglomérés et contreplaqués (meuble et matériaux de construction), colle, vernis, produits ménagers, cosmétiques, fumée de tabac, … Le formaldéhyde est un irritant des voies respiratoires supérieures, classé cancérogène certain chez l'homme par le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC).

Le **monoxyde de carbone** provient de la combustion incomplète de matériaux carbonés, donc en général d'installations de chauffage mal réglées ou mal entretenues. Il est responsable de nombreuses morts par asphyxie en se liant à l'hémoglobine à la place du dioxygène, d'autant plus qu'il s'agit d'un gaz incolore et inodore.

Les **oxydes d'azote** (NOx) sont une famille de gaz formés d'azote et d'oxygène, comprenant principalement le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO_2). Émis lors de combustions à haute température, la pollution intérieure provient essentiellement des appareils de chauffage ou de production d'eau chaude, des gazinières, du tabagisme ou de la circulation automobile (transfert de la pollution extérieure à l'intérieur des bâtiments).

Les **Composés Organiques Volatils** (COV) sont des substances pouvant facilement se trouver sous forme gazeuse dans l'atmosphère. Ils correspondent à plusieurs familles chimiques : alcanes, alcènes, aldéhydes, cétones, esters, alcools, terpènes…
Les sources intérieures de COV sont les activités humaines (tabagisme, produits d'entretien, bricolage, utilisation de bougies, d'encens…), les matériaux de construction, l'ameublement (vernis, peinture, colles…) et les équipements (imprimantes, appareils de chauffage…).

Les **particules en suspension** sont des solides de nature très diverse qui restent longtemps dans l'air compte tenu de leur petite taille. Les particules sont considérées comme substances hautement prioritaires par l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur (OQAI). Elles peuvent provenir de la fumée de tabac, de la cuisson des aliments, de bougies, d'encens, de feux de cheminée, …

Le **dioxyde de carbone** est issu principalement de la respiration. Il ne présente pas un grand danger sanitaire, mais peut être utilisé pour déterminer le niveau de confinement d'un local et l'efficacité de la ventilation.

Les **polluants biologiques** sont constitués de l'ensemble des micro-organismes et des vecteurs particulaires en suspension dans l'air. Ils sont omniprésents et très divers, il s'agit

des bactéries (dont certaines produisent des endotoxines), des virus, des moisissures (dont certaines produisent des mycotoxines), des allergènes d'animaux (chats, chiens), d'insectes (blattes) ou d'acariens, ou des pollens. Les effets sanitaires de ces micro-organismes, pollens, ou résidus de micro-organismes pour les allergènes, vont dépendre des espèces présentes, de leurs concentrations et de la durée d'exposition et des personnes exposées. Outre le risque infectieux, il existe des risques allergiques et toxiniques non négligeables.

23.3. RECOMMANDATIONS

La ventilation et l'aération jouent un rôle essentiel dans la lutte contre la pollution de l'air intérieur. En effet, elles permettent d'évacuer l'air chargé en pollution ou en humidité et d'apporter de l'air neuf. Le renouvellement de l'air d'un logement est la résultante de plusieurs facteurs : la perméabilité à l'air du bâtiment, l'ouverture des fenêtres et des portes et la présence de dispositifs spécifiques de ventilation (naturelle ou mécanique). Une maintenance régulière des systèmes de ventilation est donc primordiale pour réduire les problèmes de pollution intérieure.

Le taux d'humidité est un facteur important de la pollution de l'air intérieur. Un air trop humide tend à favoriser le développement de moisissures et bactéries dont les spores et toxines peuvent affecter la santé, tandis qu'un air trop sec fragilise les muqueuses respiratoires et les rend plus sensibles à la pollution. L'OQAI recommande un taux d'humidité relative compris entre 40 et 60 % pour une température de 18 à 22°C.
Il est donc conseillé de maintenir une humidité aux alentours de 50 %, dans un premier temps par une bonne ventilation des locaux, et dans un second temps par l'installation d'un humidificateur ou déshumidificateur d'air.
Une attention particulière doit être appliquée dans l'aménagement des logements afin de limiter les matériaux, peintures et meubles dégageant de composés toxiques comme le formaldéhyde ou les COV. Les produits de construction et de décoration (matériaux d'isolation, peinture, papiers peints, colle, vernis, moquette, …) doivent être choisis en fonction de leur niveau d'émissions de COV indiqué sur l'étiquette « émissions dans l'air intérieur » obligatoire depuis 2013.



Figure 115 : Étiquette des émissions en polluants volatils des produits de construction et de décoration

L'emploi de produits d'entretien doit respecter les dosages et les consignes d'utilisation indiquées sur l'étiquette et stockés, flacon fermé, dans une zone ventilée.
Les appareils de combustion (chauffage et gazinière) doivent être entretenus et vérifiés périodiquement.
Enfin, le tabagisme, ainsi que l'utilisation de bougies, d'encens et de parfums d'intérieur est déconseillée.

Afin de remédier à une pollution de l'air persistante, il existe des dispositifs de décontamination par effet photochimique, oxydation photocatalytique ou photoplasma. Ces appareils présentent cependant des inconvénients (efficacité en situation réelle, coût élevé, bruit, …) et de ce fait, ne doivent être envisagés qu'après mise en place d'actions préventives.

24. MESURES D'ÉVITEMENT, DE RÉDUCTION ET DE COMPENSATION DES IMPACTS

Concernant le secteur résidentiel / tertiaire, la construction de bâtiments économes en énergie permet de minimiser les émissions par une moindre consommation. De plus, les modes de chauffage et de production d'eau chaude fonctionnant sans combustion permettent de réduire considérablement les émissions atmosphériques locales.

La pollution atmosphérique dans le domaine des transports est une nuisance pour laquelle il n'existe pas de mesures compensatoires quantifiables. Cependant, pour le transport routier, les améliorations des motorisations et des systèmes épuratifs, la généralisation de la norme Euro 6 (voire 7 dans quelques années) associée au renouvellement du parc roulant vont permettre une diminution des émissions, et donc une amélioration de la qualité de l'air.

Concernant les horizons à long terme, il est vraisemblable d'envisager que les émissions de polluants atmosphériques liées au transport routier puissent baisser de manière encore plus importante en fonction de plusieurs leviers tels que :

- L'évolution de la législation sur les transports : vote du 08 juin 2022 du Parlement européen interdisant les ventes de véhicules à énergies fossiles carbonée à l'horizon 2035 (sachant qu'en 2020 ces derniers [motorisations 100 % essence ou diesel] représentent encore 54 % des ventes[50] de véhicules neufs ; 74 % si l'on inclus les motorisations hybrides essence et hybrides diesel) ou encore le développement des zones environnementales type ZFE (Zones à Faibles Émissions) imposant des restrictions de circulation pour certains véhicules.
- L'innovation sur de nouveaux modes de transport : de nombreux projets ou déploiements de technologies déjà existantes voient le jour, que ce soit pour le transport individuel ou collectif, afin de renouveler et révolutionner les mobilités dans le futur. Il est possible de citer :
  - Le déploiement des véhicules électriques à batteries ou à pile à combustibles (hydrogène) et les projets de logistique du dernier kilomètre avec le projet ESPRIT (quadricycles électriques en autopartage emboitables et attelables pour former des trains routiers).
  - Les trains à sustentation magnétique tels que le Transrapid de Shanghai, le Linimo au Japon déjà en circulation.
  - Les capsules taxi autonomes à sustentation magnétique telles que le projet SkyTran.
  - Des capsules suspendues sur rails à propulsion humaine (par pédaliers) telles que le projet Shweeb.
  - Les « vactrain » tel que Hyperloop ou Transpod fonctionnant sur coussin d'air dans des tubes sous pression réduite : de nombreux projets ont été imaginés en France. Des projets similaires existent également pour le transport de marchandises en souterrain.
  - Les téléphériques urbains à vocation de transport en commun et non juste de desserte de sites touristiques, tels que Métrocable à Medellín, le téléphérique de Brest (800 000 personnes par an) ou de Toulouse déjà en fonctionnement. À Toulouse, la mise en service a eu lieu en mai 2022. Ce métrocable comporte 3 stations et desservira en 10 min un trajet nécessitant 40 min de voiture. Le projet de l'agglomération de Grenoble a été validé le 20 février 2020 et verra le jour en 2023. Ce téléphérique urbain reliera les communes de Fontaine et de Saint-Martin-le-Vinoux en survolant la rivière du Drac et l'autoroute A80.
  - Le développement des transports individuels en free-floating (vélos, trottinettes).
  - Concernant le transport maritime, des projets de bateaux au GPL et force des vents (coque ou voile gigantesque) ou encore solaires voient le jour tels que Vindskip, Efuture 13000C, Skysails.
  - Le transport aérien voit des projets d'avions modulables avec Clip-Air ou d'avion solaire (Solar Impulse), des projets reprenant le principe du dirigeable tels que SolarShip, Aeros.
  - Les projets d'hoverboard (skate en lévitation) utilisant le principe de supraconductivité tels que Magsurf ou Slide.
- L'évolution des pratiques personnelles de transport :
  - Déploiement des véhicules gyroscopiques roulant électriques monoplace (gyropode, gyroroue, gyroskate).
  - L'augmentation de la part modale du vélo (électrique ou non) en zone urbaine, la part modale augmentant de l'ordre de 10 % à 35 % par an dans les grandes villes françaises (source : ADEME).
  - L'utilisation importante du free-floating.

À l'égard de l'ensemble de ces projets, déjà en service ou en développement, visant la réduction du transport routier individuel, il est plausible d'envisager que dans le futur long terme, la mobilité telle que nous la connaissons aujourd'hui soit révolutionnée et que les émissions polluantes liées à la combustion des véhicules thermiques diminuent fortement et plus drastiquement que dans les perspectives actuelles.

En tout état de cause, plusieurs types de mesures peuvent être mis en place afin de minimiser l'exposition des populations à la pollution atmosphérique.

[50] http://carlabelling.ademe.fr/chiffrescles/r/venteParTypeEnergie

24.1. MESURES D'EVITEMENT

Concernant la qualité de l'air, l'évitement est le premier levier dont disposent les élus et les décideurs.
Cela consiste à ne pas exposer de nouvelles personnes dans les zones où la qualité de l'air est déjà dégradée ou à proximité immédiate d'une source d'émission, ou de ne pas construire de nouveaux équipements, sources d'émission de polluants, à proximité immédiate de zones habitées ou sensibles.

24.2. MESURES DE REDUCTION

Lorsque les mesures d'évitement ne peuvent être instaurées, il est alors nécessaire de faire appel à des mesures de réduction afin de limiter au maximum les situations à risque pour les populations.

- **Éloignement**

L'éloignement consiste à installer les populations à distance des sources d'émissions, et particulièrement les populations sensibles pour réduire autant que possible leur exposition aux polluants atmosphériques.
Les sources routières doivent faire l'objet d'une attention particulière, car elles représentent une part importante des émissions de polluants (en moyenne en France, plus de 55 % pour le dioxyde d'azote et entre 15 et 20 % pour les PM10 et PM2,5).
Les mesures d'éloignement vis-à-vis des sources routières peuvent être mises en œuvre en imposant, par exemple, un retrait des constructions par rapport à la voie. Un foncier suffisant est alors nécessaire, mais le gain attendu, en termes d'exposition des personnes, peut rapidement se montrer important.

- **Adaptation de la morphologie urbaine**

Lorsque les mesures d'éloignement ne peuvent être mises en place de manière satisfaisante (espace urbain trop contraint, peu de disponibilité foncière, etc.), il est possible d'agir sur la morphologie urbaine, l'objectif étant de modifier les conditions d'écoulement des masses d'air afin de, soit :

- Favoriser la dispersion des polluants et éviter l'accumulation de polluants, responsable de l'augmentation des concentrations ;
- Limiter la dispersion (utilisation d'obstacles), afin que les zones à enjeux ou sensibles soient protégées des sources d'émission.

- **Recommandations constructives sur les bâtiments et gestion du bâtiment au quotidien**

Le recours aux mesures constructives peut être systématique, mais doit plutôt s'envisager comme intervenant en complément des autres mesures, ou lorsque celles-ci ne sont pas suffisantes pour réduire l'exposition à la pollution des populations ou encore impossibles à mettre en place. Elles visent essentiellement à limiter les transferts de polluants de l'extérieur vers l'intérieur.

Pour limiter la pénétration de la pollution provenant de l'extérieur dans les bâtiments, il est possible d'agir, par exemple, sur :

- le positionnement et l'implantation des ouvrants (dans la mesure du possible, il faut privilégier le positionnement des ouvertures sur les façades les moins exposées à la voirie) ;
- le positionnement des bouches de prise d'air neuf (de manière générale, privilégier le positionnement des bouches de prise d'air neuf sur le côté le moins exposé du bâtiment, loin des bouches d'air vicié, de parkings).
- la ventilation (par exemple, mettre en place et entretenir régulièrement une VMC (ventilation mécanique contrôlée) double-flux comprenant une filtration de l'air entrant (filtre à pollen et filtre à poussières fines));
- etc.

24.3. AMÉNAGEMENTS DU TERRITOIRE

Les aménagements du territoire agissent non pas sur les émissions mais sur l'exposition des populations. Par exemple, les activités polluantes, et aussi les aménagements générant un trafic important (centres commerciaux, pôles tertiaires, centres de loisirs…) seront installés de préférence loin des populations et des équipements accueillant un public vulnérable.
À l'échelle d'un aménagement, plusieurs paramètres exercent une influence sur l'exposition des populations et sur la dispersion des polluants :

- La présence d'obstacles verticaux obstrue les flux d'air, mais peut aussi être mise à profit via des bâtiments « masques », par exemple, pour protéger des espaces vulnérables et/ou sensibles de voies au trafic soutenu.
- La présence d'obstacles horizontaux influence fortement la vitesse du vent en fonction des inégalités de hauteur de la canopée urbaine.
- Les configurations « en canyon » bloquent le flux d'air et limitent la ventilation.
- La complexité des rues et leur obstruction (rapport entre l'écartement des immeubles et leur hauteur) sont des facteurs aggravants.

Les espaces ouverts (Nature en ville, parcs, jardins, voire espaces agricoles et naturels) permettent la circulation de l'air et la dispersion des polluants, contrairement à des bâtiments accolés les uns aux autres.
Ils peuvent aussi représenter un potentiel de fixation des polluants atmosphériques. L'impact sur la fixation ou la dispersion des polluants diffère selon les types de végétalisation et selon les espèces végétales et sont à considérer dans le choix des espèces :

- Les toitures végétales captent les particules fines.
- Les parcs et forêts urbains contribuent à la réduction des particules en suspension et autres polluants (dioxyde de soufre, dioxyde d'azote…). Selon les travaux conduits au sein du Laboratoire Image-Ville-Environnement de l'Université de Strasbourg, la végétation permet une réduction des niveaux de concentrations de l'ordre de 0,4 % pour le NO2 et de 1 % pour les PM10.
- La végétation en bordure de route capte une partie des émissions liées à la circulation routière.
- Les alignements d'arbres ont une capacité de captation mais limitent la ventilation des rues et la dispersion des polluants (notamment dans les rues « canyons » et/ou si le ratio entre le volume des arbres et le volume total de la rue est trop élevé).
- En revanche, certaines espèces sont émettrices de polluants (composés organiques volatils) ou allergisantes ; cela est à prendre en considération dans le choix des espèces.

24.4. LUTTE CONTRE LES ÎLOTS DE CHALEUR URBAINS

Avec le réchauffement climatique, les vagues de chaleur devraient s'intensifier significativement en Europe dans les décennies à venir. Pour contrecarrer le phénomène des îlots de chaleur urbains, plusieurs solutions sont envisagées : de l'aménagement des espaces verts à l'arrosage des chaussées, en passant par la mise en œuvre de revêtements adaptés.
En effet, augmenter la couverture végétale au sol permet de rafraîchir plus efficacement les rues. Cet effet de rafraîchissement est d'autant plus efficace que la surface végétalisée est importante et que la proportion d'arbres est élevée. Selon les stratégies, on peut obtenir une baisse de 0,5°C à 2°C. La combinaison de végétation maximale permet d'atteindre jusqu'à -3°C localement[51].
Des solutions alternatives, telles l'emploi d'enrobés rafraîchissants sont en cours d'étude.

[51] Modélisation de la végétation urbaine et stratégies d'adaptation pour l'amélioration du confort climatique et de la demande énergétique en ville, C. De Munck, 2013.

Conclusion – Analyse des Impacts

25. CONCLUSION DE L'ANALYSE DES IMPACTS

Cette partie de l'étude a traité l'analyse des impacts relatifs au projet de construction d'un parc d'activités sur le territoire de la commune de Champigny (Marne/51).

L'analyse des impacts a été conduite en prenant pour cadre la Note technique NOR : TRET1833075N du 22 février 2019 relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières, en l'adaptant au contexte d'aménagement urbain.

Deux établissements vulnérables à la pollution atmosphérique (crèches) sont recensés en l'état actuel sur la zone d'étude définie pour l'analyse des impacts. La programmation du projet n'inclut pas la création de nouveaux lieux vulnérables.

Le projet d'aménagement va générer des émissions atmosphériques lors des phases :

- Chantier ;
- Exploitation.

Des mesures à la fois techniques et organisationnelles sont disponibles en vue de réduire au maximum les nuisances liées au chantier.

Les bâtiments créés seront *a minima* conformes à la RT2012 voire à la RE2020 (applicable à partir de *janvier 2022* pour les bâtiments à usage d'habitation et de *juillet 2022* pour les bâtiments à usage de bureaux et d'enseignement primaire et secondaire ; pour les autres constructions de bâtiments (hôtels, commerces, gymnase, université, hospitalier, restaurant, etc.), le décret contient de manière inchangée les exigences de la réglementation thermique 2012. Un futur décret, introduira les exigences de la RE2020 pour ces bâtiments dont le principal objectif est de ramener à énergie positive la performance énergétique de tous les bâtiments construits « après 2020 ».
Les émissions liées au bâti s'avèreront ainsi minimes, comparé aux autres sources d'émissions déjà présentes, en particulier la circulation automobile.

La réalisation du projet va induire dans l'ensemble une hausse des trafics sur le réseau d'étude, en moyenne journalière annuelle, comparativement aux trafics en situation Fil de l'Eau.
Pour mémoire, au niveau des lieux vulnérables et de l'emprise projet, les concentrations calculées en situation actuelle 2023 et à l'horizon futur 2027 (situation 'Projet' et 'Fil de l'Eau') sont inférieures aux normes règlementaires pour les polluants faisant précisément l'objet d'une règlementation.

À l'horizon futur 2027, les teneurs maximales modélisées sur la zone d'étude diminuent fortement pour les principaux polluants émis à l'échappement par rapport à la situation actuelle (sauf SO_2 - pour lequel les concentrations maximales augmentent légèrement). Cela étant corrélé avec les **améliorations des motorisations et des systèmes épuratifs,** ainsi qu'à l'**application des normes Euro** et au **développement des véhicules hybrides/électriques,** combinées au **renouvellement du parc roulant** (diminution de la proportion des véhicules thermiques en faveur des motorisations non carbonés couplée à la diminution des véhicules non classés et des classes anciennes des normes Euro dans la part des véhicules thermiques demeurant en circulation)**. Et ce, malgré l'augmentation globale des volumes de trafic, en situations Fil de l'eau et Projet,** par rappo**rt** à la situation actuelle.
Les polluants émis également par l'abrasion (particules et métaux notamment) voient quant à eux leurs teneurs maximales sur le domaine d'étude diminuer de manière moins importante, voire augmenter légèrement.

Les <u>impacts du projet</u> sont, ***par rapport** à la **situation Fil de l'Eau*** :

- <u>Pollution atmosphérique</u> : les hausses, induites par la réalisation du projet, des concentrations maximales en polluants modélisées sur la zone d'étude, sont faibles. Par ailleurs, les hausses maximales de concentrations sont localisées logiquement sur la nouvelle voie créée pour la desserte du projet et demeurent faibles en valeurs absolues vis-à-vis des valeurs seuils réglementaires.
- <u>Enjeux populationnels</u> (lieux vulnérables existants / habitations des riverains) : il est possible de constater que les hausses de concentration en polluants en situation 'Projet' sont extrêmement faibles et non significatives au regard des valeurs seuils au niveau des lieux vulnérables et des habitations existantes. Il en va de même sur l'emprise projet.

De même, l'évaluation quantitative des risques sanitaires confirme que la réalisation du projet n'engendre pas de risques sanitaires supplémentaires pour les riverains de la zone d'étude et que par ailleurs les futurs travailleurs du projet ne seront pas significativement plus exposés que les résidents hors projet.

En définitive, l'aménagement projeté et les hausses de trafic corrélées, ne vont pas entraîner de modification notable ni de la qualité de l'air sur le secteur, ni de l'exposition à la pollution atmosphérique des riverains de la zone d'étude.
Les futurs travailleurs du projet ne seront pas significativement plus exposés que les populations riveraines de la zone d'étude.

Le tableau suivant synthétise les impacts du projet.

THÈMES	Avantages / Inconvénients
PHASE TRAVAUX	La quantification des émissions appelant un nombre important de données, il n'est pas possible, au niveau actuel de l'étude, de chiffrer les émissions atmosphériques du chantier.
VEHICULES-KILOMETRES	Les VK augmentent à l'horizon futur 2027 (avec et sans projet) par rapport à la situation actuelle. D'après les hypothèses considérées, sur le réseau d'étude, par rapport à la situation Fil de l'Eau, le projet induit une évolution des indices VK Tous Véhicules de +0,3 % en 2027.
CONSOMMATION DE CARBURANT	Par rapport à la situation actuelle, les consommations en carburant à l'horizon futur 2027 augmentent. En lien avec la hausse des VK, sur le réseau d'étude, par rapport à la situation Fil de l'Eau, le projet induit une évolution des consommations énergétiques de +0,3 % en 2027.
ÉMISSIONS POLLUANTES	Les émissions de polluants(moyenne tous polluants confondus considérés dans cette étude) diminuent, en moyenne, à l'horizon futur 2027 par rapport à la situation actuelle en lien avec le renouvellement du parc automobile et les améliorations technologiques des véhicules (diminution de la proportion des véhicules thermiques en faveur des motorisations non carbonées couplée à la diminution des véhicules non classés et des classes anciennes des normes Euro dans la part des véhicules thermiques demeurant en circulation, amélioration des systèmes épuratifs et motorisations), et ce, malgré la hausse des VK à l'horizon 2027. Par rapport à la situation Fil de l'Eau, le projet induit une évolution des émissions de polluants atmosphériques de +0,3% en 2027 (moyenne tous polluants réglementés confondus considérés dans cette étude).
CONCENTRATION DANS L'AIR AMBIANT	En comparaison avec la situation actuelle 2023, les concentrations maximales en polluants sur la zone d'étude (moyenne sur les polluants réglementés), évoluent de : - -3,9 % en 2027 — situation Fil de l'Eau - -3,9 % en 2027 — situation Projet D'après les hypothèses considérées, les concentrations maximales annuelles en polluants atmosphériques modélisées sur la zone d'étude (moyenne sur les polluants réglementés) évoluent par rapport à la situation Fil de l'Eau de -0,04 % en situation projet 2027. Au niveau de l'emprise projet et des lieux vulnérables, à l'instar de la zone d'étude, les concentrations annuelles modélisées sont toutes inférieures aux seuils réglementaires, quels que soient l'horizon et la situation considérés.
EQRS	En considérant les émissions des brins dont les trafics ont été fournis, que cela soit pour les effets à seuils ou sans seuil : - Les valeurs des indicateurs sanitaires sont situées dans le domaine de conformité pour l'ensemble des scénarios d'exposition étudiés (enfant en bas âge, riverains de la zone d'étude ; travailleur du projet) aux horizons futurs 2027 (avec et sans projet). - La réalisation du projet, par rapport à la situation Fil de l'eau, n'engendre aucune variation significative des indices sanitaires pour les riverains de la zone d'étude. - Les futurs travailleurs du projet ne seront pas significativement plus exposés à la pollution que les habitants de la zone d'étude.
COUT DES EFFETS DE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE	Les coûts sanitaires à l'horizon 2027 (situations Fil de l'Eau et Projet) augmentent légèrement par rapport à celui de la situation actuelle du fait de la hausse des VK. Par rapport à la situation au Fil de l'Eau, sur le réseau d'étude, la mise en place du projet entraîne des coûts sanitaires un peu plus élevés (+0,3 % en 2027).
ÉMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE	Par rapport à la situation actuelle, les émissions de GES aux horizons futurs 2027 augmentent. Les émissions de GES épousent les mêmes trajectoires que les consommations énergétiques. Par rapport à la situation Fil de l'Eau, le projet induit une évolution des émissions de gaz à effet de serre, sur le réseau d'étude, de +0,3 % en 2027.
COUT DES GAZ A EFFET DE SERRE	Le coût des émissions de gaz à effet de serre augmente à l'horizon futur en raison de la valeur tutélaire du carbone qui croît de façon marquée. Par rapport à la situation Fil de l'Eau, la mise en place du projet entraîne, sur le réseau d'étude, des coûts liés aux émissions de GES plus importants (+0,3 % en 2027).

Annexes

ANNEXE N°1 : GLOSSAIRE

AASQA	Association Agréée de Surveillance de la Qualité de l'Air
ADEME	Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie
AEE	Agence Européenne de l'Environnement
ALD	Affections Longues Durées
Anses	Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
ARS	Agence Régionale de Santé
As	Arsenic
ATSDR	Agency for Toxic Substances and Disease Registry
Ba	Baryum
B(a)P	Benzo(a)Pyrène
BPCO	Broncho-pneumopathie chronique obstructive
BTEX	Benzène, Toluène, Éthylbenzène et Xylènes
CAA	Concentration Admissible dans l'Air
Cd	Cadmium
CépiDc	Centre d'épidémiologie sur les causes médicales de Décès
Centile	Les centiles correspondent à des valeurs qui divisent un ensemble d'observations en 100 parties égales. C'est-à-dire, par exemple, le centile 90 correspond à la valeur pour laquelle 90 % des données ont une valeur inférieure et 10 % des données ont une valeur supérieure.
CEREMA	Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement
CH_2O	Formaldéhyde
CH_4	Méthane
C_2H_4O	Acétaldéhyde
C_3H_4O	Acroléine
C_4H_6	1,3-Butadiène
C_6H_6	Benzène
CIRC	Centre International de Recherche sur le Cancer
CITEPA	Centre Interprofessionnel technique d'Étude de la Pollution Atmosphérique
CJUE	Cour de justice de l'Union européenne
CMI	Concentration Moyenne Inhalée
CO	Monoxyde de carbone
CO_2	Dioxyde de carbone
COPERT	COmputer Program to calculate Emissions from Road Transport
CORINAIR	CORe INventories AIR
COV	Composé Organique Volatil
COVNM	Composé Organique Volatil Non Méthanique
Cr	Chrome
DREES	Direction de la Recherche, des Études, de l'Évaluation et des Statistiques
EFSA	European Food Safety Authority
EHPAD	Établissement d'Hébergement pour Personnes Âgées Dépendantes
EICU	Effet d'Ilot de Chaleur Urbain
EIS	Évaluation de l'Impact Sanitaire
EPCI	Établissement Public de Coopération Intercommunale
EPT	Établissement public territorial
ERI	Excès de Risque Individuel
ERU	Excès de risque Unitaire
EQIS	Évaluation Quantitative de l'Impact Sanitaire
EQRS	Évaluation Quantitative des Risques Sanitaires
FET	Facteur d'équivalence Toxique
GES	Gaz à Effet de Serre
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
GPL	Gaz de pétrole liquéfié
HAP	Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques
Hg	Mercure
HPM	Heure de pointe du matin
HPS	Heure de pointe du soir
IFSTTAR	Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux
IGN	Institut national de l'information géographique et forestière
INERIS	Institut national de l'environnement industriel et des risques
INRETS	Institut de recherche sur les transports
INSEE	Institut national de la statistique et des études économiques
INSERM	Institut national de la santé et de la recherche médicale
InVS	Institut de Veille Sanitaire
IPP	Indice Pollution Population
IPSL	Institut Pierre Simon Laplace
IREP	Registre français des émissions polluantes
kep	kilo équivalent pétrole
LOM	Loi d'Orientation des Mobilités
MRL	minimum risk level
NH_3	Ammoniac
Ni	Nickel
NO	Monoxyde d'azote
NO_2	Dioxyde d'azote
NOx	Oxydes d'azote
N_2O	Protoxyde d'azote
O_3	Ozone
OAP	Orientation d'Aménagement et de Programmation
OEHHA	Office of Environmental Health Hazard Assessment
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
ORS	Observatoire Régional de Santé

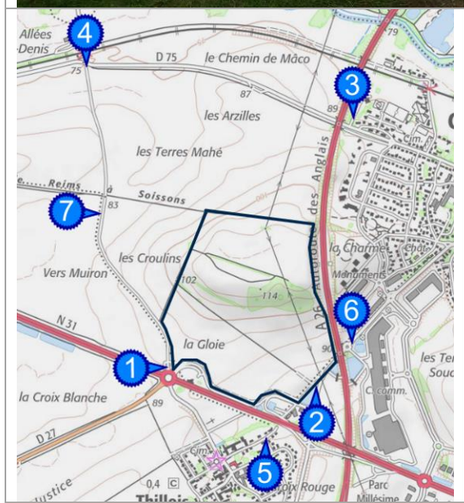
PADD	Projet d'Aménagement et de Développement Durable
Pb	Plomb
PCET	Plan Climat Énergie Territorial
PCAET	Plan Climat Air Énergie Territorial
PDU	Plan de Déplacements Urbains
PIB	Produit intérieur brut
PL	Poids Lourd
PLD	Plan Local de Déplacement
PLQA	Plans Locaux de Qualité de l'Air
PLU	Plan Local d'Urbanisme
PLUi	Plan Local d'Urbanisme intercommunal
PM	Particulate Matter (particules fines en suspension)
PM10	Particules de taille inférieure à 10 µm
PM2,5	Particules de taille inférieure à 2,5 µm
PM1,0	Particules de taille inférieure à 1,0 µm
PNSE	Plan National Santé Environnement
PPA	Plan de Protection de l'Atmosphère
PREPA	Plan national de Réduction des Émissions de Polluants Atmosphériques
PRG	Pouvoir de Réchauffement Global
PRQA	Plan Régional pour la Qualité de l'Air
PRSE	Plan Régional Santé Environnement
PRSQA	Programme Régional de Surveillance de la Qualité de l'Air
QD	Quotient de danger
REL	Risk Effect Level
RfC	Reference concentration
RIVM	[Pays-Bas] Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (Institut national de la santé publique et de l'environnement)
RNSA	Réseau National de Surveillance Aérobiologique
SCoT	Schémas de Cohérence Territoriale
SECTEN	SECTeur émetteur et ENergie
SNBC	Stratégie Nationale Bas Carbone
SO_2	Dioxyde de soufre
SRADDET	Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires
SRCAE	Schéma Régional Climat, Air, Énergie
TCA	Tolerable concentration in air
TEPCV	Territoire à Énergie Positive pour la Croissance Verte
TCEQ	Texas Commission on Environmental Quality
TMJA	Trafic Moyen Journalier Annuel
TSP	Poussières Totales (*Total Suspended Particulate matter)*
TV	Tous Véhicules
US EPA	United States Environmental Protection Agency
UVP	Unité de Véhicule Particulier
VGAI	Valeurs Guides de qualité d'Air Intérieur
VK	Véhicules-Kilomètres
VL	Véhicule Léger
VMC	ventilation mécanique contrôlée
VP	Véhicule Personnel
VUL	Véhicule Utilitaire Léger
VTR	Valeur Toxicologique de Référence
ZCR	Zone à Circulation Restreinte
ZFE	zones à faibles émissions
ZPA	Zone de Protection de l'Air
ZPAd	Zone de Protection de l'Air départementale

ANNEXE N°2 : FICHES DESCRIPTIVES - MESURES *IN SITU*

Point n°1	Parc Zone des Sables – Champigny [51]		
Caractérisation du site			
Description du lieu de pose		**GPS WGS 84**	
Route sans nom 51370 Thillois		49,26081°N 3,95006°E	
Conditions d'exposition			
Type de milieu	Trafic	**Début mesure**	05/11/2019 à 9h45
Distance de la voie la plus proche	1 m	**Fin mesure**	20/11/2019 à 9h25
Type de Support Hauteur	Panneau Sens Interdit 2,5 m	**Durée d'exposition**	Soit 359,7 h







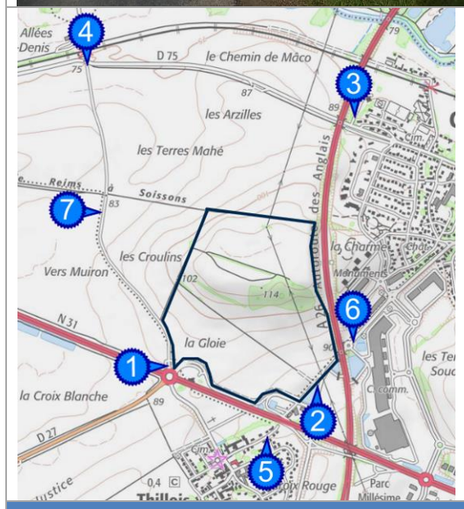


Résultats – Concentrations moyennes			
Composés mesurés	**N° du tube / matériel**	**Teneurs relevées (µg/m³)**	**Remarques**
NO_2	FTS 104	29,5	-

Point n°2	Parc Zone des Sables – Champigny [51]		
Caractérisation du site			
Description du lieu de pose		**GPS WGS 84**	
9 Impasse de la Forge 51370 Thillois		49,25934°N 3,95825°E	
Conditions d'exposition			
Type de milieu	Trafic	**Début mesure**	05/11/2019 à 9h12
Distance de la voie la plus proche	1 m	**Fin mesure**	20/11/2019 à 9h03
Type de Support Hauteur	Panneau Virages 1,5 m	**Durée d'exposition**	Soit 359,8h







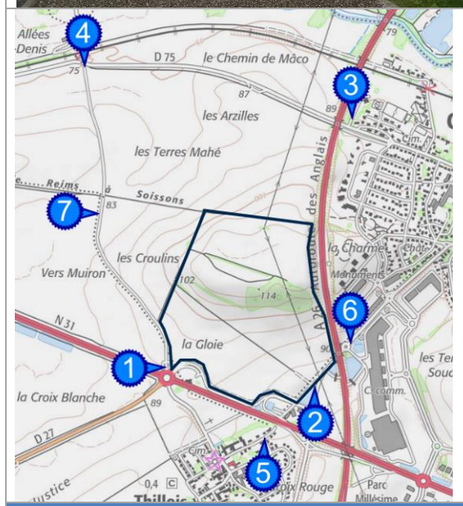


Résultats – Concentrations moyennes			
Composés mesurés	**N° du tube / matériel**	**Teneurs relevées (µg/m³)**	**Remarques**
NO_2	FTS 105	27,9	-
PM10	Micro-capteur autonome et connecté n°10	Moyenne : 16,5 Max : 31	Moyenne globale période du 05/11 au 16/11/2019 (Max. en moyenne journalière)
PM2,5		Moyenne : 13,4 Max : 24,7	

Point n°3	Parc Zone des Sables – Champigny [51]		
Caractérisation du site			
Description du lieu de pose		**GPS WGS 84**	
16 Rue Alfred Lombard 51370 Champigny		49,27088°N 3,96223°E	
Conditions d'exposition			
Type de milieu	Trafic	**Début mesure**	05/11/2019 à 9h27
Distance de la voie la plus proche	1 m	**Fin mesure**	20/11/2019 à 9h15
Type de Support Hauteur	Panneau « Cédez-le-passage » 1,5 m	**Durée d'exposition**	Soit 359,8 h







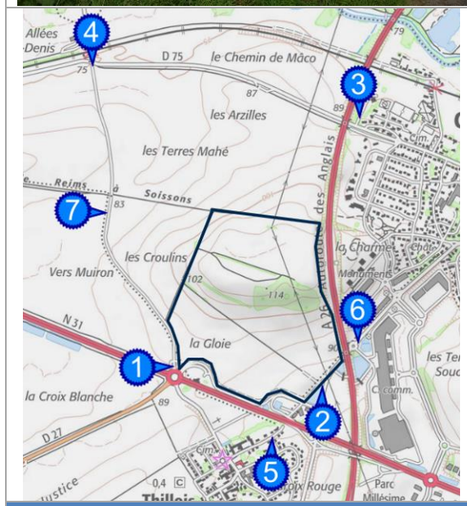


Résultats – Concentrations moyennes			
Composés mesurés	**N° du tube / matériel**	**Teneurs relevées (µg/m³)**	**Remarques**
NO_2	FTS 106	29,3	-

Point n°4	Parc Zone des Sables – Champigny [51]		
Caractérisation du site			
Description du lieu de pose		**GPS WGS 84**	
35 Allée Saint-Denis 51370 Champigny		49,27347°N 3,94463°E	
Conditions d'exposition			
Type de milieu	Trafic	**Début mesure**	05/11/2019 à 9h32
Distance de la voie la plus proche	1 m	**Fin mesure**	20/11/2019 à 9h19
Type de Support Hauteur	Panneau Limitation 30 1,5 m	**Durée d'exposition**	Soit 359,8 h







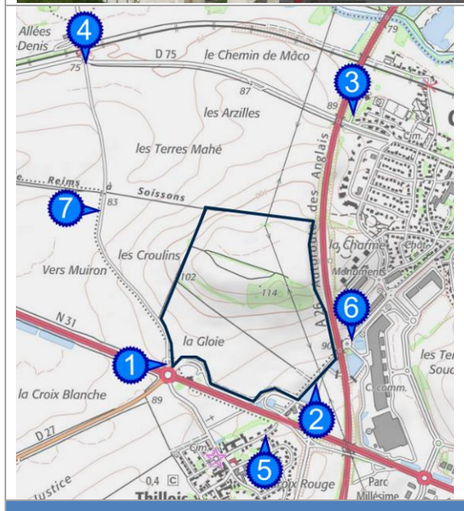


Résultats – Concentrations moyennes			
Composés mesurés	**N° du tube / matériel**	**Teneurs relevées (µg/m³)**	**Remarques**
NO_2	FTS 107	17,5	-
	FTS 108 (b)	< LD	Blanc inférieur à la limite de détection

Point n°5	Parc Zone des Sables – Champigny [51]		
Caractérisation du site			
Description du lieu de pose		**GPS WGS 84**	
11 Rue de Champigny 51370 Thillois		49,25774°N 3,95628°E	
Conditions d'exposition			
Type de milieu	Trafic	**Début mesure**	05/11/2019 9h05
Distance de la voie la plus proche	1 m	**Fin mesure**	20/11/2019 à 8h54
Type de Support Hauteur	Panneau Sens unique 1,5 m	**Durée d'exposition**	Soit 359,8 h







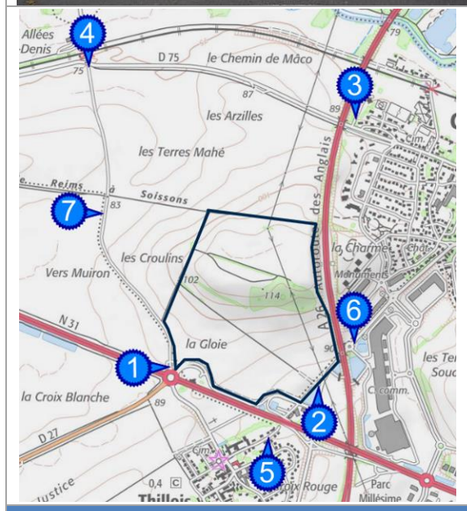


Résultats – Concentrations moyennes			
Composés mesurés	**N° du tube / matériel**	**Teneurs relevées (µg/m³)**	**Remarques**
NO_2	FTS 109	19,8	-

Point n°6	Parc Zone des Sables – Champigny [51]		
Caractérisation du site			
Description du lieu de pose		**GPS WGS 84**	
D275, 51370 Thillois		49,26148°N 3,96149°E	
Conditions d'exposition			
Type de milieu	Trafic	**Début mesure**	05/11/2019 9h20
Distance de la voie la plus proche	1 m	**Fin mesure**	20/11/2019 à 9h09
Type de Support Hauteur	Panneau Cédez-le-passage 1,5 m	**Durée d'exposition**	Soit 359,8 h







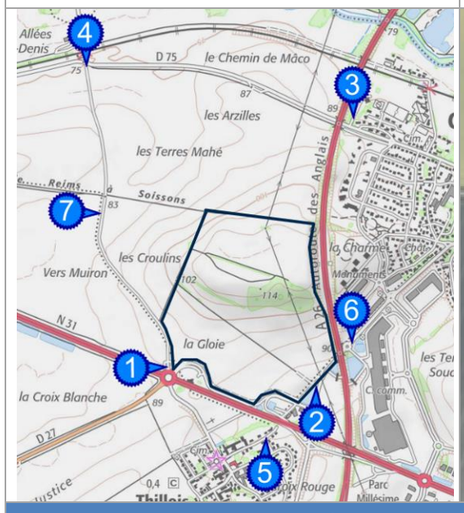


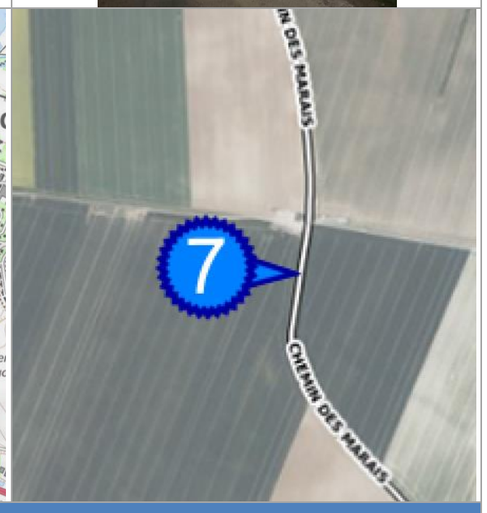
Résultats – Concentrations moyennes			
Composés mesurés	**N° du tube / matériel**	**Teneurs relevées (µg/m³)**	**Remarques**
NO_2	FTS 110	33,6	Écart relatif < 5 %, bonne répétabilité des mesures
	FTS 121	34,2	

Point n°7	Parc Zone des Sables – Champigny [51]		
Caractérisation du site			
Description du lieu de pose		**GPS WGS 84**	
Chemin des Marais 51370 Thillois		49,26743°N 3,94581°E	
Conditions d'exposition			
Type de milieu	Fond	**Début mesure**	05/11/2019 9h40
Distance de la voie la plus proche	1 m	**Fin mesure**	20/11/2019 à 9h22
Type de Support Hauteur	Poteau électrique 1,5 m	**Durée d'exposition**	Soit 359,7 h









Résultats – Concentrations moyennes			
Composés mesurés	**N° du tube / matériel**	**Teneurs relevées (µg/m³)**	**Remarques**
NO_2	FTS 122	16,7	-

ANNEXE N°3 : CONDITIONS METEOROLOGIQUES LORS DE LA CAMPAGNE DE MESURE *IN SITU* ET NORMALES

La qualité de l'air est directement liée aux conditions météorologiques[52]. En effet, elle peut varier pour des émissions de polluants identiques en un même lieu, selon divers facteurs (plus ou moins de vent, du soleil, etc.). De manière simplifiée :

- Le vent est favorable à la dispersion des polluants, notamment à partir de 20 km/h. Toutefois, il peut également amener des masses d'air contenant des polluants en provenance d'autres sources. Lorsqu'il est de faible vitesse, ce phénomène de transport accompagné d'accumulation, n'est pas inhabituel.
- Les températures trop élevées ou trop basses sont défavorables à la qualité de l'air. La température agit à la fois sur la chimie et les émissions des polluants. Ainsi certains composés voient leur volatilité augmenter avec la température, c'est le cas des Composés Organiques Volatils. Le froid, quant à lui, augmente les rejets automobiles du fait d'une moins bonne combustion.
- Le soleil est un paramètre très important car ses rayons UV interviennent dans la formation de polluants photochimiques tel que l'ozone. Ainsi, plus il y a de soleil, plus la production d'ozone sera importante s'il existe dans l'atmosphère les précurseurs nécessaires à ces réactions chimiques (c'est-à-dire les oxydes d'azote et les Composés Organiques Volatils).
- Les précipitations influencent également la qualité de l'air. De fortes précipitations rabattent les polluants les plus solubles vers le sol (particules en suspension, dioxyde de soufre, dioxyde d'azote, etc.).
- Le phénomène d'inversion de température peut être à l'origine d'une augmentation des concentrations en polluants. Normalement (conditions atmosphérique instable) la température de l'air diminue avec l'altitude (dans les basses couches de l'atmosphère), l'air chaud chargé de polluants se disperse à la verticale (principe de la montgolfière).
  Cependant, lorsque le sol s'est fortement refroidi pendant la nuit (par temps clair en hiver), et que la température à quelques centaines de mètres d'altitude est plus élevée que celle du sol, alors il y a phénomène d'inversion de la température (conditions atmosphériques stables). Les polluants se trouvent alors bloqués par cette masse d'air chaud en altitude plus communément appelée couche d'inversion. Ces inversions se produisent généralement lors des nuits dégagées et sans vent. Elles peuvent persister plusieurs jours, notamment en hiver où l'ensoleillement est faible. Dans les régions montagneuses, le phénomène est accentué par les brises de montagnes qui amènent l'air froid des sommets vers la vallée. Les pics de pollution au dioxyde de soufre, aux oxydes d'azote et aux particules en suspension sont souvent liés à ce phénomène d'inversion de température.

[52] https://www.ligair.fr/la-pollution/les-influences-meteorologiques
https://www.atmo-auvergnerhonealpes.fr/article/influence-de-la-meteo

Les données des paragraphes qui vont suivre émanent de la station météorologique de Reims-Prunay (Coordonnées 49,21°N | 4,16°E) sise à 15 km du projet, pour la période du 5 au 20 novembre 2019.

❖ Température

Les températures enregistrées lors de la campagne du 5 au 20 novembre 2019 (figure ci-dessous) ont été de 4,8 °C en moyenne. Cela est inférieur à la moyenne normale de novembre (6,6 °C) (période 1981-2010).

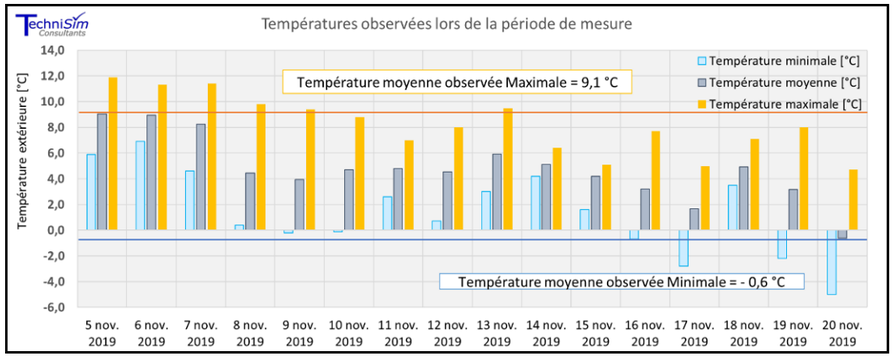


Figure 116 : Évolution de la température moyenne horaire sur la période de mesure

❖ Pression atmosphérique

En météorologie, dès lors que la pression descend en dessous de 1010 hPa, il s'agit de basses pressions (« conditions dépressionnaires »). Le vent est plutôt fort et le temps est mauvais avec un ciel souvent fort encombré et des précipitations fréquentes. *A contrario*, lorsque la pression dépasse 1015 hPa, on parle alors de hautes pressions (« conditions anticycloniques »). Le temps est calme, mais pas forcément beau. En été, les hautes pressions impliquent un beau temps avec un ciel dégagé ; en hiver, les hautes pressions sont souvent accompagnées de brouillards et de nuages bas qui peuvent durer toute la journée.
Le graphique ci-dessous présente les pressions atmosphériques enregistrées pendant la campagne de mesure.

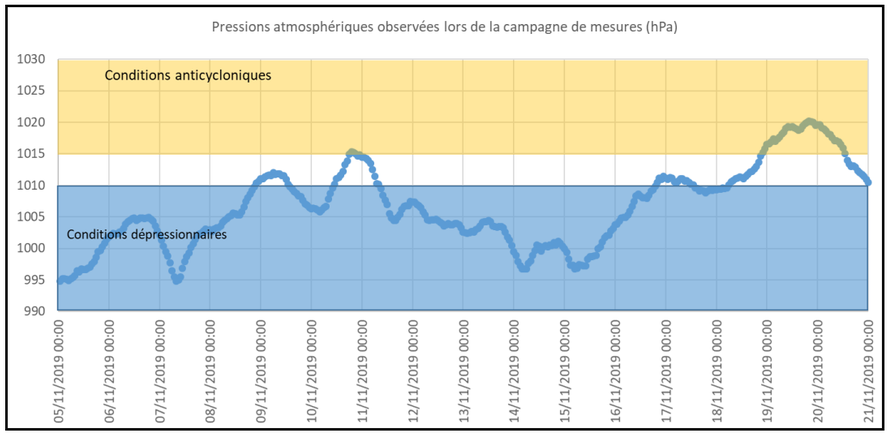


Figure 117 : Évolution de la pression atmosphérique lors de la période de mesure

Du 5 au 17 novembre, les pressions atmosphériques étaient majoritairement dépressionnaires, et majoritairement anticycloniques du 18 au 21 novembre.

❖ **Vents moyens et rafales**

Les vitesses moyennes horaires[53] enregistrées pendant la campagne de mesure sont comprises entre 0 et 36 km/h (tableau ci-après).
La vitesse moyenne du vent sur la période est de 10,4 km/h, les moyennes journalières sont comprises entre 7,0 et 18,0 km/h.

Les statistiques des moyennes journalières des vitesses de vents moyennes horaires sont disponibles dans le tableau suivant.

Tableau 66: Statistiques concernant les vitesses horaires des vents moyens relevées lors de la période de mesures

	Unité : km/h										
	MAX	Centile*									MIN
		90	80	70	60	50**	40	30	20	10	
5 novembre 2019	14,0	14,0	12,2	11,0	10,2	7,0	7,0	4,0	4,0	4,0	0,0
6 novembre 2019	22,0	16,8	14,0	11,3	10,2	7,0	7,0	7,0	5,8	1,2	0,0
7 novembre 2019	29,0	25,0	22,0	18,4	18,0	18,0	14,0	14,0	12,8	11,0	11,0
8 novembre 2019	14,0	14,0	12,2	11,0	10,2	7,0	7,0	4,0	4,0	1,2	0,0
9 novembre 2019	18,0	14,0	14,0	11,3	11,0	9,0	7,0	7,0	4,0	1,2	0,0
10 novembre 2019	22,0	18,0	15,6	11,3	11,0	11,0	7,8	7,0	7,0	7,0	4,0
11 novembre 2019	25,0	18,0	18,0	14,4	11,0	11,0	7,0	7,0	7,0	4,0	0,0
12 novembre 2019	22,0	18,0	18,0	18,0	17,2	14,0	14,0	10,6	7,0	4,0	0,0
13 novembre 2019	18,0	18,0	18,0	14,4	14,0	12,5	11,0	7,0	4,0	4,0	4,0
14 novembre 2019	22,0	18,0	18,0	18,0	14,0	12,5	11,0	11,0	11,0	7,0	4,0
15 novembre 2019	22,0	18,0	14,0	14,0	11,0	11,0	11,0	11,0	9,4	4,9	4,0
16 novembre 2019	18,0	16,8	14,0	11,0	11,0	11,0	11,0	10,6	7,0	4,0	4,0
17 novembre 2019	14,0	11,0	11,0	7,4	7,0	7,0	7,0	7,0	5,8	4,0	0,0
18 novembre 2019	15,0	14,0	14,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	9,4	7,0	4,0
19 novembre 2019	11,0	11,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	4,0	4,0	1,2	0,0
20 novembre 2019	36,0	31,3	28,8	22,0	13,7	10,8	7,9	7,2	3,6	3,6	0,0

*Centile = Le centile d'une distribution de valeurs est un nombre xp tel qu'un pourcentage p de valeurs de la population soit inférieur ou égal à xp.
**Le centile 50 correspond à la valeur médiane

La figure suivante présente la fréquence et l'origine des vents (rose des vents) pendant la campagne de mesure *in situ*.

[53] Vitesses mesurées à 10 mètres au-dessus du sol

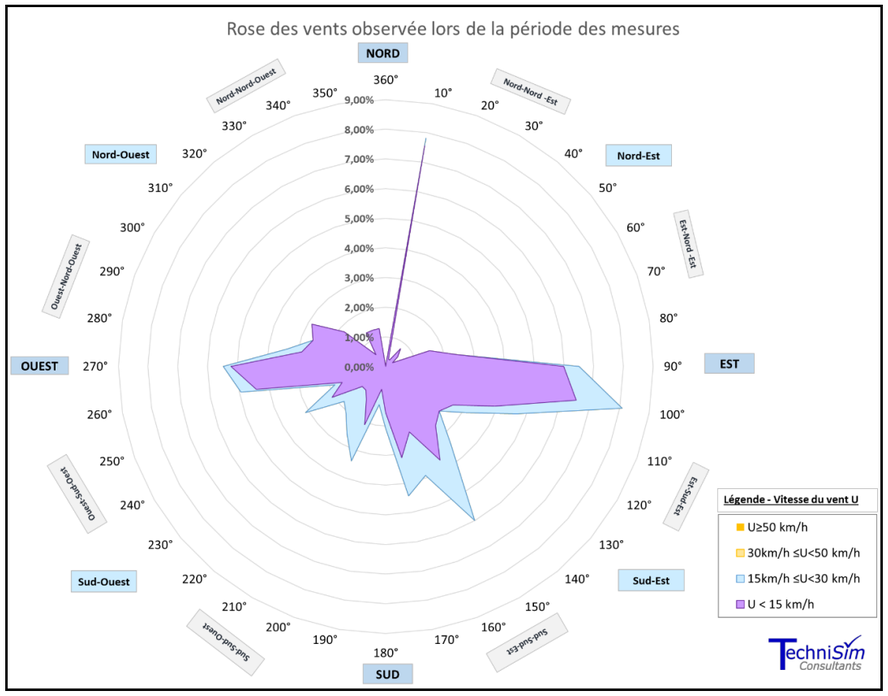


Figure 118 : Origine et fréquence des vents lors de la période de mesure

Lors de la campagne de mesure, les vents enregistrés sont très majoritairement des vents d'Est, avec une présence non négligeable de vents de Sud-Sud-Est et d'Ouest.

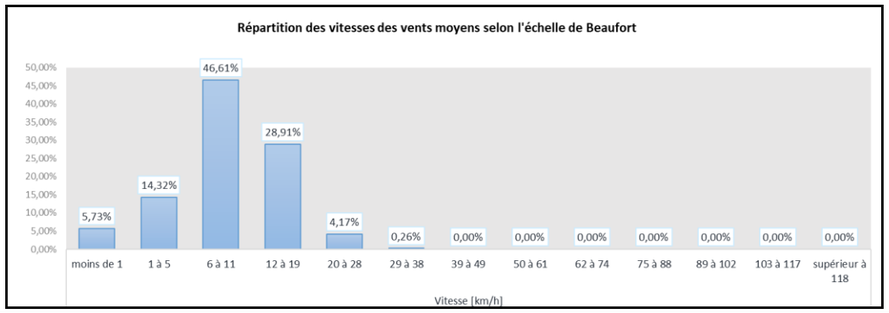
Pour qualifier les vents, on peut utiliser l'échelle de Beaufort.
C'est une échelle de mesure empirique de la vitesse moyenne du vent sur une durée de dix minutes, utilisée dans les milieux maritimes.
L'échelle de Beaufort comporte 13 degrés (de 0 à 12).

Le degré Beaufort correspond à la vitesse moyenne du vent. Cette échelle est présentée dans le tableau ci-après.

Tableau 67 : Échelle de Beaufort

Force	Termes	Vitesse en nœuds	Vitesse en km/h	Effets à terre
0	Calme	< à 1	< à 1	La fumée monte verticalement.
1	Très légère brise	1 à 3	1 à 5	La fumée indique la direction du vent. Les girouettes ne s'orientent pas.
2	Légère brise	4 à 6	6 à 11	On sent le vent sur la figure, les feuilles bougent.
3	Petite brise	7 à 10	12 à 19	Les drapeaux flottent bien. Les feuilles sont sans cesse en mouvement.
4	Jolie brise	11 à 15	20 à 28	Les poussières s'envolent, les petites branches plient.
5	Bonne brise	16 à 20	29 à 38	Les petits arbres balancent. Les sommets de tous les arbres sont agités.
6	Vent frais	21 à 26	39 à 49	On entend siffler le vent.
7	Grand frais	27 à 33	50 à 61	Tous les arbres s'agitent.
8	Coup de vent	34 à 40	62 à 74	Quelques branches cassent.
9	Fort coup de vent	41 à 47	75 à 88	Le vent peut endommager les bâtiments.
10	Tempête	48 à 55	89 à 102	Assez gros dégâts.
11	Violente tempête	56 à 63	103 à 117	Gros dégâts.
12	Ouragan	= ou > à 64	> à 118	Très gros dégâts.

Le graphe suivant présente les répartitions des vitesses moyennes horaires des vents mesurées selon l'échelle de Beaufort.



Force	Termes	Part
0	Calme	**5,73 %**
1	Très légère brise	**14,32 %**
2	Légère brise	**46,61 %**
3	Petite brise	**28,91 %**
4	Jolie brise	**4,17 %**
5	Bonne brise	**0,26 %**
6	Vent frais	**0,00 %**
7	Grand frais	**0,00 %**
8	Coup de vent	**0,00 %**
9	Fort coup de vent	**0,00 %**
10	Tempête	**0,00 %**
11	Violente tempête	**0,00 %**
12	Ouragan	**0,00 %**

Figure 119 : Répartition des vitesses des vents moyens pendant la campagne de mesure selon l'échelle de Beaufort

Le vent a été présent sur l'ensemble de la campagne, mais plutôt de manière assez faible. Environ 46,61 % des vents étaient des 'légères brises' et 28,91 % des 'petites brises'.
Le vent était calme sur 5,73 % de la période et qualifié de 'très légère brise' 14,32 % de la période, de 'jolie brise' 4,17 % de la période et de 'bonne brise' 0,26 % de la période.
Aucune catégorie supérieure à 'bonne brise' n'a été recensée sur les moyennes horaires des vents.

Les vents mesurés sont plutôt des vents faibles ne permettant pas une bonne dispersion des polluants. En effet, les vents de force 0 à 3 représentent 95,6 % des vents mesurés.

Une rafale est, en un site donné, un renforcement brutal et passager du vent qui se traduit par une hausse brève et soudaine de sa vitesse instantanée en comparaison de la valeur alors acquise par sa vitesse moyenne. Chaque rafale possède une certaine amplitude qui fait passer le vent d'un minimum de vitesse instantanée à un maximum de vitesse instantanée appelé la vitesse de pointe de la rafale. Il peut survenir que cette vitesse de pointe soit supérieure de 50 % ou davantage à la vitesse du vent moyen. La plus grande des vitesses de pointe enregistrées dans un intervalle de temps donné fournit la vitesse maximale du vent au cours de cet intervalle.
Le tableau suivant présente les statistiques concernant les rafales de vent.

Tableau 68: Statistiques concernant les vitesses des rafales relevées lors de la campagne de mesure

	Unité : km/h										
	MAX	Centile*									MIN
		90	80	70	60	50**	40	30	20	10	
5 novembre 2019	28,8	25,2	25,2	21,6	21,6	18,0	18,0	10,4	7,2	7,2	3,6
6 novembre 2019	32,4	31,3	26,6	22,0	18,0	14,4	14,4	10,4	7,2	7,2	3,6
7 novembre 2019	46,8	43,2	39,6	36,0	32,4	28,8	25,2	21,6	18,0	18,0	14,4
8 novembre 2019	25,2	18,0	18,0	14,8	13,7	10,8	7,2	7,2	7,2	4,7	3,6
9 novembre 2019	25,2	25,2	21,6	18,0	18,0	16,2	14,4	14,0	10,8	7,2	3,6
10 novembre 2019	28,8	25,2	23,0	21,6	18,0	14,4	14,4	10,8	10,8	10,8	7,2
11 novembre 2019	43,2	32,4	28,8	25,2	21,6	21,6	18,7	14,4	10,8	10,8	10,8
12 novembre 2019	39,6	34,9	32,4	29,2	28,1	25,2	21,6	17,6	13,0	10,8	7,2
13 novembre 2019	28,8	28,8	26,6	25,2	21,6	21,6	21,6	14,4	10,8	7,2	7,2
14 novembre 2019	36,0	36,0	28,8	28,8	25,2	18,0	18,0	18,0	18,0	14,4	14,4
15 novembre 2019	32,4	28,8	25,2	25,2	21,6	18,0	18,0	18,0	16,6	14,4	10,8
16 novembre 2019	32,4	27,7	23,0	18,4	18,0	16,2	14,4	14,4	14,4	14,4	7,2
17 novembre 2019	21,6	20,5	18,0	14,8	14,4	14,4	11,5	10,8	7,2	7,2	3,6
18 novembre 2019	25,9	21,6	21,6	21,6	21,6	21,6	18,7	18,0	16,6	14,4	10,8
19 novembre 2019	18,0	16,9	14,4	11,2	10,8	10,8	10,8	10,4	7,2	7,2	7,2
20 novembre 2019	36,0	31,3	28,8	22,0	13,7	10,8	7,9	7,2	3,6	3,6	0,0

*Centile = Le centile d'une distribution de valeurs est un nombre xp tel qu'un pourcentage p de valeurs de la population soit inférieur ou égal à xp.
**Le centile 50 correspond à la valeur médiane

Lors de la période de mesure, les rafales enregistrées ont atteint 46,8 km/h le 7 novembre.

❖ **Précipitations**

La figure suivante présente les précipitations enregistrées sur la période.

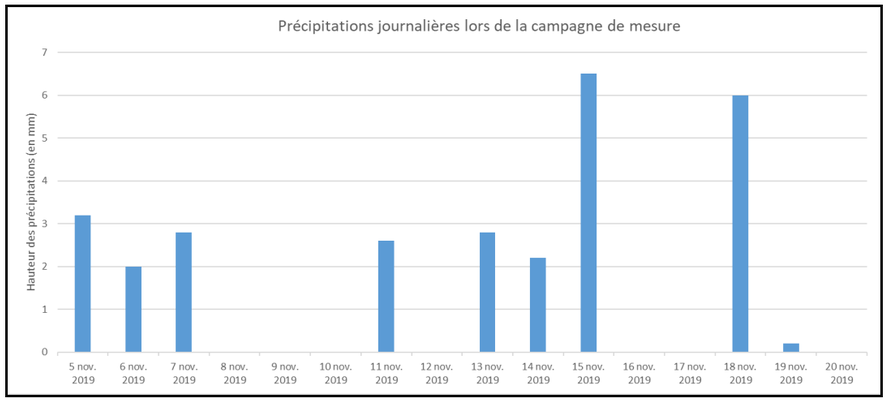


Figure 120 : Précipitations enregistrées lors de la période de mesure

Lors de la campagne de mesure (16 jours), le cumul des précipitations a été de 28,3 mm répartis sur 9 jours dont 6,5 mm sur la journée du 15 novembre. La pluviométrie sur cette période est dans la normale des précipitations moyennes mensuelles de novembre (47,6 mm soit 25,4 mm pour 16 jours) [*Données Météo-France pour 1981-2010*].

La période de mesure est donc une période normalement pluvieuse pour la saison permettant de faire tomber les particules et de dissoudre les polluants gazeux les plus solubles.

❖ **Ensoleillement**

La figure ci-après indique les durées d'ensoleillement pendant la campagne de mesure pour la station météo de Reims-Prunay.

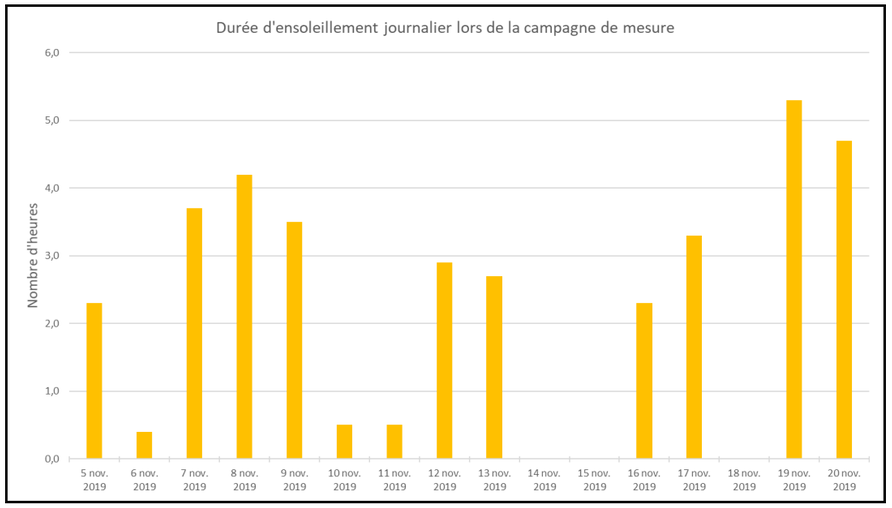


Figure 121 : Ensoleillement enregistré lors de la période de mesure

Le cumul des heures d'ensoleillement a été de 36,3 h sur 16 jours [dont 3 jours de données météo d'ensoleillement nuls à la station de Reims-Prunay], soit en moyenne 2,73h/j).

L'ensoleillement sur cette période est équivalent à la normale ramenée à 16 jours, le cumul mensuel de la normale de novembre étant de 70,8 h (soit en moyenne 2,36 h/j) [*Données Météo-France pour 1981-2010*].

ANNEXE N°4 : RÉSULTATS DE MESURES DES STATIONS ATMO GRAND-EST

Tableau 69: Concentrations en NO_2 relevées par Atmo Grand-Est

		NOx en µg/m³	**NO_2** en µg/m³				
Unité : µg/m³		Moyenne annuelle	Moyenne annuelle	Maximum horaire	Nb Dép. 200 µg/m³ en moyenne horaire	Maximum journalier	Nb Dép. 25 µg/m³ en moyenne journalière
STATIONS	Année	Valeur limite 30 µg/m³	Valeur limite : 40 µg/m³ OMS : 10 µg/m³				OMS : 3 dép.
Reims Doumer	2018	n.d	43,2	182,3	0	95	326
	2019	n.d	40,0	229,8	3	104	287
	2020	69	31,3	177,3	0	86	225
	2021	75	32,2	155,3	0	72	255
	2022	69	30,2	144,6	0	73	225
Reims Jean d'Aulan	2018	n.d	16,9	98,3	0	60	46
	2019	n.d	15,8	104,6	0	43	44
	2020	17	13,0	83,3	0	42	26
	2021	19	12,5	84,4	0	40	26
	2022	18	12,8	87	0	41	27
Reims Bétheny	2018	n.d	13,8	100,7	0	54	23
	2019	n.d	13,3	86	0	36	32
	2020	20	12,2	78,6	0	46	13
	2021	22	12,3	72,3	0	37	21
	2022	20	13,0	72	0	38	20

n.d = non disponible

Tableau 70: Concentrations en PM10 relevées par Atmo Grand-Est

Unité : µg/m³		**Moyenne annuelle**	**Maximum journalier**	**Nb Dép. 50 µg/m³ en moyenne journalière**	**Nb Dép. 45 µg/m³ en moyenne journalière**
Stations	**Année**	Valeur limite : 40 µg/m³ OMS : 15 µg/m³		Valeur limite : 35 dép.	OMS : 3 dép.
Reims Doumer	2018	21,4	67	7	14
	2019	22,0	68	18	24
	2020	20,2	74	14	16
	2021	20,6	71	8	12
	2022	23,8	70	16	24
Reims Jean d'Aulan	2018	19,2	59	2	5
	2019	17,3	57	3	6
	2020	15,3	54	1	2
	2021	15,4	80	8	11
	2022	19,5	56	1	4
Reims Bétheny	2018	17,9	75	5	6
	2019	17,6	74	5	10
	2020	16,4	54	1	3
	2021	17,3	65	5	7
	2022	13,3	53	1	4

Tableau 71: Concentrations en PM2,5 relevées par Atmo Grand-Est

Unité : µg/m³		**Moyenne annuelle**	**Maximum journalier**	**Nb Dép. 15 µg/m³ en moyenne journalière**
Station	**Année**	Valeur limite : 25 µg/m³ OMS : 5 µg/m³		Seuil OMS : 3 dép. max
Reims Doumer	2018	12,8	52	93
	2019	11,3	51	79
	2020	9,5	41	46
	2021	10,5	36	67
	2022	9,7	65	55
Reims Jean d'Aulan	2018	13,2	54	102
	2019	11,3	49	80
	2020	9,8	46	52
	2021	10,3	39	66
	2022	9,2	38	56

Tableau 72: Concentrations en O_3 relevées par Atmo Grand-Est

Unité : µg/m³		Maximum horaire	Nb Dép. 180 µg/m³	Nb Dép. 240 µg/m³	Max journalier de la moyenne sur 8 h	Nb Dép. 100 µg/m3 en moyenne journalière sur 8 h	Nb Dép. 120 µg/m³ sur 3 ans
STATIONS	Année		Seuil info	Seuil alerte		OMS : 3 Dép.	Seuil protection santé
Reims Bétheny	2018	188,5	4	0	178	64	16
	2019	187,7	2	0	170	43	20
	2020	161,2	0	0	154	67	28
	2021	140,9	0	0	134	31	26
	2022	171,3	0	0	144	61	22
Reims Jean d'Aulan	2018	189,6	4	0	177	65	16
	2019	163,5	0	0	155	46	19
	2020	155	0	0	148	65	28
	2021	146,9	0	0	135	28	16
	2022	179,6	0	0	146	56	16

Tableau 73: Concentrations en SO_2 relevées par Atmo Grand-Est

Unité : µg/m³		Moyenne annuelle	Maximum journalier	Nb Dép. 125 µg/m³ en moyenne journalière	Nb Dép. 40 µg/m³ en moyenne journalière
Station	Année	Objectif de qualité : 50 µg/m³		Seuil: 3 dép.	Seuil OMS : 3 Dép. max
Reims Jean d'Aulan	2018	1,1	5	0	0
	2019	0,5	6	0	0
	2020	0,2	6	0	0
	2021	1,2	4	0	0
	2022	1,2	4	0	0

Tableau 74: Concentrations en benzène relevées par Atmo Grand-Est

Unité : µg/m³		Moyenne annuelle
Station	Année	Valeur réglementaire : 5 µg/m³ Objectif de qualité : 2 µg/m³
Reims Doumer	2018	0,9
	2019	0,6
	2020	0,7
	2021	0,7
	2022	0,7

Tableau 75: Concentrations en métaux relevées par Atmo Grand-Est

Métaux		Arsenic	Cadmium	Nickel	Plomb
		Moyenne annuelle (ng/m³)	Moyenne annuelle (ng/m³)	Moyenne annuelle (ng/m³)	Moyenne annuelle (µg/m³)
Station	Année	Valeur cible : 6 ng/m³	Valeur cible : 5 ng/m³	Valeur cible : 20 ng/m³	Valeur réglementaire : 5 µg/m³ Objectif de qualité : 0,25 µg/m³
Reims BSN	2018	0,50	0,11	0,95	0,005
	2019	0,62	0,14	1,03	0,007
	2020	0,38	0,09	0,55	0,003
	2021	0,34	0,10	0,72	0,004
	2022	0,27	0,07	0,67	0,003

ANNEXE N°5 : HISTORIQUE DES DONNEES SANITAIRES

Le bilan suivant est partiellement issu du site des Aasqa.

EUROPE : Les études épidémiologiques et toxicologiques de référence

- **Programme APHEIS**

Le programme APHEIS (Air Pollution and Health : A European Information System) copiloté par l'Institut National de Veille Sanitaire a été mis en place en 1999. Son but est de fournir aux décideurs européens, aux professionnels de la santé et de l'environnement et au grand public, des informations actualisées et faciles d'utilisation afin de les aider à prendre des décisions éclairées sur les questions auxquelles ils doivent faire face quotidiennement dans le domaine de la pollution de l'air et de ses effets sur la santé publique.

- **Programme CAFE**

Par exemple, dans le programme CAFE (**C**lean **A**ir **f**or **E**urope, 'un Air propre pour l'Europe'), la Commission européenne estimait à près de 300 000 le nombre de décès anticipés liés à l'exposition aux niveaux de particules observés en 2000 à travers les États membres (soit une perte d'espérance de vie de 9 mois en moyenne en Europe) et à 21 000 pour l'ozone. Le coût sanitaire pour ces deux polluants était évalué à un montant compris entre 189 et 609 milliards d'euros par an en 2020.

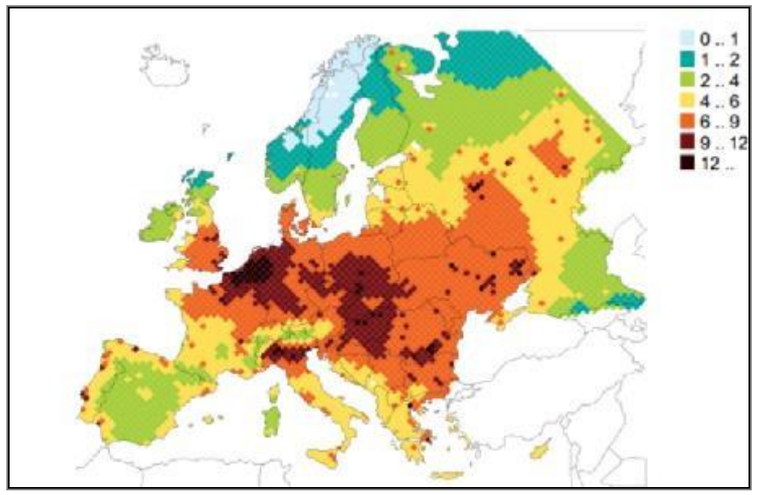


Figure 122 : Nombre de mois de perte d'espérance de vie - moyenne dans l'UE due aux particules fines (PM2,5) [Source : International Institute for Applied Systems Analysis**]**

Une évaluation de l'impact sanitaire à l'échelle de 25 pays de l'Union européenne, réalisée dans le cadre du programme CAFE (Clean Air for Europe) de la Commission européenne, s'est appuyée sur des outils de modélisation de la qualité de l'air et estimait qu'en France, en 2005, 42 000 décès étaient en relation avec l'exposition chronique aux particules fines PM2,5 d'origine humaine, ce qui correspondait à une perte moyenne d'espérance de vie de 8,2 mois.

- **Programme APHEKOM**

Le programme APHEKOM est un programme européen coordonné par l'Institut National de Veille Sanitaire. Neuf villes françaises ont participé au projet qui a évalué l'impact sanitaire et économique de la pollution atmosphérique urbaine dans 25 villes européennes. En complément des conclusions du projet, rendues publiques en 2011, l'Institut de veille sanitaire (InVS) a publié en 2012 un rapport spécifique aux neuf villes françaises.

FRANCE : Les études épidémiologiques et toxicologiques de référence

- **Les EIS (Évaluations d'Impact Sanitaire)**

Une évaluation d'impact sanitaire vise à quantifier l'impact de la pollution atmosphérique sur la santé. Interlocuteurs privilégiés des Agences régionales de santé (ARS), les Cellules interrégionales d'épidémiologie (Cire) assurent sur le terrain les évaluations d'impact sanitaire appliquées à la pollution atmosphérique (EIS-PA) commanditées pour optimiser les politiques locales de gestion de la qualité de l'air.

En date de mars 2015 : Depuis 2004, 37 zones urbaines françaises regroupant 813 communes et près de 19 millions d'habitants ont ainsi bénéficié d'EIS. Par exemple, pour la période 2008-2009, une évaluation de l'impact à long-terme de scénarios de diminution des niveaux moyens de PM2,5 sur la mortalité dans sept villes françaises (Bordeaux, Le Havre, Lyon, Paris, Rouen, Strasbourg et Toulouse) a été menée. Les concentrations moyennes de PM2,5 mesurées variaient de 15,6 µg/m^3 à Toulouse à 24,7 µg/m^3 à Lyon. Si l'ancienne valeur-guide de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) (10 µg/m^3 de PM2,5 en moyenne annuelle) avait été respectée dans ces agglomérations, 2 864 décès par an auraient pu être retardés, et le gain d'espérance de vie à 30 ans aurait pu être en moyenne entre 4,7 et 13,1 mois selon les villes.

❖ **Le PNSE (Plan National Santé Environnement)**

Le Plan National Santé Environnement vise à répondre aux interrogations des Français sur les conséquences sanitaires à court et moyen terme de l'exposition à certaines pollutions de leur environnement.
Le PNSE (rappel : plan national santé environnement) est un plan qui, conformément à l'article L. 1311 du code de la santé publique, doit être renouvelé tous les cinq ans.

Le quatrième PNSE, (2021-2025), intitulé « Un environnement, une santé », a été lancé le 07 mai 2021 par les ministres de la Transition Écologique, et des Solidarités et de la Santé, dans un contexte spécifique. D'un côté, les attentes citoyennes sur les questions de santé environnement sont de plus en plus fortes. Au nom du principe de précaution, le citoyen souhaite que l'impact du progrès scientifique sur son environnement, et sur sa santé, soit évalué et anticipé. Par ailleurs, la crise sanitaire de la Covid-19 a fait émerger des interrogations sur notre rapport au vivant, et rappelle le lien étroit entre santé humaine, santé animale et santé de l'environnement.
Le PNSE 4 s'articule autour de quatre grands axes :

- AXE 1 : S'informer, se former et informer sur l'état de mon environnement et les bons gestes à adopter pour notre santé et celle des écosystèmes
- AXE 2 : Réduire les expositions environnementales affectant la santé humaine et celle des écosystèmes sur l'ensemble du territoire
- AXE 3 : Démultiplier les actions concrètes menées par les collectivités dans les territoires
- AXE 4 : Mieux connaître les expositions et les effets de l'environnement sur la santé des populations et sur les écosystèmes

❖ **Le PSAS (Programme de Surveillance Air et Santé)**

Le PSAS est un programme conduit par l'INVS. Il a été implanté en 2007 dans 9 grandes villes françaises (Bordeaux, Le Havre, Lille, Lyon, Marseille, Paris, Rouen, Strasbourg et Toulouse). Il s'agit d'un outil de surveillance épidémiologique opérationnel et évolutif dont les objectifs sont de quantifier la relation à court terme entre la pollution atmosphérique urbaine et ses impacts sur la santé.
Les données de morbidité ont été obtenues par extraction à partir de la base du Programme de médicalisation des systèmes d'information (PMSI) des établissements hospitaliers publics, participant au service public ou de statut privé. Les indicateurs journaliers d'exposition à la pollution atmosphérique - NO_2, O_3, PM10 et PM2,5 - ont été construits à partir des concentrations mesurées sur chaque zone d'étude par les stations urbaines et périurbaines des Associations agréées de surveillance de la qualité de l'air. Pour chaque motif d'admission à l'hôpital étudié, les risques ont été estimés en prenant en compte l'exposition du jour de l'événement et de la veille (exposition 0-1 jours). Pour chaque relation exposition/risque, une analyse combinée des résultats obtenus localement a permis d'estimer un risque relatif combiné. Nous avons pu observer des relations significatives entre les niveaux de pollution particulaire (PM10, PM2,5) et de NO_2 et le nombre journalier d'hospitalisations pour causes cardiovasculaires. Ces relations sont plus importantes pour les 65 ans et plus. Elles sont également plus élevées pour les causes cardiaques, en particulier les cardiopathies ischémiques, alors qu'elles ne sont pas significatives pour les maladies cérébrovasculaires.
Concernant les admissions hospitalières pour causes respiratoires, les excès de risque relatif associés à une augmentation des niveaux de NO_2, PM10 et PM2,5 sont hétérogènes entre les zones d'études. Pour ces trois indicateurs de pollution, les excès de risque combiné sur les 8 villes sont positifs mais non significatifs. Les niveaux d'ozone sont significativement associés au risque relatif d'admission à l'hôpital pour causes respiratoires chez les personnes âgées de 65 ans et plus uniquement.

❖ **Étude ISAAC (International study of asthma and allergies in childhood)**

L'Étude ISAAC menée par l'INSERM en 2007 a pour objectif général de mieux connaître la fréquence et les facteurs de risque des maladies allergiques de l'enfant. Ce programme est toujours en fonctionnement.

Les coûts sanitaires liés à la pollution

Il est extrêmement épineux de calculer le coût social, économique et sanitaire de la pollution car, selon les polluants étudiés, les types de coûts et les valeurs retenus, des écarts sont observés dans les résultats. Ces études sont réalisées par des économistes, des épidémiologistes, et des spécialistes de l'air.

Plusieurs études ont été conduites, voici quelques résultats :

- En avril 2005, le rapport Cafe CBA, "Baseline analysis 2000 to 2020", publié en 2005 dans le cadre du programme "Clean air for Europe" par la Commission européenne estime entre 68 à 97 milliards d'euros le coût monétarisé moyen de la mortalité et de la Morbidité, soit entre 1 154 et 1 630 euros par habitant.
- En avril 2013, le commissariat Général au Développement Durable (CGDD) expertise les valeurs monétaires de référence disponibles en France et dans l'Union Européenne pour chiffrer le coût des impacts sanitaires associés à la pollution de l'air. En France ils sont estimés entre 20 et 30 milliards d'euros, ce qui représente 400 euros par habitant. Ces frais prennent en considération les consultations, les hospitalisations, les médicaments, les soins et les indemnités journalières.

- En avril 2015, le Commissariat Général au Développement Durable (CGDD) publiait un rapport sur les coûts des impacts sanitaires de la pollution atmosphérique en France. Bilan : une facture de 1 à 2 milliards d'euros par an pour les soins de santé en France.
- En mai 2015, une étude de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) et de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) publie un rapport "Economic cost of the health impact of air pollution in Europe" [Le coût économique de l'impact sanitaire de la pollution de l'air en Europe]. Pour la France seule, le coût des décès imputables à la pollution de l'air s'élève à 48 milliards d'euros par an.
- En juillet 2015, un rapport du Sénat "pollution de l'air, le coût de l'inaction" estime le coût sanitaire annuel de la pollution de l'air extérieur pour la France, entre 68 et 97 milliards d'euros.

ANNEXE N°6 : METROLOGIE DES POLLUANTS

❖ Méthodologie du prélèvement passif et de l'analyse des composés mesurés

Les campagnes de mesures du NO_2 ont été menées à l'aide d'échantillonneurs passifs. L'échantillonneur passif est un tube poreux horizontal rempli d'une cartouche imprégnée d'une solution adaptée à la mesure du polluant désiré. Les tubes, à l'abri de la pluie, restent exposés pour une durée suffisamment longue. Le matériau d'absorption capte le polluant par diffusion moléculaire. Après la période d'exposition, le tube est conditionné puis envoyé au laboratoire d'analyses.

➢ *Mesure du dioxyde d'azote (NO_2)*

L'échantillonneur passif pour la mesure du dioxyde d'azote est basé sur le principe de la diffusion passive de molécules de dioxyde d'azote (NO_2) sur un absorbant, le triéthanolamine. Les échantillonneurs utilisés consistent en un tube de polypropylène de 7,4 cm de long et de 9,5 mm de diamètre. Pour protéger l'échantillonneur contre les intempéries, de même que pour diminuer l'influence du vent, un dispositif spécifique de protection est utilisé. Ce mode de prélèvement fournit une moyenne sur l'ensemble de la période d'exposition. Il permet une première appréciation de la typologie des sites de mesure et la mesure est seulement représentative pour l'endroit de mesure immédiat.

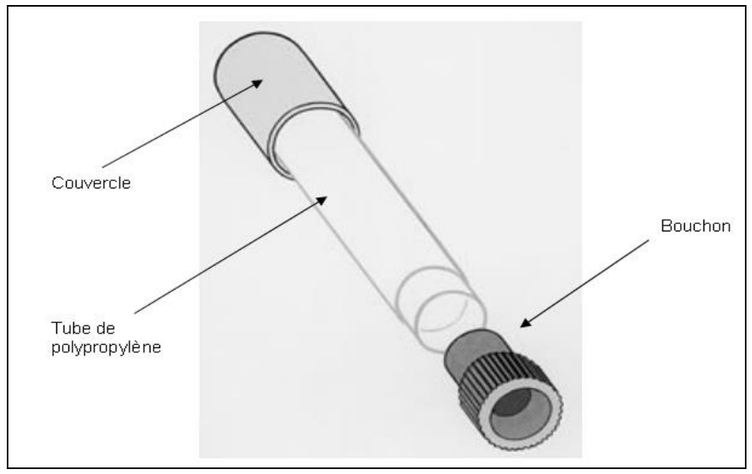


Figure 123 : Échantillonneur passif pour le dioxyde d'azote (Passam)

La quantité de dioxyde d'azote absorbée par l'absorbant est proportionnelle à sa concentration dans l'environnement. Après une exposition donnée, la quantité totale de dioxyde d'azote est extraite et déterminée par colorimétrie à 540 nm selon la réaction de Saltzmann.

L'incertitude étendue relative donnée par le laboratoire est de 20,9 % pour une concentration de 40 µg/m^3. La limite de détection est de 0,3 µg/m^3 lors d'une exposition de 4 semaines.

Théorie : La loi de Fick

La diffusion ordinaire est définie comme un transfert de matière dû à un gradient de concentration, d'une région à une autre. Pendant l'échantillonnage, ce dernier s'établit dans le tube entre le milieu absorbant et l'extrémité ouverte de l'échantillonneur. Dans des conditions de température et de pression constantes, pour un régime fluidique laminaire, le flux unidirectionnel (un seul axe) d'un gaz 1 à travers un gaz 2 est régi par la première loi de Fick :

$$F_{12} = -D_{12}\frac{dC_{12}}{dl} \qquad \textbf{Équation 1}$$

Où : F_{12} : flux unidirectionnel du gaz 1 (le polluant) dans le gaz 2 (l'air) (mol.cm^{-2}.s^{-1})
D_{12} : coefficient de diffusion moléculaire du gaz 1 dans le gaz 2 (cm².s^{-1})
dC_{12}/dl : gradient linéaire de concentration le long du trajet de diffusion
C_{12} : concentration du gaz 1 dans le gaz 2 (mol.cm^{-3})

Pour un échantillonneur cylindrique, de longueur de diffusion L (cm) et de section interne S (πr^2, avec r le rayon de la surface réactive) (cm²), présentant un gradient de concentration {C-C0} le long du capteur, la quantité Q de gaz 1 transférée (mol) est connue par intégration de l'équation (1) :

$$Q = F_{12}.S.t = -D_{12}\frac{(C_0 - C).S.t}{L} \qquad \textbf{Équation 2}$$

Où : C : concentration ambiante du gaz 1
C_0 : concentration du gaz 1 à la surface du réactif
$(C_0 - C)/L$: gradient de concentration le long de l'échantillonneur cylindrique de longueur L

En supposant que l'efficacité de captage du polluant par le milieu absorbant est de 100 %, les conditions limites des concentrations sont telles que $C_0 = 0$ au voisinage du piège d'où $C - C_0 = C$. L'équation (2) devient alors :

$$Q = D_{12}\frac{S}{L}C.t \qquad \textbf{Équation 3}$$

À partir de l'équation (3), la concentration s'écrit :

$$C = \frac{Q.L}{D_{12}.S.t} \qquad \textbf{Équation 4}$$

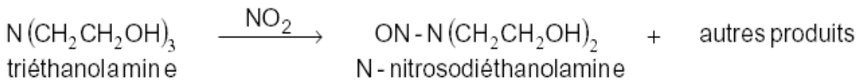
Le coefficient de diffusion de NO_2 utilisé pour le calcul des concentrations est celui donné par Palmes et al. (1976) dans l'air, à 20°C et 1 atm : $D(NO_2) = 0{,}154\ cm^2.s^{-1}$. Les dimensions du tube de Palmes considérées sont les suivantes (sources Gradko Ltd 1999) :
Longueur L = 7,116 (± 0,020) cm, Diamètre 2r = 1,091 (± 0,015) cm.
Brown et al. (1984) définissent le débit d'échantillonnage (en $cm^3.s^{-1}$) par les équations suivantes :

$$D_{éch} = \frac{D_{12}.S}{L} = \frac{Q}{C.t}$$

$D_{éch}$ ne dépend que des dimensions de l'échantillonneur (S et L) et du coefficient de diffusion moléculaire D_{12}.

Méthode de préparation des tubes

Bien que la chimie d'absorption du NO_2 soit encore mal connue, une stœchiométrie mole à mole existe entre NO_2 capté et NO_2^- présent dans la solution d'extraction. D'après Volhardt (1990), NO_2 mis en présence de TEA (triéthanolamine) donne du N-nitrosodiéthanolamine :



Après extraction et analyse des ions NO_2^- formés, la concentration en NO_2 (en $\mu g.m^{-3}$) est déterminée par la première loi de Fick précédemment présentée.

Lors de la préparation des tubes avant l'exposition, l'ensemble du matériel le constituant est soigneusement nettoyé pour éviter toute contamination. Les modes de nettoyage varient. À titre d'exemple, le protocole de ERLAP (Atkins, 1978 ; Gerbolès et al. 1996) préconise un nettoyage des grilles par un traitement au détergent dans un bain aux ultrasons, puis un lavage à l'eau déminéralisée et un séchage à 100°C. Un autre exemple est donné par le protocole de l'EMD (Plaisance, 1998), pour lequel tous les composants du tube sont plongés dans un bécher rempli d'eau déminéralisée, placé sous agitation pendant 3 heures. L'eau est renouvelée 3 fois. Chaque partie est ensuite saisie à l'aide d'une pince brucelles, passée sous un jet d'eau déminéralisée avant d'être séchée à l'air comprimé.

Cette opération de lavage et séchage est répétée 3 fois. Le tube est assemblé au fur et à mesure du nettoyage de ses composants.

La solution d'imprégnation est préparée juste avant son utilisation. Elle se compose d'une solution aqueuse de TEA, du réactif de Brij 35 (éther laurique de polyoxyéthylène), et d'un composé hygroscopique ou mouillant qui a pour rôle de favoriser l'imprégnation de la solution sur les grilles. La solution préparée par les utilisateurs de tubes NO_2 a généralement la composition suivante (Plaisance, 1998 ; Atkins, 1978 ; Gerbolès et al., 1996) :

- 11,2 g de TEA dans une fiole jaugée de 100 ml (TEA à 10 % v/v) ;
- 0,309 g de Brij 35 (Brij 35 à 0,3 % v/v) ;
- complément à 100 ml avec de l'eau déminéralisée ;
- fermeture hermétique de la fiole jaugée et agitation, puis placement dans un bain à ultrasons jusqu'à dissolution totale du Brij 35.

Un volume de 30 µl de solution réactive est déposé au centre des grilles à l'aide d'une micropipette. Cette quantité est suffisante pour imprégner toute la surface des grilles. Certains déposent jusqu'à 40 à 50 µl de solution. Pour une imprégnation efficace, le tube, une fois fermé hermétiquement, est placé verticalement bouchon rouge vers le bas pendant quelques minutes (45 min préconisées par Plaisance, 1998). D'après Hangartner et al. (1989), si leur exposition n'est pas immédiate, les tubes peuvent être conservés à 4°C au réfrigérateur jusqu'à leur utilisation.

Analyse des tubes

Deux méthodes d'analyse des tubes sont proposées, l'une par colorimétrie et l'autre par chromatographie ionique. Elles ont toutes deux été utilisées directement ou indirectement par les réseaux.

- Méthode spectrométrique :

L'analyse colorimétrique utilise une variante de la méthode de Griess-Saltzman (Atkins, 1978) retenue par ERLAP. Une fois la capsule translucide retirée, l'on ajoute à l'aide d'une micropipette 3,15 ml d'une solution de sulfanilamide à 2 % (m/v) (masse/volume) et de NEDA (naphtyléthylènediamine) à 0,007 % (m/v) dans de l'acide orthophosphorique à 5 % (v/v). Cette solution est préparée au moment de son usage. Le tube est refermé hermétiquement puis agité. Le NO_2^- formé à partir du NO_2 réagit avec l'acide et le sulfanilamide pour donner un sel de diazonium qui s'associe avec le dérivé de naphtalène pour former un colorant azoïque (complexe coloré). Après un temps de développement de

la couleur de 30 min, la solution colorée est mesurée par spectrophotométrie à 542 nm. La quantité de NO_2^- (donc celle de NO_2) est mesurée à partir d'une courbe d'étalonnage, établie avec des solutions standards de $NaNO_2$, de la forme A = f([NO_2^-]) avec A l'absorbance de la solution et [NO_2^-] la concentration en ions nitrite extraits. Compte tenu du fait qu'il se forme des ions nitrite dans les tubes témoins (tubes fermés), malgré les précautions prises, la quantité formée est prise en compte en la soustrayant systématiquement aux valeurs des tubes exposés.

- Méthode chromatographique :

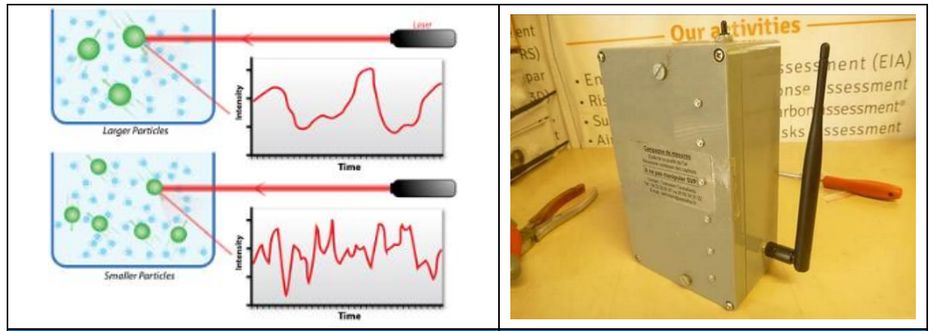
La chromatographie ionique est une méthode spécifique des ions en présence, contrairement à la méthode colorimétrique qui détermine l'absorbance d'une solution colorée. La capsule translucide du tube est enlevée puis 2,5 ml d'eau déminéralisée sont ajoutés dans le tube, ce qui permet de solubiliser entièrement les produits d'absorption du NO_2. Le tube est refermé hermétiquement puis agité manuellement pendant 2 min. La quantité d'ions NO_2^- formée est ensuite déterminée par chromatographie ionique.

❖ **Principe des micro-capteurs laser**

➢ *Mesure des particules*

L'analyse de la concentration des particules atmosphériques est réalisée par diffusion optique selon le précepte du Dynamic Light Scattering (DLS) : la longueur d'onde de la lumière diffusée est proportionnelle à la taille des particules.
Cette technique permet d'obtenir en temps réel et en simultané la concentration massique des particules PM10 et des particules fines PM2,5. La plage de mesure du capteur est de 0 à 500 µg/m^3, avec une erreur en moyenne ne dépassant pas les 10 %.

La figure ci-après représente le micro-capteur.



Principe du Dynamic Light Scattering	Photographie du micro-capteur

Figure 124 : Micro-capteur laser utilisé pour les mesures en continu

Le principe de fonctionnement du capteur est le suivant : un flux d'air est créé dans le capteur par ventilation. Les particules sont ainsi transportées vers une cellule illuminée par laser. La lumière diffusée par les particules est captée par une diode et convertie en un signal électrique. Ce signal est proportionnel à la concentration de particules et permet, en utilisant le théorème de Mie, de remonter à la concentration massique des deux classes de particules considérées (PM10 et PM2,5).

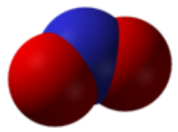
ANNEXE N°7 : PRESENTATION DES SUBSTANCES MESUREES

❖ Oxydes d'azote [NOx]

Les oxydes d'azotes [NOx] comprennent le monoxyde d'azote [NO], le dioxyde d'azote [NO_2]. La proportion de ces molécules varie avec la température. La principale source d'exposition est anthropique (lors d'émissions de véhicules diesel, combustibles fossiles, mais les NOx se forment aussi naturellement lors des orages ou des éruptions volcaniques.
À température ambiante, le monoxyde d'azote est instable, et réagit avec l'oxygène pour former du dioxyde d'azote (INRS, 1996). Le dioxyde d'azote est présent en phase gazeuse dans l'atmosphère. Il réagit avec les radicaux hydroxyles, et subit des réactions photochimiques conduisant à la formation d'ozone.

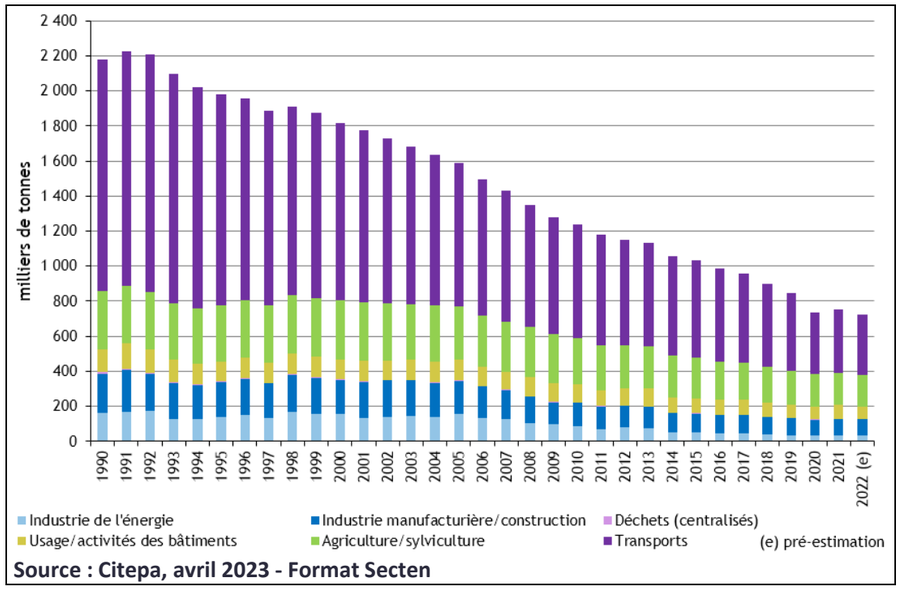


Molécule de monoxyde d'azote



Molécule de dioxyde d'azote

❖ Principales sources d'émission



Source : Citepa, avril 2023 - Format Secten

Les transports sont le 1er secteur émetteur de NOx (367.5 kt soit 49% des émissions de la France métropolitaine en 2021) et majoritairement par le transport routier (90,7 % des émissions de NOx des transports, en 2021).
Depuis 1990, la baisse observée dans ce secteur s'explique par le renouvellement du parc de véhicules et l'équipement progressif des véhicules en pots catalytiques. La tendance à la baisse plus marquée en 2020 qu'auparavant est l'effet des mesures de confinement liées à la crise sanitaire du Covid 19. De fait une légère augmentation des émissions est observées entre 2020 et 2021.

❖ Effets sur la santé

Chez l'homme, la principale voie d'exposition au monoxyde d'azote et au dioxyde d'azote est l'inhalation. Le monoxyde d'azote est naturellement présent dans l'organisme : c'est un important médiateur physiologique, notamment pour la vasodilatation des vaisseaux sanguins. Néanmoins il a une action toxique au niveau des plaquettes. Il a également des effets respiratoires.

Les enfants exposés au NO_2 dans l'air intérieur ont des symptômes respiratoires plus marqués et des prédispositions à des maladies respiratoires chroniques d'apparitions plus tardives, sans pour autant qu'il y ait une augmentation de leur fréquence. Les études chez les adultes n'ont pas montré d'augmentation de la fréquence des symptômes respiratoires. Les enfants exposés au NO_2 dans l'air extérieur montrent un allongement de la durée des symptômes respiratoires. Pour les adultes, la corrélation entre exposition et pathologies respiratoires chroniques n'est pas claire.

❖ Effets sur l'environnement

Les oxydes d'azote participent aux phénomènes des pluies acides, à la formation de l'ozone troposphérique, dont ils sont l'un des précurseurs, et à l'atteinte de la couche d'ozone stratosphérique comme à l'effet de serre.

Particules en suspension PM10 et PM2,5

Les particules sont des entités liquides ou solides en suspension dans l'air (gaz) ; elles forment avec ce dernier un aérosol (gaz + particules en suspension).

Les particules en suspension sont considérées aujourd'hui comme l'un des principaux indicateurs de la qualité de l'air. Elles peuvent être d'origine naturelle (embruns océaniques, éruptions volcaniques, feux de forêts, érosion éolienne des sols) ou anthropique (combustion incomplète de matières fossiles, transport, agriculture, activités industrielles : sidérurgie, incinération…). Une partie d'entre elles, les particules secondaires, se forme dans l'air par réaction chimique à partir de polluants précurseurs comme les oxydes de soufre, les oxydes d'azote, l'ammoniac et les composés organiques volatils.

On distingue les particules de diamètre inférieur à 10 microns (PM10), 2,5 microns (PM2,5) et 1 micron (PM1).

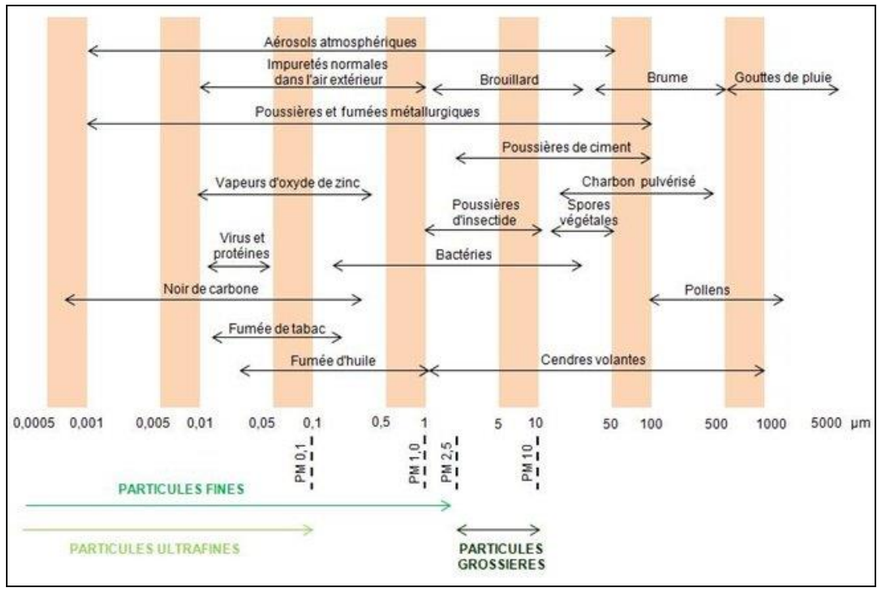
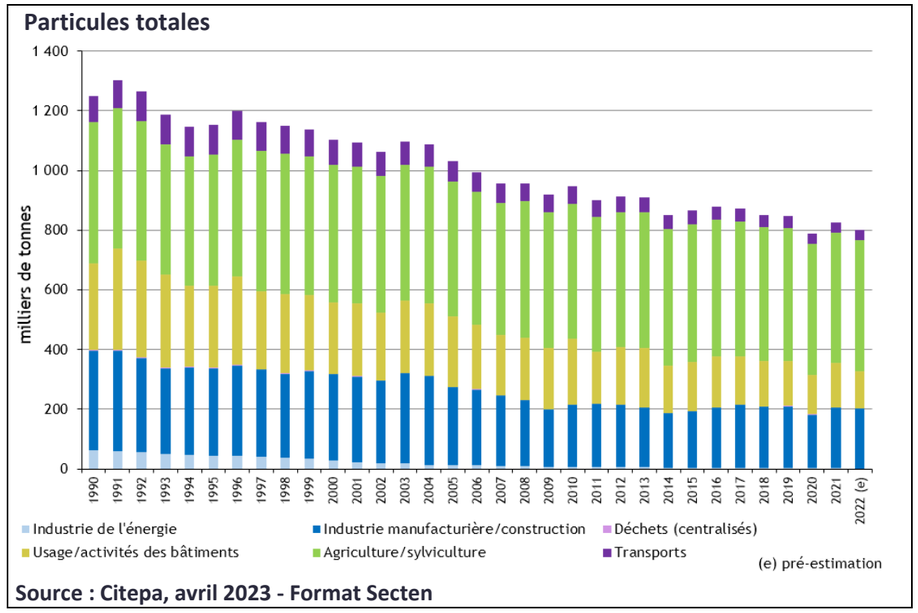


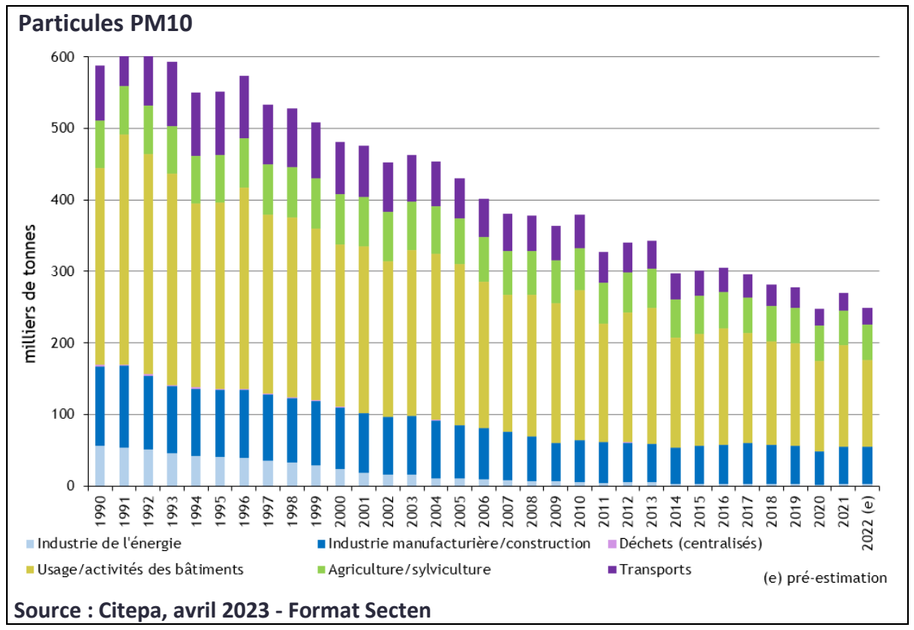
Figure 125 : taille des particules – échelle et ordre de grandeur (source : CITEPA**)**

❖ **Principales sources d'émission**



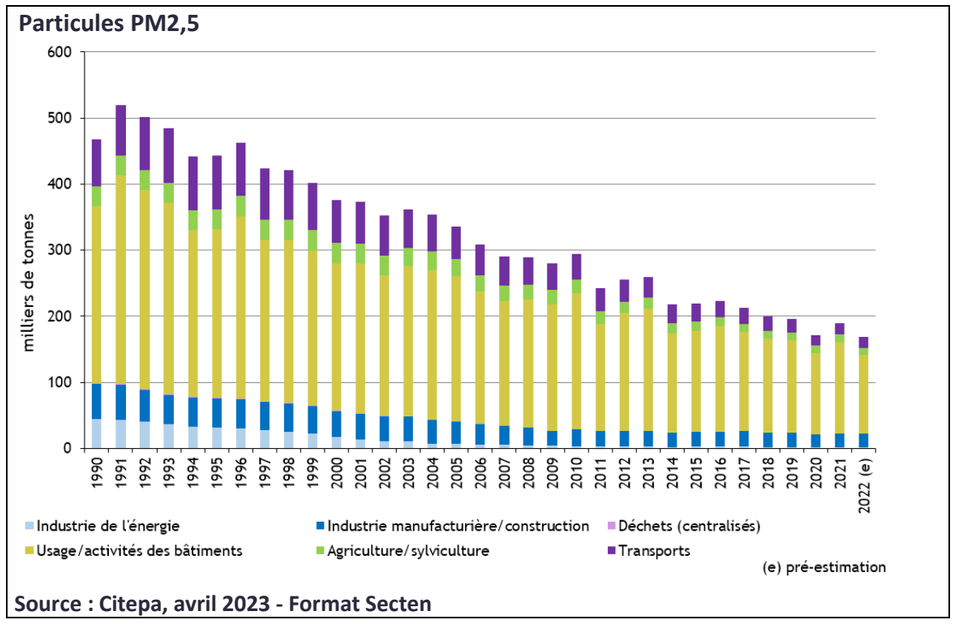
Parmi les secteurs émetteurs, les contributions aux émissions nationales sont variables en 2021. Il s'agit par ordre d'importance de :

- l'agriculture/sylviculture avec 53 % des émissions de la France métropolitaine, notamment du fait des labours des cultures ;
- l'industrie manufacturière avec 25 %, notamment du fait des activités du BTP et de la construction (chantiers), ainsi que l'extraction de roches dans les carrières ;
- l'usage / l'activité des bâtiments résidentiels et tertiaires (18 %) ;
- les transports (4 %).



Les secteurs contribuant aux émissions de ce polluant, par ordre de prédominance en 2021 sont :

- L'usage / l'activité des bâtiments résidentiels et tertiaires (52 %) ;
- L'industrie manufacturière/construction (20 %), en particulier le sous-secteur des minéraux non métalliques et des matériaux de construction ;
- L'agriculture / sylviculture (18 %), en particulier les élevages et lu labour des cultures ;
- Les transports (9 %) ;
- La transformation d'énergie (1 %).



Les émissions par ordre d'importance en 2021 sont induites par :

- L'usage / l'activité des bâtiments résidentiels et tertiaires (73 %) ;
- L'industrie manufacturière/construction (11 %) ;
- Les transports (9 %) ;
- Le secteur de l'agriculture/sylviculture (6 %) ;
- La transformation d'énergie (1 %).

❖ **Effets sur la santé**

Leurs effets sur la santé dépendent de leur granulométrie et de leur composition chimique. Plus elles sont fines, plus elles pénètrent profondément dans l'appareil respiratoire et plus leur temps de séjour y est important. Elles peuvent contenir des produits toxiques tels que des métaux ou des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) dont certains sont cancérigènes. Une corrélation a été établie entre les niveaux élevés de PM10 et l'augmentation des admissions dans les hôpitaux et des décès, liés à des pathologies respiratoires et cardio-vasculaires.
Les préoccupations portent aujourd'hui sur des particules plus fines (PM2,5).

ANNEXE N°8 : REGLEMENTATION DES POLLUANTS ATMOSPHERIQUES

Tableau 76 : Critères nationaux de la qualité de l'air

Polluants	Valeurs limites	Objectifs de qualité	Seuil de recommandation et d'information	Seuils d'alerte	Niveau critique
Dioxyde d'azote (NO_2)	**En moyenne annuelle :** depuis le 01/01/10 : 40 µg/m³. **En moyenne horaire :** depuis le 01/01/10 : 200 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 18 heures par an.	**En moyenne annuelle :** 40 µg/m³.	**En moyenne horaire :** 200 µg/m³.	**En moyenne horaire :** 400 µg/m³ dépassé sur 3 heures consécutives. 200 µg/m³ si dépassement de ce seuil la veille, et risque de dépassement de ce seuil le lendemain.	
Oxydes d'azote (NOx)					**En moyenne annuelle** (équivalent NO_2) : 30 µg/m³ (protection de la végétation).
Dioxyde de soufre (SO_2)	**En moyenne journalière :** 125 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 3 jours par an. **En moyenne horaire :** depuis le 01/01/05 : 350 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 24 heures par an.	**En moyenne annuelle :** 50 µg/m³.	**En moyenne horaire :** 300 µg/m³.	**En moyenne horaire** sur 3 heures consécutives : 500 µg/m³.	**En moyenne annuelle et hivernale** (pour la protection de la végétation) : 20 µg/m³.
Plomb (Pb)	**En moyenne annuelle :** depuis le 01/01/02 : 0,5 µg/m³.	**En moyenne annuelle :** 0,25 µg/m³.			
Monoxyde de carbone (CO)	**Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures :** 10 000 µg/m³.				
Particules fines de diamètre inférieur ou égal à 10 micromètres (PM10)	**En moyenne annuelle :** depuis le 01/01/05 : 40 µg/m³. **En moyenne journalière :** depuis le 01/01/2005 : 50 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 35 jours par an.	**En moyenne annuelle :** 30 µg/m³.	**En moyenne journalière :** 50 µg/m³.	**En moyenne journalière :** 80 µg/m³.	
Benzène (C_6H^6)	**En moyenne annuelle :** depuis le 01/01/10 : 5 µg/m³.	**En moyenne annuelle :** 2 µg/m³.			

Polluant	Valeurs limites	Objectifs de qualité	Seuil de recommandation et d'information	Seuils d'alerte	Valeurs cibles
Ozone (O_3)		**Seuil de protection de la santé**, pour le maximum journalier de la moyenne sur 8 heures : 120 µg/m³ pendant une année civile. **Seuil de protection de la végétation**, AOT 40* de mai à juillet de 8h à 20h : 6 000 µg/m³.h	**En moyenne horaire :** 180 µg/m³.	**Seuil d'alerte pour une protection sanitaire pour toute la population**, en moyenne horaire : 240 µg/m³ sur 1 heure **Seuils d'alerte pour la mise en œuvre progressive de mesures d'urgence**, en moyenne horaire : 1er seuil : 240 µg/m³ dépassé pendant trois heures consécutives. 2e seuil : 300 µg/m³ dépassé pendant trois heures consécutives. 3e seuil : 360 µg/m³.	**Seuil de protection de la santé :** 120 µg/m³ pour le max journalier de la moyenne sur 8h à ne pas dépasser plus de 25 jours par année civile en moyenne calculée sur 3 ans. Cette valeur cible est appliquée depuis 2010. **Seuil de protection de la végétation :** AOT 40* de mai à juillet de 8h à 20h : 18 000 µg/m³.h en moyenne calculée sur 5 ans. Cette valeur cible est appliquée depuis 2010.

* AOT 40 (exprimé en µg/m³.heure) signifie la somme des différences entre les concentrations horaires supérieures à 80 µg/m³ et le seuil de 80 µg/m³ durant une période donnée en utilisant uniquement les valeurs sur 1 heure mesurées quotidiennement entre 8 heures et 20 heures. (40 ppb ou partie par milliard=80 µg/m³)

Polluant	Valeurs limites	Objectif de qualité	Valeur cible	Objectif de réduction de l'exposition par rapport à l'IEM 2011* , qui devrait être atteint en 2020		Obligation en matière de concentration relative à l'exposition qui doit être respectée en 2015
Particules fines de diamètre inférieur ou égal à 2,5 micromètres (PM2,5)	**En moyenne annuelle :** 25 µg/m³ depuis le 01/01/15.	**En moyenne annuelle :** 10 µg/m³.	**En moyenne annuelle :** 20 µg/m³.	**Concentration initiale**	**Objectif de réduction**	20 µg/m³ pour l'IEM 2015**.
				<= à 8,5 µg/m³	0%	
				>8,5 et <13 µg/m³	10%	
				>=13 et <18 µg/m³	15%	
				>=18 et <22 µg/m³	20%	
				>= à 22 µg/m³	Toute mesure appropriée pour atteindre 18 µg/m³	

* IEM 2011 : Indicateur d'exposition moyenne de référence, correspondant à la concentration moyenne annuelle en µg/m³ sur les années 2009, 2010 et 2011.
** IEM 2015 : Indicateur d'exposition moyenne de référence, correspondant à la concentration moyenne annuelle en µg/m³ sur les années 2013, 2014 et 2015.

Polluants	Valeurs cibles* qui devraient être respectées le 31 décembre 2012
Arsenic	6 ng/m³
Cadmium	5 ng/m³
Nickel	20 ng/m³
Benzo(a)pyrène (utilisé comme traceur du risque cancérogène lié aux Hydrocarbures aromatiques polycycliques - HAP)	1 ng/m³

* Moyenne calculée sur l'année civile du contenu total de la fraction PM10.

Les critères nationaux de qualité de l'air sont définis dans le Code de l'environnement (articles R221-1 à R221-3).

Les normes à respecter en matière de qualité de l'air sont définies dans le décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010 qui transpose la directive 2008/50/CE du Parlement européen et du Conseil du 21 mai 2008 :

- **Objectif de qualité :** niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère à atteindre à long terme, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble ;
- **Seuil d'information et de recommandations :** niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine des groupes particulièrement sensibles de la population rendant nécessaires des informations immédiates et adéquates ;
- **Seuil d'alerte :** niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine ou de dégradation de l'environnement justifiant l'intervention de mesures d'urgence ;
- **Valeur cible :** niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets sur la santé humaine ou sur l'environnement dans son ensemble, à atteindre, dans la mesure du possible dans un délai donné ;
- **Valeur limite :** seuil maximal de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère, fixé sur la base des connaissances scientifiques, dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de ces substances pour la santé humaine ou pour l'environnement ;
- **Niveau critique :** niveau fixé sur la base des connaissances scientifiques, au-delà duquel des effets nocifs directs peuvent se produire sur certains récepteurs, tels que les arbres, les autres plantes ou écosystèmes naturels, à l'exclusion des êtres humains.

Remarque : le 26 octobre 2022, la Commission Européenne[54] a publié une proposition de révision des directives de la qualité de l'air.

[54] https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM:2022:542:FIN

ANNEXE N°9 : LIGNES DIRECTRICES DE L'OMS

Polluant	Durée retenue pour le calcul des moyennes	Seuils de référence OMS 2021 (Concentrations)
$PM_{2.5}$ (µg/m3)	Année	5
	24 heures [a]	15
PM_{10} (µg/m^3)	Année	15
	24 heures [a]	45
NO_2 (µg/m^3)	Année	10
	24 heures [a]	25
O_3 (µg/m^3)	Pic saisonnier [b]	60
	8 heures [a]	100
SO_2 (µg/m^3)	24 heures [a]	40
CO (mg/m^3)	24 heures [a]	4

a 99ème percentile (3 à 4 jours de dépassement par an).

b Moyenne de la concentration moyenne journalière maximale d'O_3 sur 8 heures au cours des six mois consécutifs où la concentration moyenne d'O_3 a été la plus élevée.

ANNEXE N°10 : DONNEES TRAFIC CONSIDEREES DANS L'ETUDE

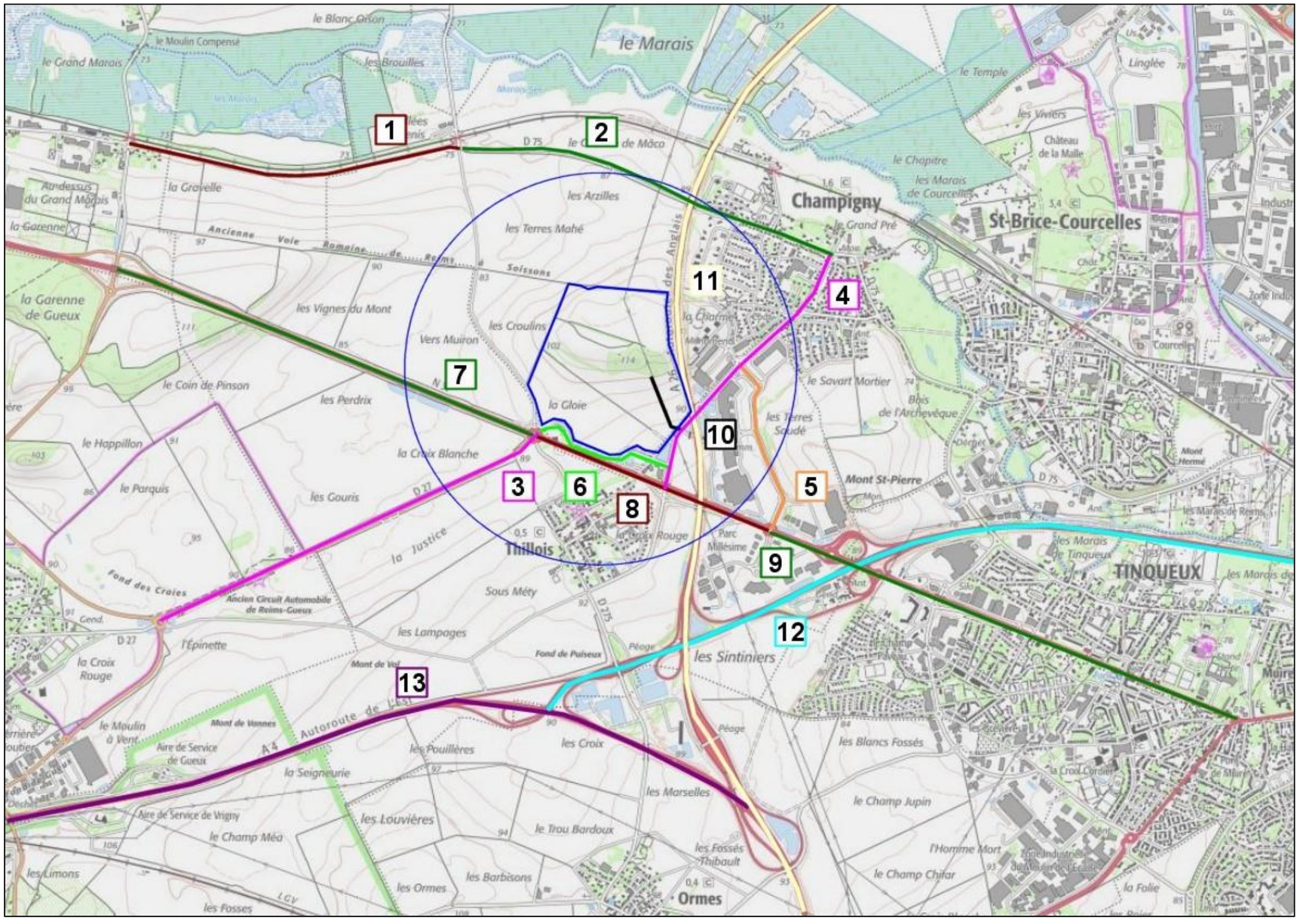


Figure 126 : Brins considérés

Tableau 77 : Données trafics considérées pour chaque situation

		2023 Actuel				2027 Fil de l'eau				2027 Avec Projet			
		TMJA				TMJA				TMJA			
Brin	Nom de la voie	VL véh/j	Vitesse VL km/h	PL véh/j	Vitesse PL km/h	VL véh/j	Vitesse VL km/h	PL véh/j	Vitesse PL km/h	VL véh/j	Vitesse VL km/h	PL véh/j	Vitesse PL km/h
1	Rue de la Gravelle	2 974	50	329	50	3 651	50	482	50	3 680	50	481	50
2	D75	3 392	50	371	50	3 839	50	423	50	3 864	50	422	50
3	D27	4 172	50	160	50	4 293	50	162	50	4 320	50	162	50
4	D275	3 541	50	79	50	3 706	50	84	50	3 619	50	81	50
5	Av. Mont St Pierre / Rue des Acacias	6 193	50	176	50	6 520	50	181	50	6 530	50	181	50
6	D275A1	1 886	50	47	50	2 170	50	64	50	2 242	50	102	50
7	N31	23 056	50	2 311	50	25 210	50	2 956	50	25 218	50	2 963	50
8	N31	26 326	110	2 425	90	28 311	110	3 054	90	28 290	110	3 023	90
9	N31	36 338	110	2 609	90	38 100	110	3 199	90	38 162	110	3 206	90
10	Nouvelle voie	0	50	0	50	0	50	0	50	947	50	232	50
11	A26	29 973	130	5 837	90	31 346	130	6 104	90	31 346	130	6 104	90
12	A344	50 318	130	4 554	90	52 622	130	4 763	90	52 622	130	4 763	90
13	A4	23 651	130	4 948	90	24 735	130	5 174	90	24 735	130	5 174	90

Contact

Techni*Sim* Consultants
316 rue Paul Bert
69003 LYON

Fixe : 04 37 69 92 80
Mél : technisim@wanadoo.fr

Le contenu de ce rapport est uniquement valable pour le projet faisant l'objet de cette étude.
Toute utilisation à d'autres fins que celles du présent projet doit faire l'objet d'une autorisation d'exploitation.

> ***ADDENDA** : L'absence de remarques sous un mois à compter de la date de réalisation de l'étude vaut acceptation.*
>
> *Toute reprise mineure ou majeure ultérieure sera susceptible de faire l'objet d'un avenant financier spécifique.*
>
> *Nonobstant, le suivi administratif des services instructeurs régaliens est compris dans la prestation.*

→ FIN de DOCUMENT ←

SAS CHAMPIGNY LES SABLES

Aménagement d'une zone d'activité CHAMPIGNY (51)

Étude géotechnique de conception (G2)
Phase Avant-Projet - (G2 AVP)

Dossier : NRE2.I.192

04/12/18



Agence REIMS • 27A rue des Blancs Monts 51350 CORMONTREUIL
Tél. 33 (0) 3 26 87 86 00• Fax 33 (0) 3 26 87 86 01 •
Adresse e-mail cebtp.reims@groupe-cebtp.com

SAS CHAMPIGNY LES SABLES

AMENAGEMENT D'UNE ZONE D'ACTIVITE

CHAMPIGNY (51)

RAPPORT - ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2) – phase AVP

Dossier : NRE2.I.192	Réf. rapport :18.NRE2.I.192	Contrat : NRE2.I.0330

Indice	Date	Chargée d'affaire	Visa	Vérifié par	Visa	Contenu	Observations
1	04/12/18	C.PLANCHON		P.VINCENT		82 pages 7 annexes	

A compter du paiement intégral de la mission, le client devient libre d'utiliser le rapport et de le diffuser à condition de respecter et de faire respecter les limites d'utilisation des résultats qui y figurent et notamment les conditions de validité et d'application du rapport.

Sommaire

1. Plans de situation 6

1.1. Extraits de carte IGN 6
1.2. Image aérienne 7

2. Contexte de l'étude 8

2.1. Données générales 8
2.1.1. Généralités 8
2.1.2. Intervenants 8
2.1.3. Documents communiqués 8
2.2. Description du site 8
2.2.1. Topographie, occupation du site et avoisinants 8
2.2.2. Contextes géotechnique, hydrogéologique et sismique 11
2.3. Caractéristiques de l'avant-projet 14
2.3.1. Description des ouvrages et des voiries d'accès 14
2.3.2. Sollicitations appliquées aux fondations et aux niveaux bas, trafic envisagé 18
2.3.3. Terrassements prévus 18
2.4. Mission Ginger CEBTP 24

3. Investigations géotechniques 26

3.1. Préambule 26
3.2. Implantation et nivellement 26
3.3. Sondages, essais et mesures in situ 26
3.3.1. Investigations in situ 26
3.3.2. Essais de perméabilité in situ 32
3.3.3. Piézométrie 32
3.4. Essais en laboratoire 33

4. Synthèse des investigations 34

4.1. Examen spécifique du site 34
4.2. Modèle géologique général 34
4.2.1. Lithologie 34
4.2.2. Caractéristiques physiques des sols 38
4.3. Contexte hydrogéologique général 40
4.3.1. Piézométrie 40
4.3.2. Perméabilité 41
4.3.3. Inondabilité 42

5. Principes généraux de construction en phase avant-projet 43

5.1. Analyse du contexte et principes d'adaptation 43
5.1.1. Contexte géologique et géotechnique 43
5.1.2. Projet 44
5.1.3. Principes d'adaptation 46
5.2. Adaptations générales de l'avant-projet 47
5.2.1. Réalisation des terrassements 47
5.2.2. Traficabilité en phase chantier 53
5.2.3. Terrassabilité des matériaux 53
5.2.4. Drainage en phase chantier 53
5.2.5. Réalisation des remblais 54
5.3. Niveau-bas - dallage 59
5.3.1. Conception et exécution 60
5.3.2. Contrôles 61
5.3.3. Modules Es et tassements prévisibles 62
5.4. Fondation de la structure 63
5.4.1. Fondations superficielles par semelles filantes ou isolées dans les remblais 63
5.4.2. Fondations superficielles par semelles filantes ou isolées dans le terrain naturel 66
5.4.3. Dispositions constructives 71
5.5. Protection des ouvrages vis-à-vis de l'eau 72
5.6. Préparation de la plateforme de chaussée 72
5.6.1. Préambule 72
5.6.2. Hypothèses de calcul 72
5.6.3. Partie Supérieure des Terrassements (PST) et classe d'arase 72
5.6.4. Couche de forme 73
5.6.5. Structure type de chaussée 74
5.7. Tranchées 74
5.7.1. Remblai pour le réseau d'assainissement : réutilisation des matériaux 75
5.7.2. Matériaux utilisables en remblai 77
5.7.3. Conditions de réemploi des matériaux du site 79
5.8. Infiltration des eaux 80
5.8.1. Résultats des essais 80
5.8.2. Interprétation 81

6. Observations majeures 82

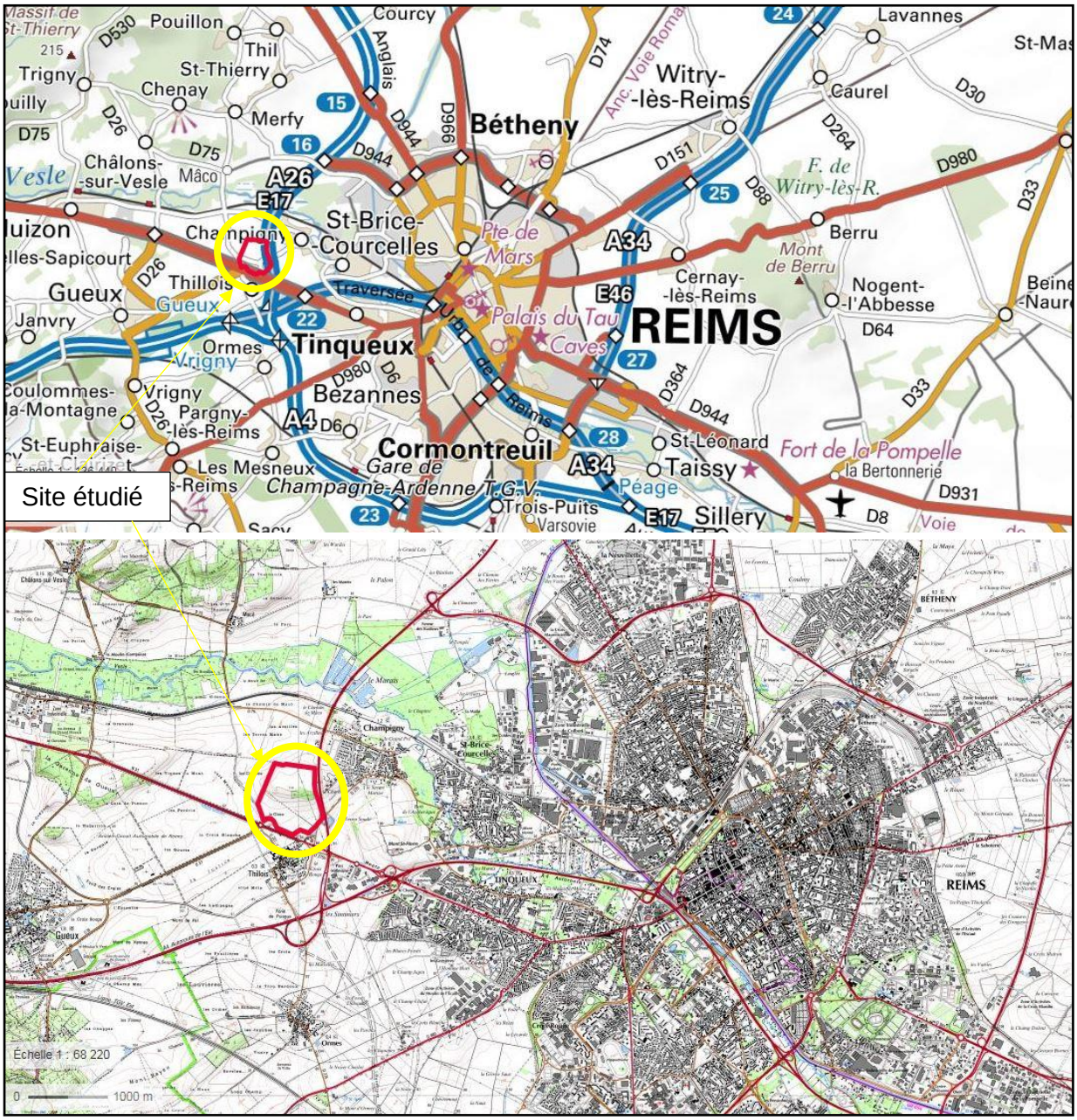
ANNEXES

ANNEXE 1 – NOTES GENERALES SUR LES MISSIONS GEOTECHNIQUES
ANNEXE 2 – PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES
ANNEXE 3 – SONDAGES SEMI-DESTRUCTIFS A LA TARIERE
ANNEXE 4 – ESSAIS DE PENETRATION DYNAMIQUE
ANNEXE 5 – ESSAIS DE PENETRATION STATIQUE
ANNEXE 6 – SONDAGES A LA PELLE MECANIQUE
ANNEXE 7 – PROCES VERBAUX DES ESSAIS EN LABORATOIRE

1. Plans de situation

Le projet est localisé à l'Est de Reims, dans le département de la Marne (51). Son emplacement est précisé sur les cartes présentées ci-après :

1.1. Extraits de carte IGN



Extraits de la carte IGN, secteur de REIMS-CHAMPIGNY (Géoportail)

1.2. Image aérienne



Extrait de la photographie aérienne de CHAMPIGNY (Géoportail)

2. Contexte de l'étude

2.1. Données générales

2.1.1. Généralités

Nom de l'opération : Aménagement d'une zone d'activité
Localisation / adresse : Chemin de Gueux (D275A1)
Commune : Champigny (51370)
Demandeur de la mission : NORD EST AMENAGEMENT PROMOTION
Client : SAS CHAMPIGNY LES SABLES

2.1.2. Intervenants

Maître d'ouvrage : SAS CHAMPIGNY LES SABLES
Maître d'œuvre : CABINET DUPONT REMY MIRAMON

2.1.3. Documents communiqués

Les documents qui nous ont été communiqués et ont été utilisés dans le cadre de ce rapport sont les suivants :

N°	Document	Echelle	Origine / référence	Date
1	Plan de situation	1/5000	NEAP	04/04/2018
2	Cahier des charges	/		04/04/2018
3	Plan géoréférencé avec implantation des sondages	1/2000	Cabinet Dupont Rémy Miramon	10/08/2018
4	Plan masse projet	1/5000		24/08/2018

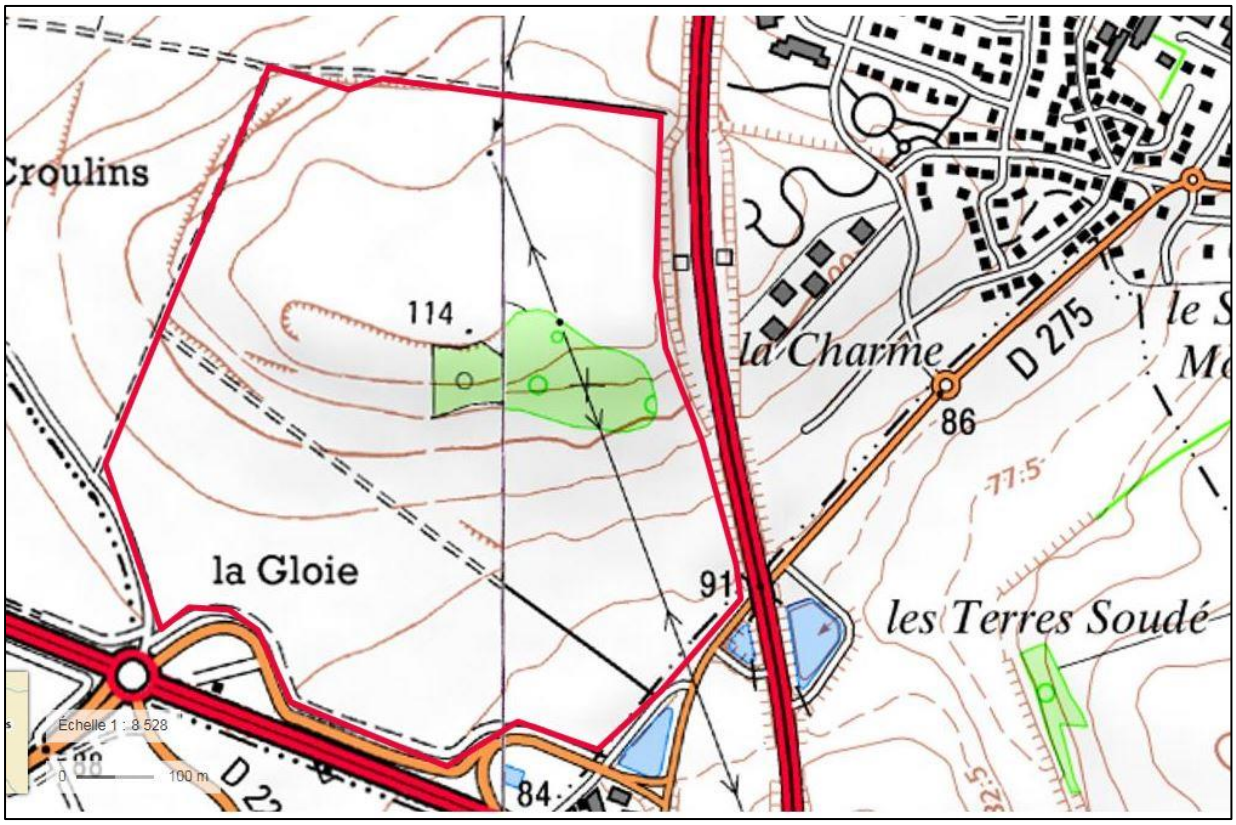
2.2. Description du site

2.2.1. Topographie, occupation du site et avoisinants

Le terrain étudié est situé sur la commune de Champigny, au Sud-Ouest de la commune. De nombreux locaux commerciaux existent déjà dans ce secteur. Il s'agit d'une parcelle de 52.93 hectares constituée de champs et d'un bosquet.

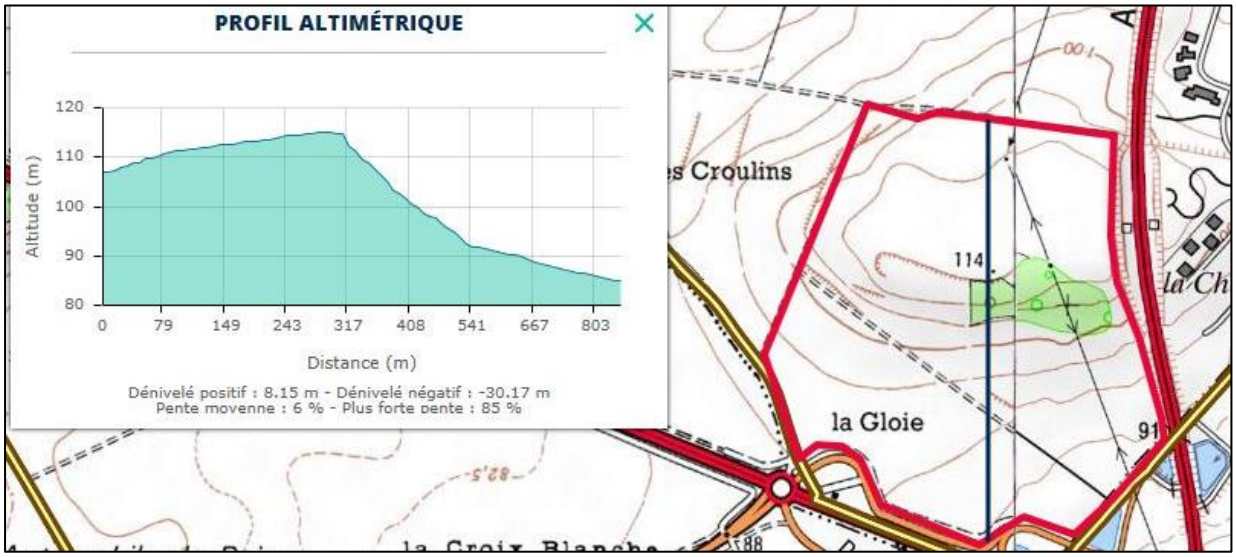
Le site est délimité au Sud par la RN 31, à l'Ouest par la D275 et l'A26 et par des chemins communaux au Nord et à l'Est.

La topographie du site est très variable et à une forme assimilable à un petit dôme. L'altitude varie de 75 m NGF environ en partie Sud à 112 m NGF en partie Nord du site, avant de redescendre à la cote 100 m NGF environ dans l'angle Nord-Ouest.



Extrait de la carte topographique de Champigny (Géoportail)

Le long d'un profil Nord-Sud, d'après les données de Géoportail, le site concerné par les investigations présente une pente de 6% environ orientée vers le Sud et de 2% environ orientée vers le Nord. Son altitude varie de 85 à 114 mètres NGF.



Profil altimétrique Nord-Sud de la parcelle (Géoportail)

Lors de notre intervention, l'ensemble de la parcelle était occupé par des champs, dont la partie Nord était cultivée (maïs) et par un bosquet au centre.



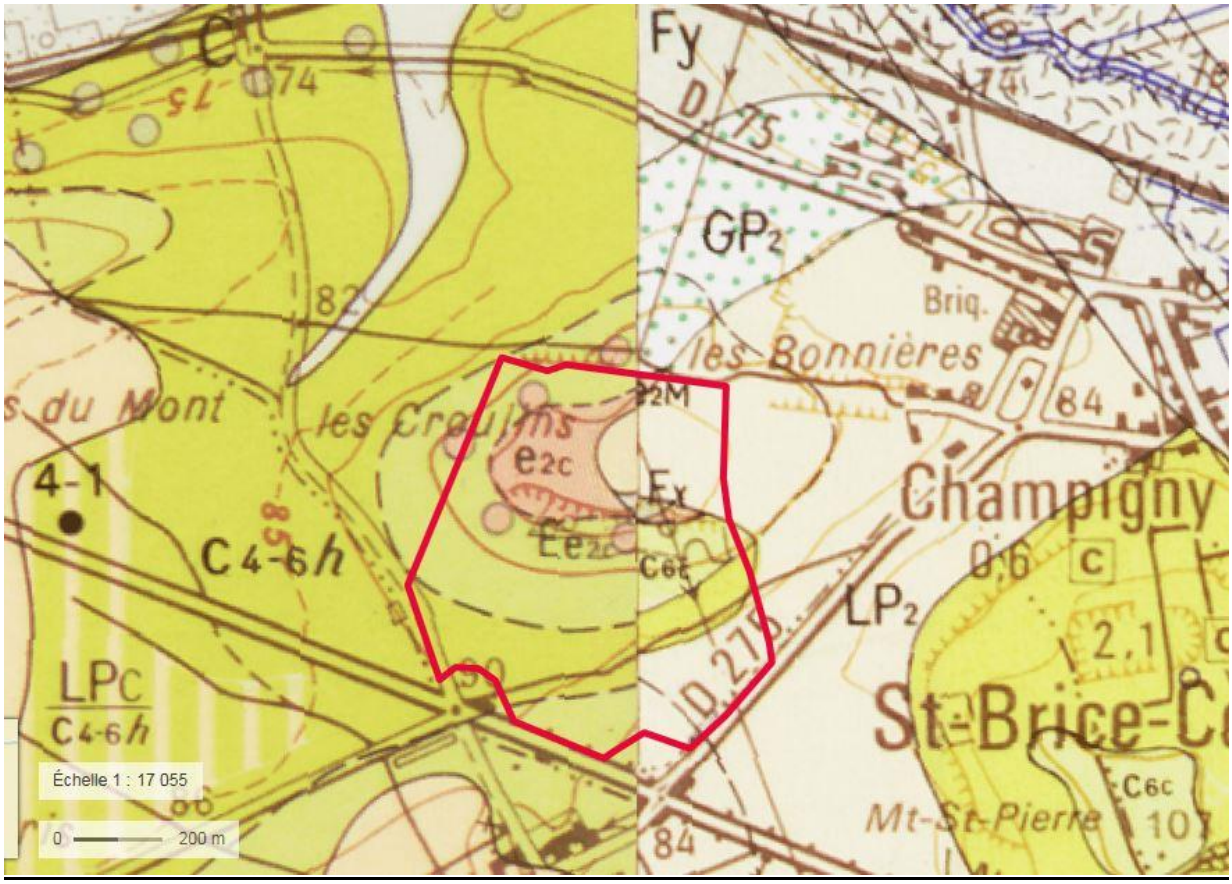
Vue générale de la parcelle

L'emprise des ouvrages projetés est libre de toute mitoyenneté.

2.2.2. Contextes géotechnique, hydrogéologique et sismique

D'après notre expérience locale et les cartes géologiques de REIMS à l'Est et de FISMES à l'Ouest, toutes deux à l'échelle 1/50000ème, le site serait constitué des formations suivantes de haut en bas, sous d'éventuels remblais d'aménagement et une faible épaisseur de terre végétale :

- des limons calcaires (en beige très clair sur la carte ci-dessous) ;
- des alluvions des terrasses anciennes, composées de cailloutis et d'éléments de meulières (au niveau du bosquet) sur la partie Ouest (faciès Fx, couleur saumon) ;
- des sables de Châlons-sur-Vesles, datant le Thanétien supérieur au niveau de la butte. Ces sables sont blanc-verts, fins, et évoluent vers des sables grossiers, de couleur rouille-marron-orangé (couleur beige orangé sur la carte, faciès E2C);
- le substratum constitué par la craie blanche (en vert sur la carte). On observe une transition entre la craie du Sénonien (C4-6) en partie Ouest et la Craie du Campanien (C6) en partie Est.

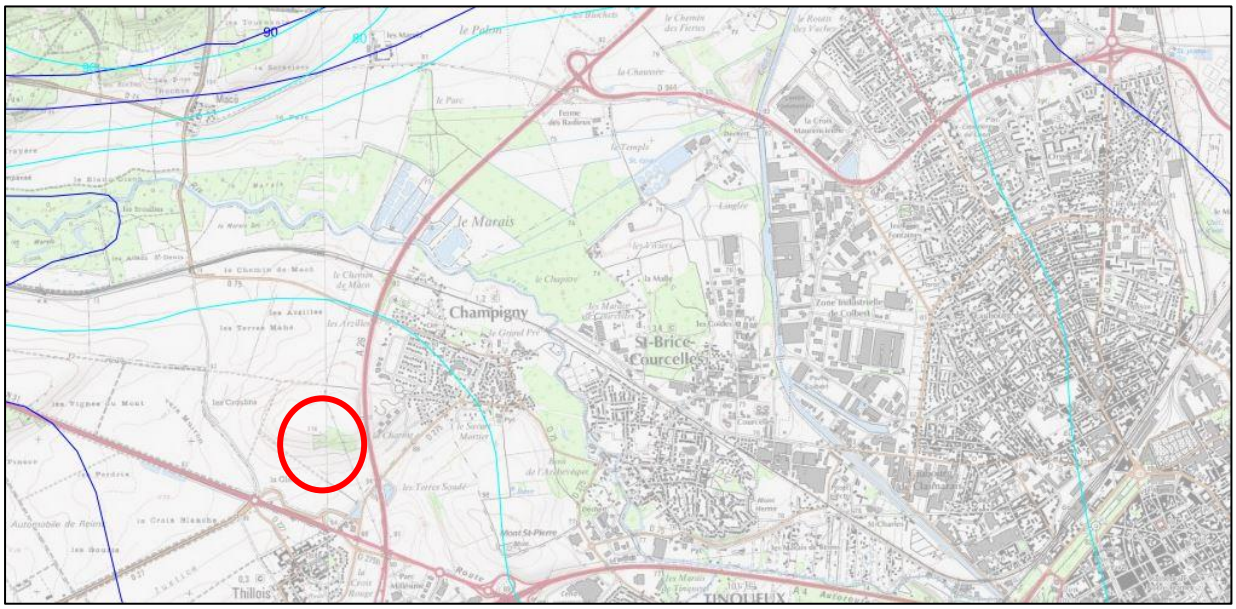


Extrait de la carte géologique de REIMS et de FISMES au 1/50 000 : secteur de CHAMPIGNY (Infoterre)

Il n'est pas improbable d'identifier de la graveluche sur site, notamment vers le Nord du site.

D'après notre expérience locale et d'après la carte géologique à l'échelle 1/50000ème, la formation crayeuse est réputée être le siège d'un aquifère productif.

Le toit de l'aquifère se situerait entre 5 et 40 mètres de profondeur, à une côte variant de 75 à 80 mètres NGF environ, selon la position sur le site (dénivelé de près de 30 m entre le point le plus haut et le point le plus bas) et selon la hauteur de la nappe (période de basses eaux ou période de hautes eaux) d'après les données du SIGES Seine Normandie.

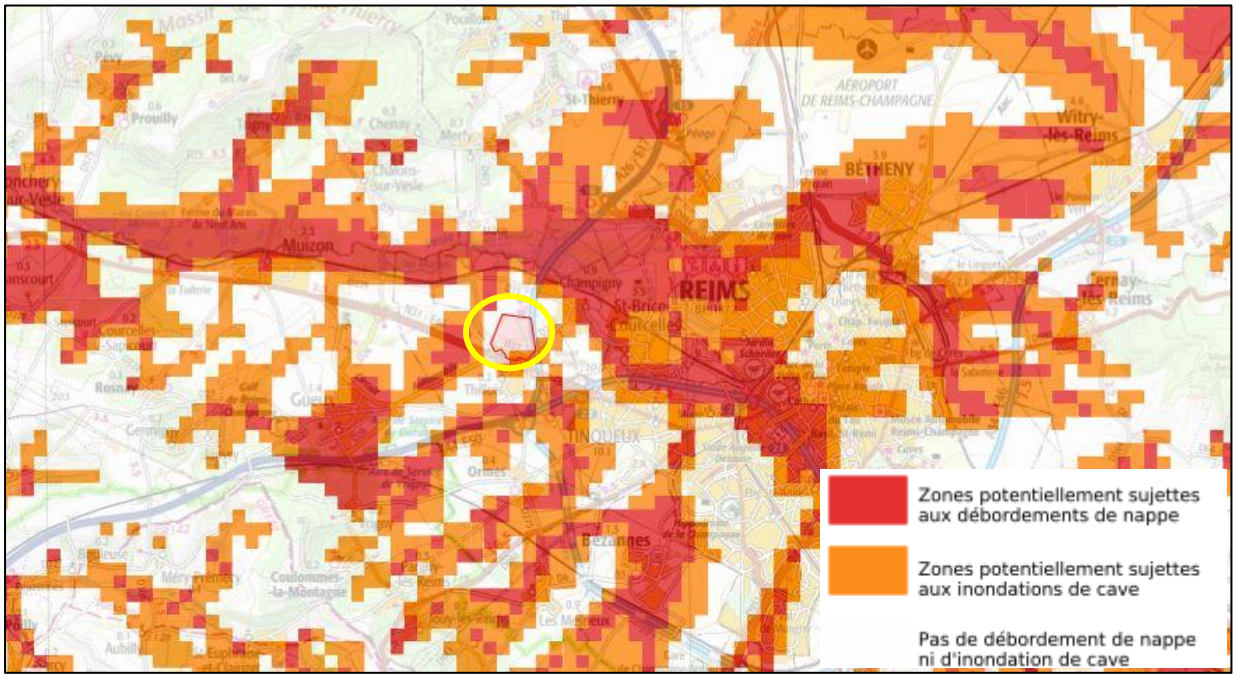


Extrait de la carte piézométrique de CHAMPIGNY (SIGES)

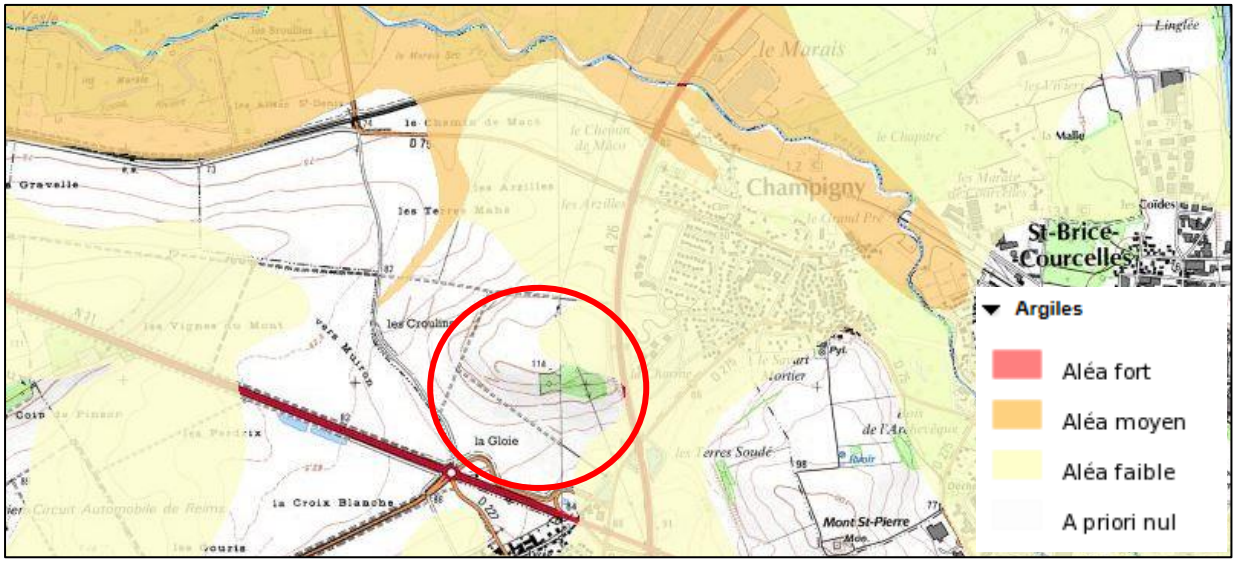
Par ailleurs des circulations anarchiques / ponctuelles ne sont pas exclues au sein des formations superficielles de nature limoneuse ou sableuse.

Enfin, les cartes d'aléas (inondation, sismicité, cavités, glissement, retrait/gonflement) et/ou les plans de prévention des risques indiquent que :

- le risque inondation est faible sur la parcelle. La parcelle étudiée n'est pas située en zone inondable d'après la carte des zones sujettes aux remontées de nappe. Seul le secteur extrême Sud-Est est potentiellement sujet à cet aléa ;
- le risque sismicité est très faible (catégorie 1) ;
- le risque retrait/gonflement est faible en partie Nord du site (zone limoneuse) et nul au niveau des zones sableuses et crayeuses ;
- le BRGM n'a pas répertorié de cavités sur la zone d'étude ;
- le BRGM n'a pas enregistré de glissements de terrain dans le secteur d'étude.



Carte de l'aléa inondation par remontée de nappe à CHAMPIGNY (SIGES



Carte de l'aléa retrait/gonflement à CHAMPIGNY (Infoterre)

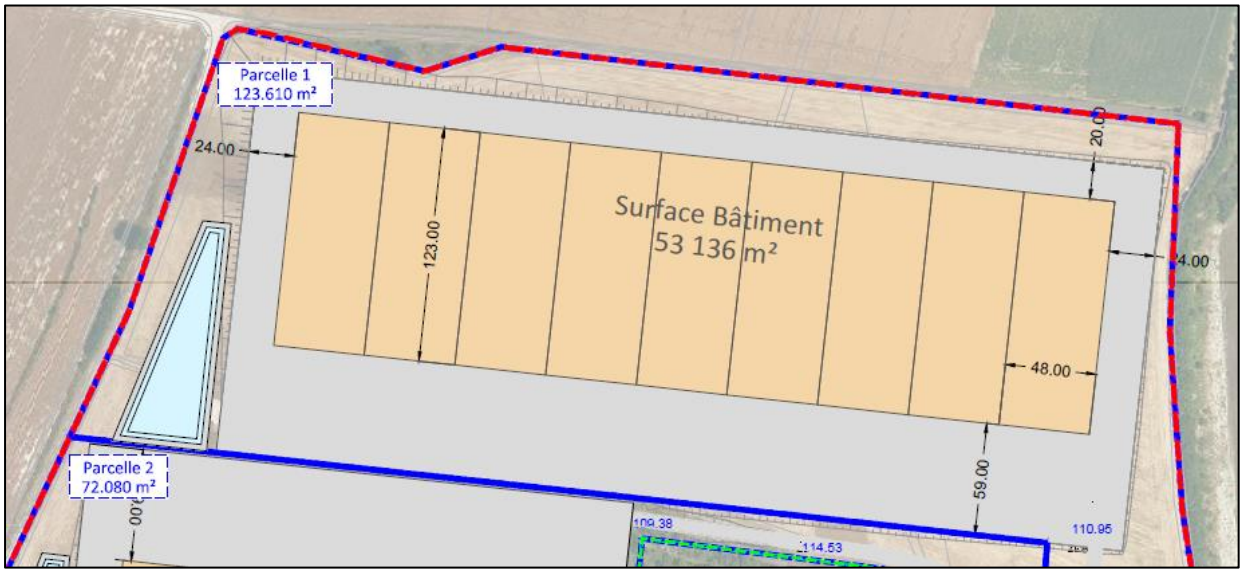
Pour les bâtiments à « risque normal » dont le permis de construire a été déposé après le 1ier mai 2011, le nouveau zonage sismique de la France (décret n°2010-1255 du 22/10/2010) est applicable. Le site étudié est classé en zone de sismicité 1 (très faible) et l'application des règles parasismiques de l'Eurocode 8 (Norme NF EN 1998 – Calcul des structures pour leur résistance au séisme) n'est donc pas nécessaire.

2.3. Caractéristiques de l'avant-projet

2.3.1. Description des ouvrages et des voiries d'accès

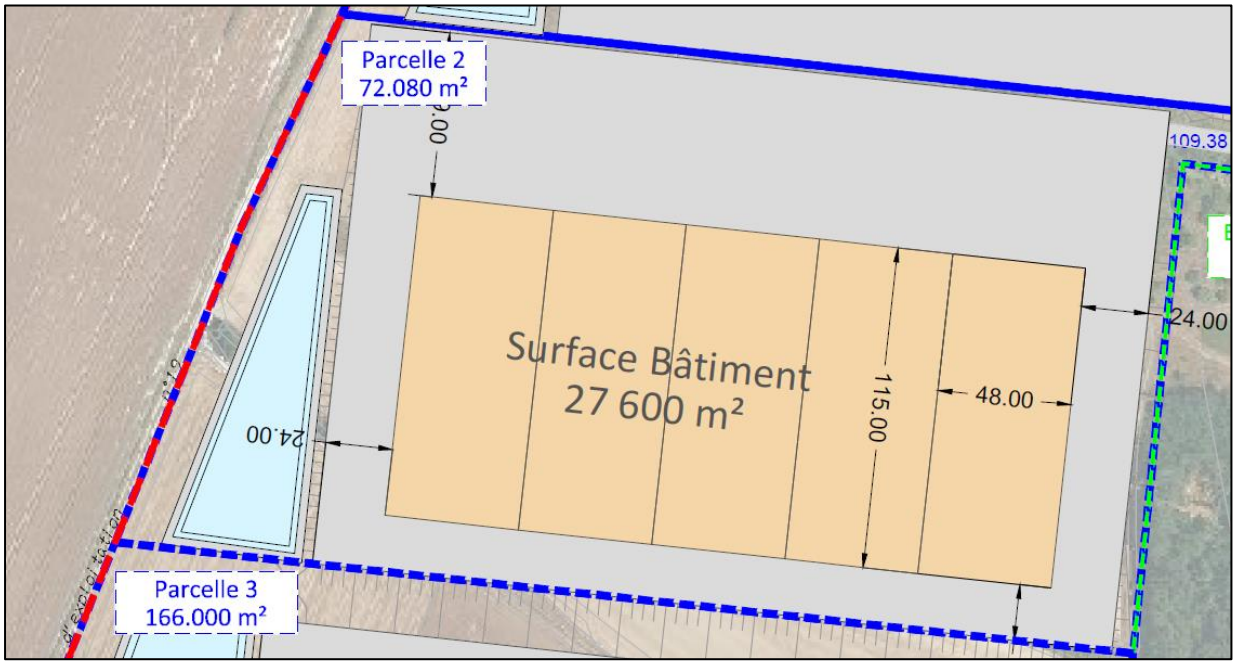
D'après les documents cités au paragraphe 2.1 et les informations fournies, la zone sera divisée en 4 parcelles étagées :

- Parcelle n°1 : 126 610 m²
    - Construction d'un bâtiment logistique et/ou industriel de 53 136 m² (soit 9 cellules de 123 * 48 m) ;
    - Voiries, parkings et zones logistiques de 39 784 m² environ ;
    - Présence d'un bassin d'infiltration des eaux à l'Ouest ;
    - Création d'un talus en limite Nord-Ouest afin de compenser le dénivelé naturel du site.



Parcelle n°1 : extrait du plan de masse (Cabinet Dupont Rémy Miramon)

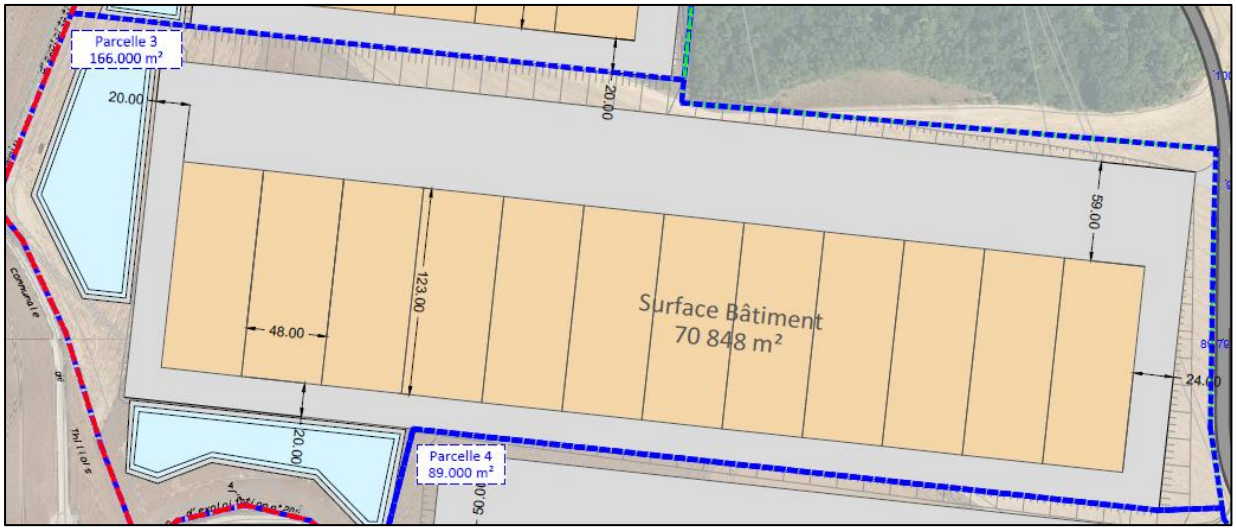
- Parcelle n°2 : 72 080 m²
    - Construction d'un bâtiment logistique et/ou industriel de 27 600 m² (soit 5 cellules de 115 * 48 m) ;
    - Voiries, parkings et zones logistiques de 25 392 m² ;
    - Présence d'un bassin d'infiltration des eaux à l'Ouest.



Parcelle n°2 : extrait du plan de masse (Cabinet Dupont Rémy Miramon)

- Parcelle n°3 : 166 000 m²

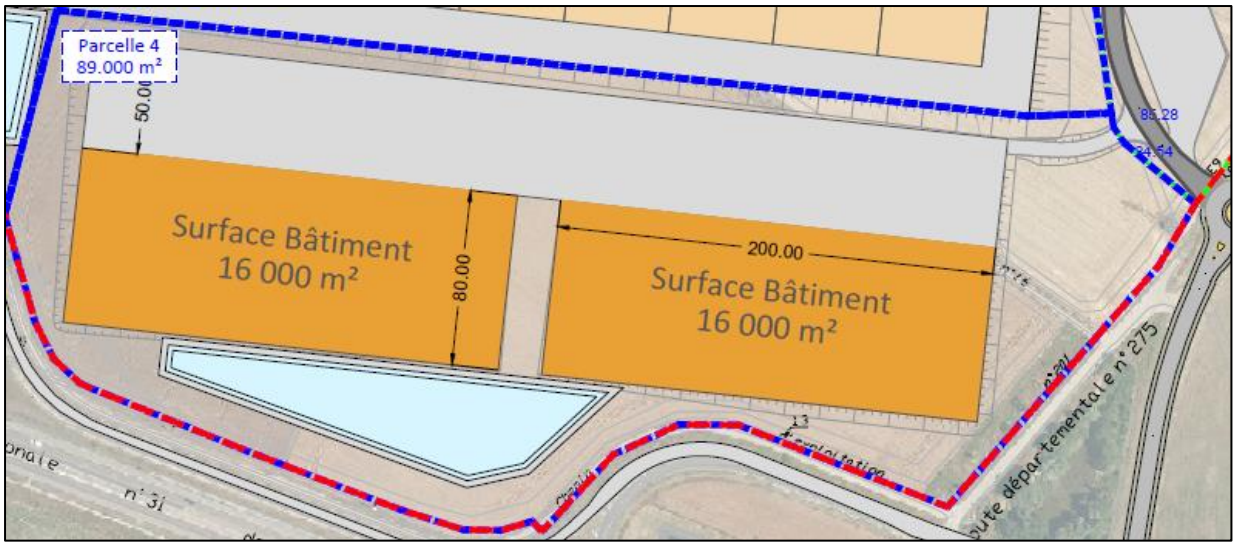
  - Construction d'un bâtiment logistique et/ou industriel de 70 848 m² (soit 12 cellules de 123 * 48 m) ;
  - Voiries, parkings et zones logistiques de 54 392 m² ;
  - Présence de deux bassins d'infiltration des eaux à l'Ouest et au Sud-Ouest ;
  - Création d'un talus en limites Nord, Est et Sud-Est (débordant sur la parcelle n°4) afin de compenser le dénivelé naturel du site.



Parcelle n°3 : extrait du plan de masse (Cabinet Dupont Rémy Miramon)

- Parcelle n°4 : 89 000 m²

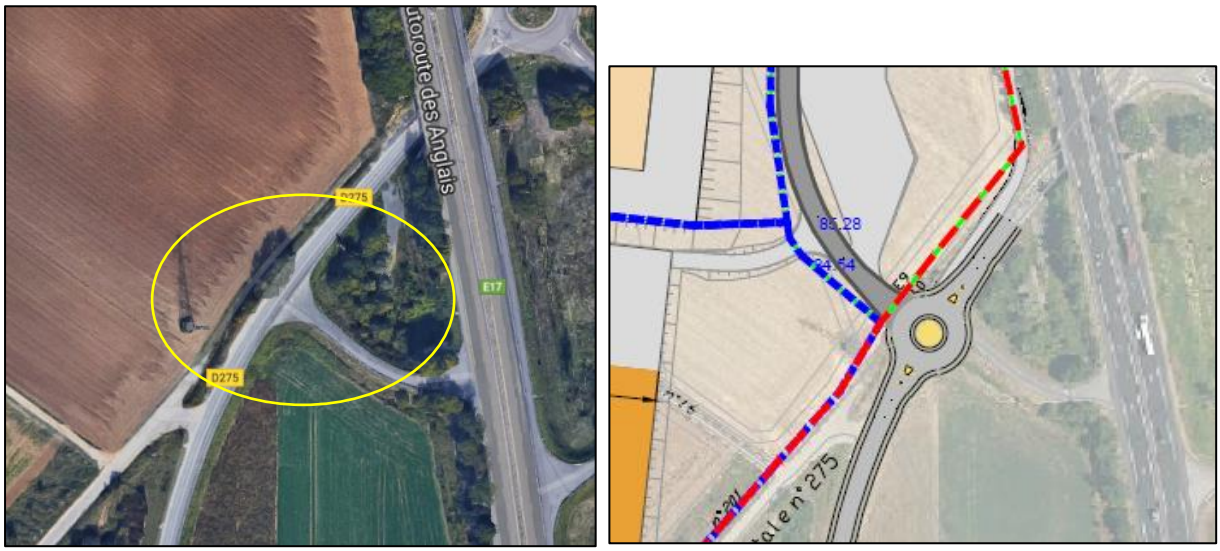
  - Construction de deux bâtiments d'activités de 16 000 m² chacun (soit 2 bâtiments de 200 * 80 m) ;
  - Voiries, parkings et zones logistiques de 21 000 m² ;
  - Présence d'un bassin d'infiltration des eaux au Sud ;
  - Création d'un talus en limites Est, Sud et Ouest afin de compenser le dénivelé naturel du site.



Parcelle n°4 : extrait du plan de masse (Cabinet Dupont Rémy Miramon)

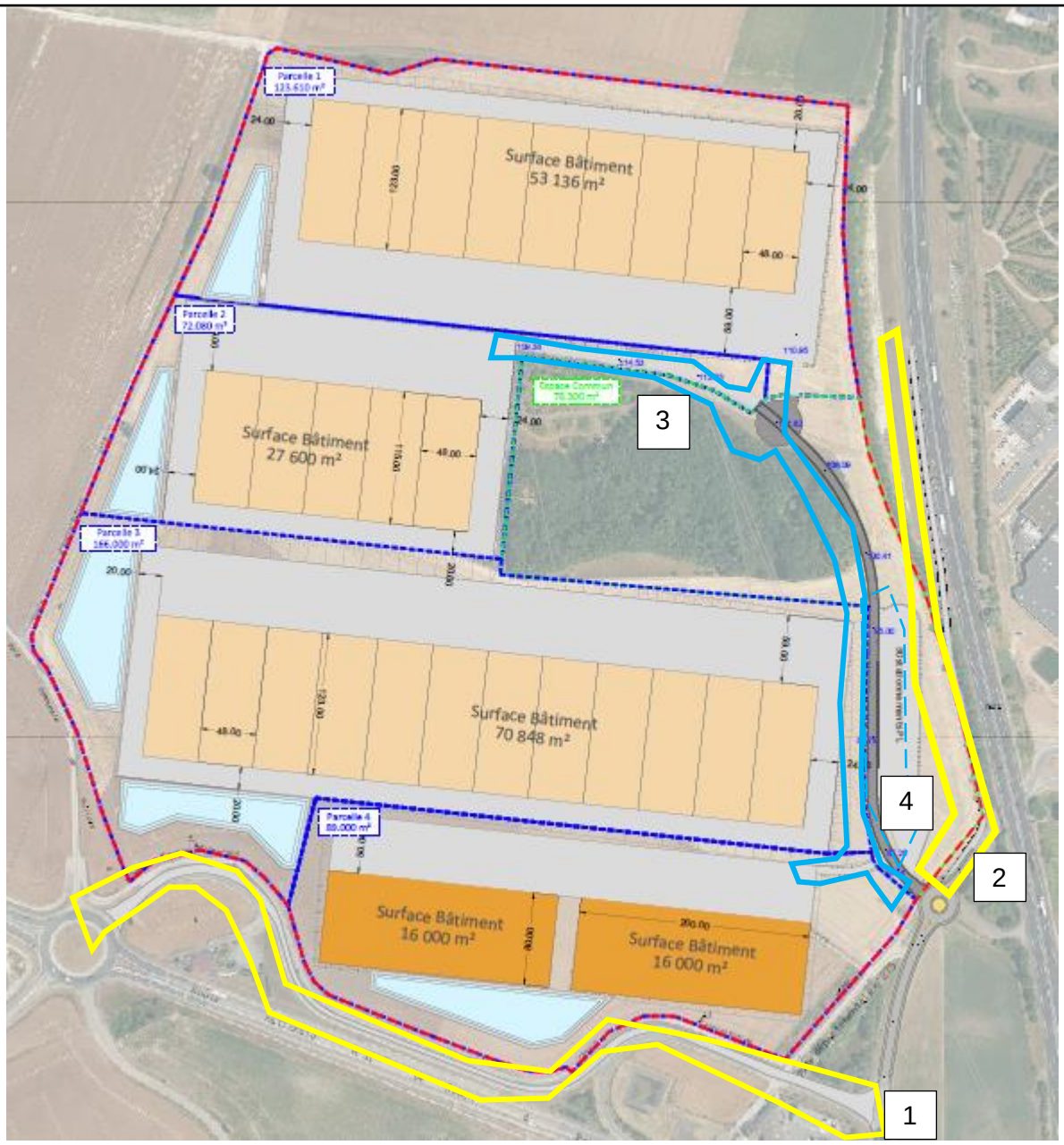
Le site sera desservi par des voiries à aménager et grâce à la modification d'un carrefour existant :

- Transformation du carrefour existant :



Transformation d'un carrefour plan en carrefour giratoire (Google Maps, Cabinet DRM)

- Création de voiries et de parkings :



Voirie de desserte et d'accès à la zone

Réaménagement de voies existantes, raccord vers les réseaux routiers actuels (1)

Création d'une entrée depuis l'A26 (2)

Voirie interne au projet

Création de zones de circulations desservant les parcelles (3)

Parkings PL (4)

Aménagement de voiries (Google Maps, Cabinet DRM)

La partie actuelle du site occupée par un bosquet dans la zone centre-Est sera conservée en tant qu'espace vert commun, d'une superficie de 78 300 m².

2.3.2. Sollicitations appliquées aux fondations et aux niveaux bas, trafic envisagé

Les sollicitations appliquées aux fondations et la classe de trafic des différentes voiries ne sont pas connues au stade actuel de l'étude. Il conviendra donc de s'assurer que les systèmes de fondations préconisés et les dispositions retenues sont compatibles avec les charges réellement apportées, les caractéristiques des ouvrages et la circulation envisagée.

Les descentes de charges du projet ne nous ont pas été communiquées. Par conséquent, les sollicitations vis-à-vis des ELS sont estimées par Ginger CEBTP, sous toutes réserves, à :

- charge verticale sur appuis isolés : 200 kN,
- charge verticale sur appuis continus : 50 kN/ml,
- surcharges d'exploitation uniformément réparties au niveau bas : 50 kPa (information communiquée par Cabinet Dupont Rémy Miramon).

La classe de trafic ne nous a pas été communiquée. Toutefois, la zone étant en partie (parcelle n°1 à n°3) soumise à des activités dites de « logistique » et à des zones d'activités (parcelle n°4), la circulation de poids lourd est estimée par Ginger CEBTP entre 350 et 700 PL/jour, soit une classe de trafic T1.

Dans le cas de charges réelles différentes des estimations ci-dessus, il conviendrait de revoir tout ou partie de nos conclusions.

2.3.3. Terrassements prévus

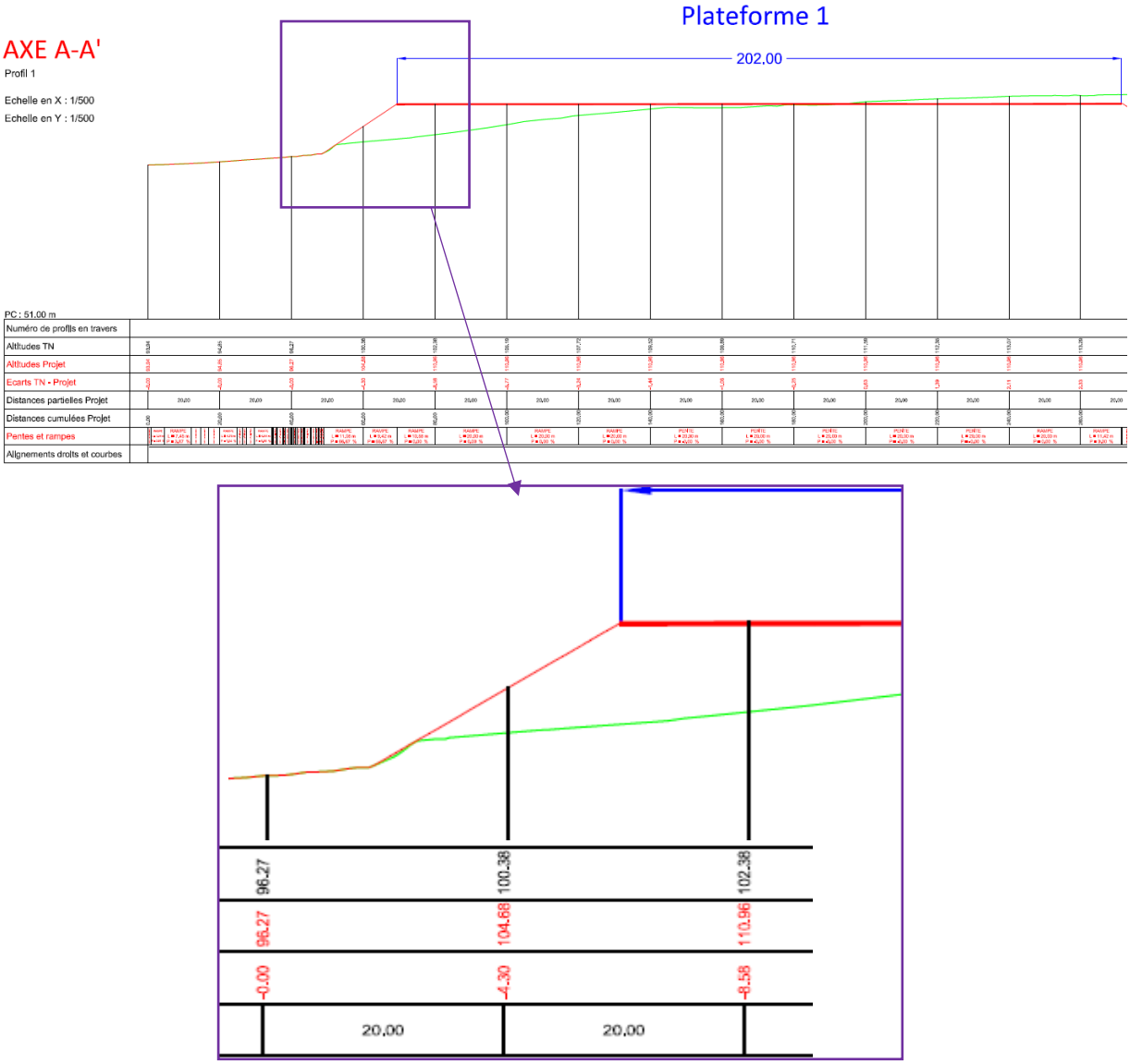
Les terrassements vont permettre l'insertion du projet dans le site. Ils seront extrêmement importants compte tenu des dénivelés de l'ordre de 30 m et des grandes distances des plateformes à aménager.

Ils vont porter sur la remise à niveau du terrain pour la création de voiries et de bâtiments. Ils seront réalisés en déblais/remblais et permettront d'avoir des niveaux de plateforme logistique quasi plats.

Des talus seront aménagés autour de certaines plateformes et entre les 4 parcelles étagées.

On présente ci-après les terrassements majeurs qui vont être réalisés, du Nord au Sud.
Le niveau fini de la parcelle n°1 (P1) est de 110.96 m. L'altitude du TN au droit de cette parcelle varie de 95 à 97 m NGF environ (à l'emplacement du futur bassin) puis de 101 à 113 m NGF environ au droit de la future plateforme. Il faudra donc créer un remblai à l'Ouest pour rattraper la cote finie, puis terrasser en déblai/remblai pour atteindre la cote 110.96 m NGF.
On obtient donc :

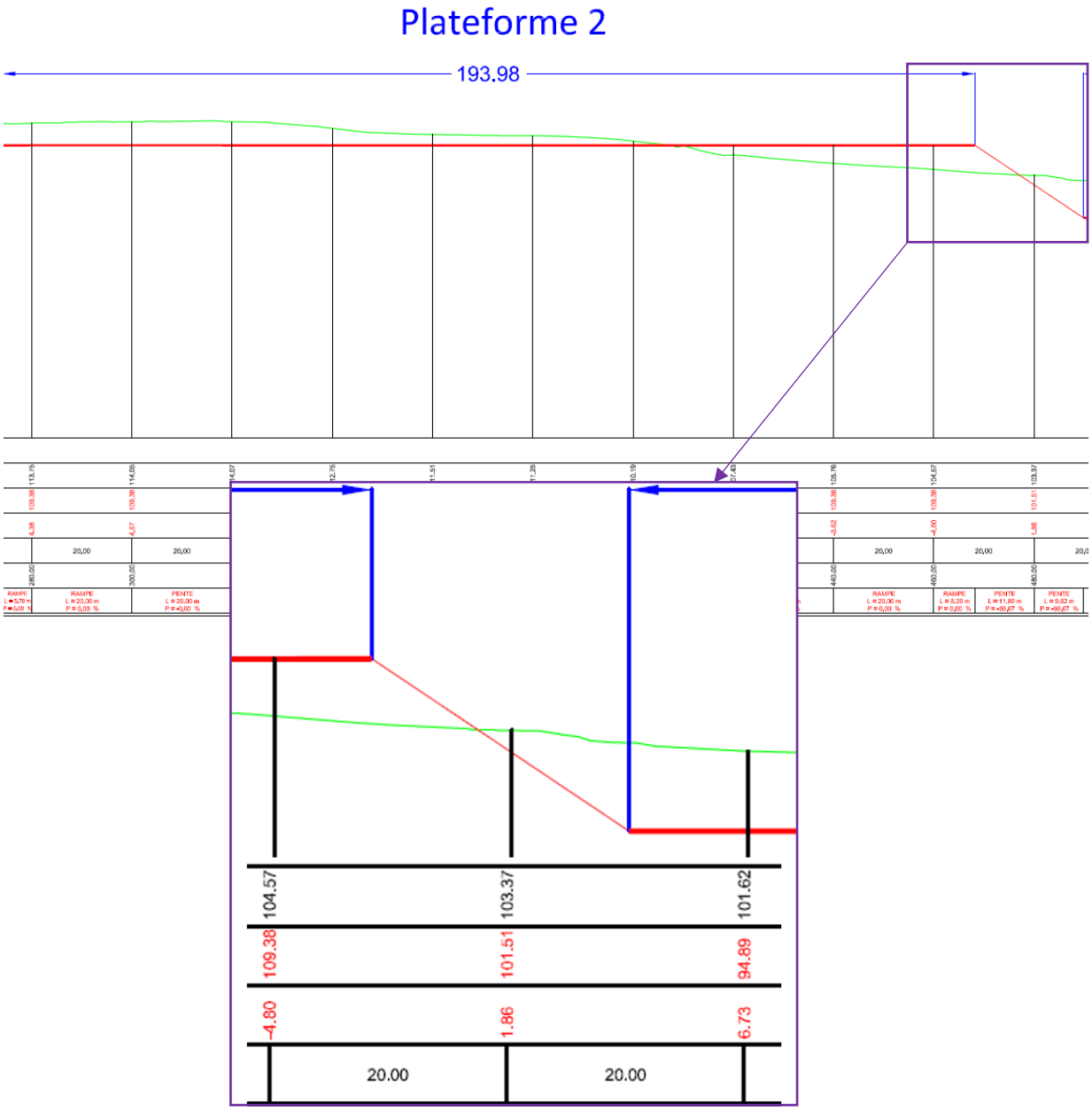
- Talus : niveau bas à 96.5 m NGF, niveau haut à 110.96 m ; emprise horizontale de 20 m : pente de 36° environ ;
- Remblais : de 0.65 à 14.5 m ;
- Déblais de 0.65 à 2.35 m.



Profil de terrassement Nord-Sud de la plateforme n°1 (Cabinet DRM)

Le niveau fini de la parcelle n°2 (P2) est de 109.38 m. L'altitude du TN au droit de cette parcelle varie de 102 à 114 m NGF environ. Il faudra donc terrasser en déblai/remblai pour atteindre la cote 109.38 m NGF puis créer un talus en partie Sud pour atteindre le niveau de la plateforme suivante.
On obtient donc :

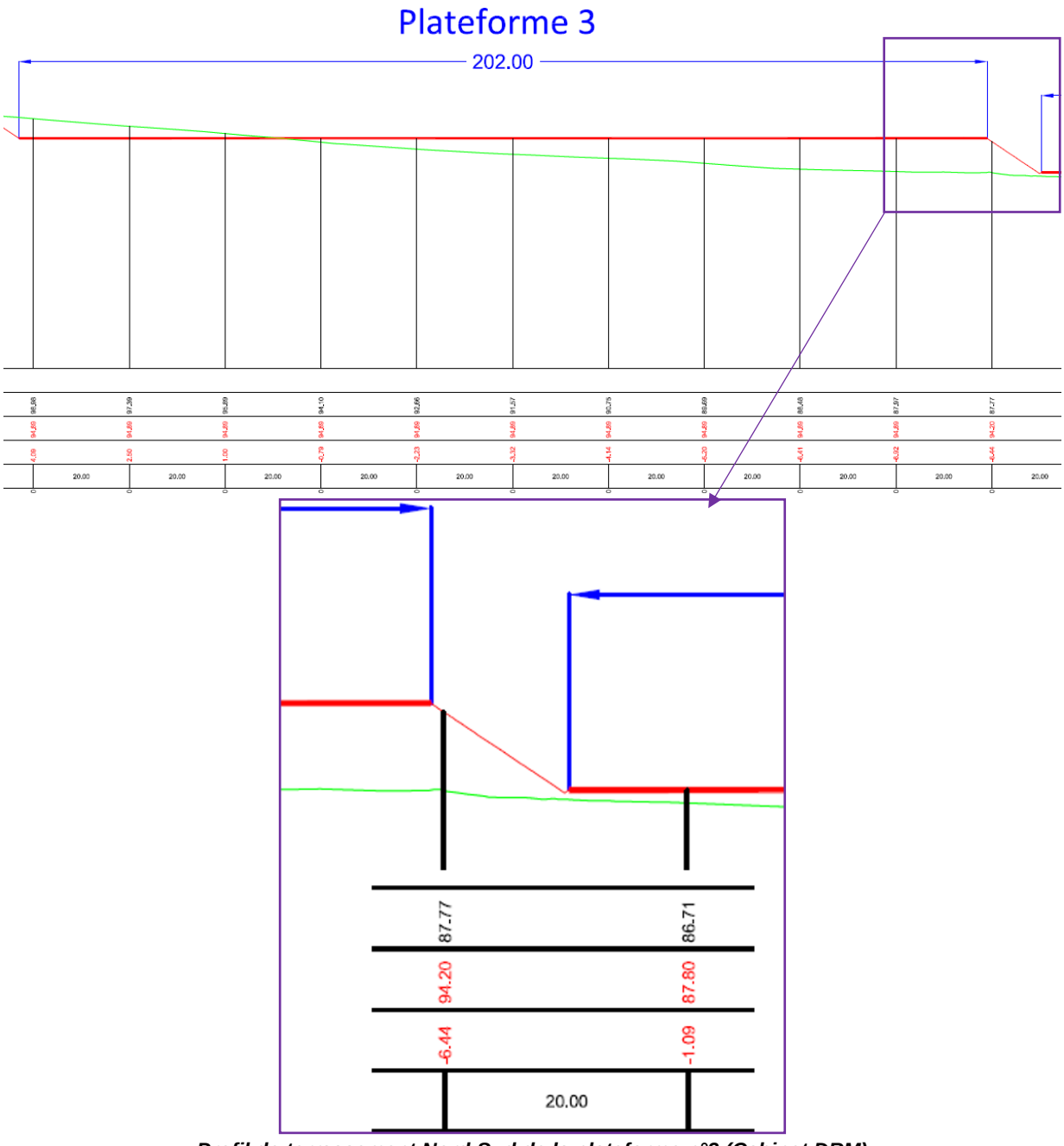
- Remblais : de 1.90 à 6.0 m ;
- Déblais de 0.80 à 4.70 m ;
- Talus : niveau bas à 94.89 m NGF, niveau haut à 109.38 m ; emprise horizontale de 23 m environ ; pente de 32° environ.



Profil de terrassement Nord-Sud de la plateforme n°2 (Cabinet DRM)

Le niveau fini de la parcelle n°3 (P3) est de 94.89 m. L'altitude du TN au droit de cette parcelle varie de 89 à 105 m NGF environ. Il faudra donc terrasser en déblai/remblai pour atteindre la cote 94.89 m NGF puis créer un talus en partie Sud pour atteindre la plateforme suivante.
On obtient donc :

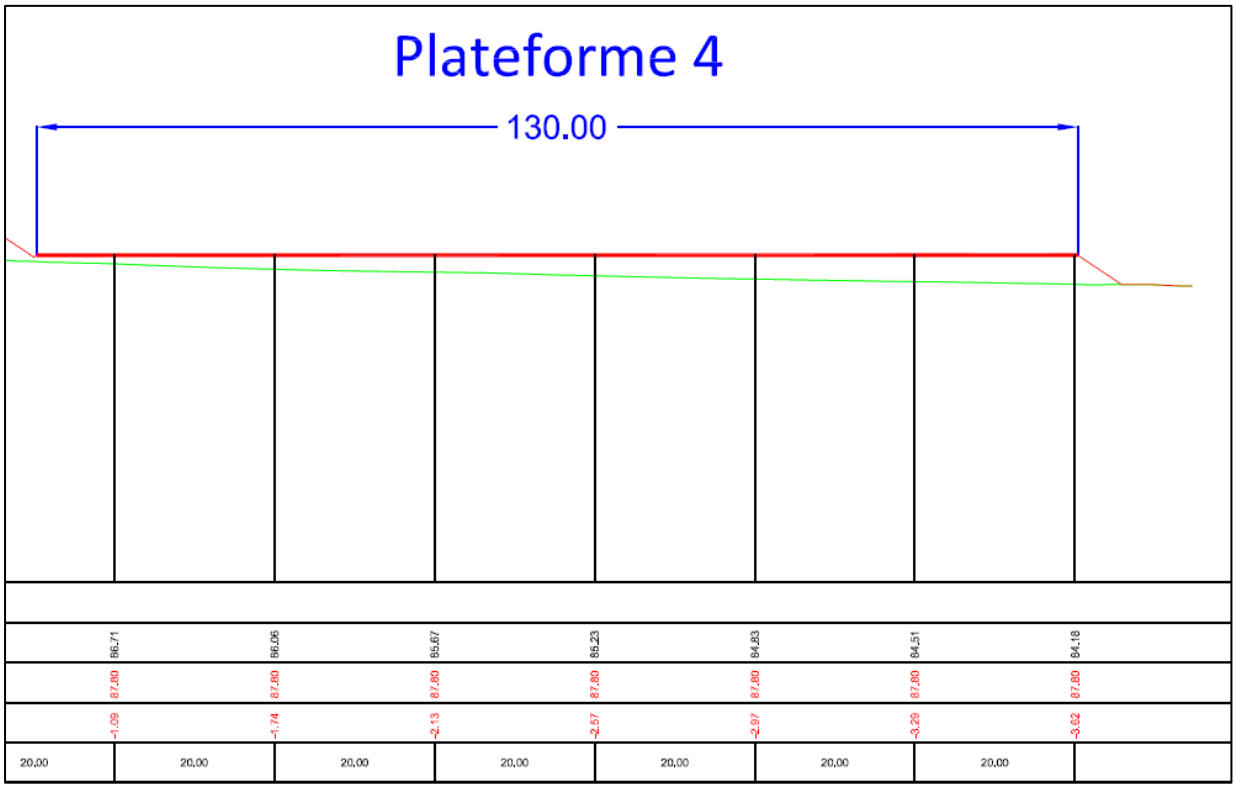
- Remblais : de 0.50 à 1.30 m ;
- Déblais de 0.50 à 8.41 m ;
- Talus : niveau bas à 87.80 m NGF, niveau haut à 94.89 m ; emprise horizontale de 10 m environ ; pente de 35° environ.



Profil de terrassement Nord-Sud de la plateforme n°3 (Cabinet DRM)

Le niveau fini de la parcelle n°4 (P4) est de 87.80 m. L'altitude du TN au droit de cette parcelle varie de 83 à 93 m NGF environ. Il faudra donc terrasser en remblai pour atteindre la cote 87.80 m NGF puis créer un talus encadrant la parcelle.
On obtient donc :

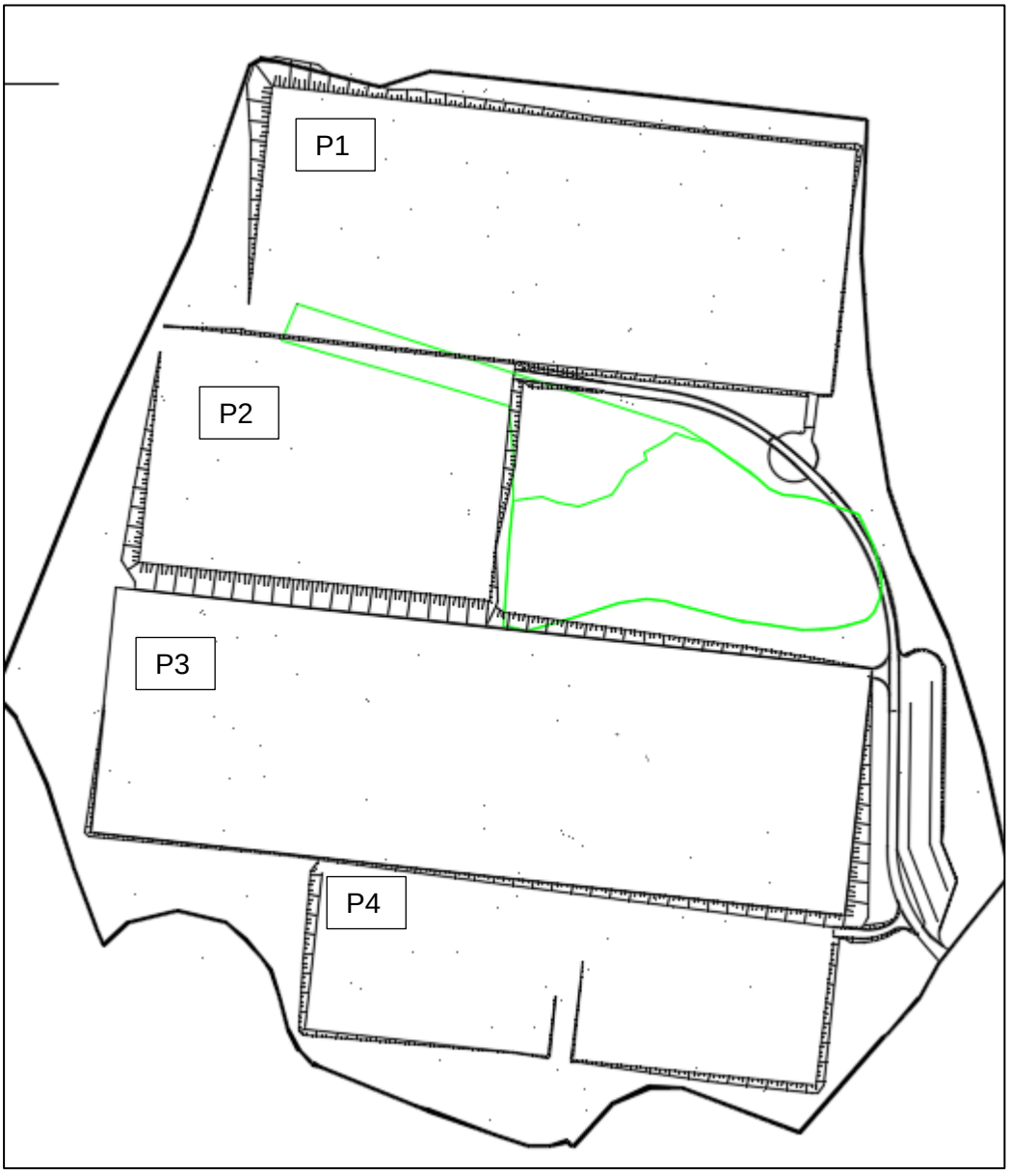
- Remblais : de 1.50 à 3.62 m ;
- Déblais (non visible sur la coupe fournie) : pourront atteindre 5.00 m de hauteur localement ;
- Talus : données non disponibles.



Profil de terrassement Nord-Sud de la plateforme n°3 (Cabinet DRM)

Les autres terrassements seront effectués en déblais pour insérer les fondations des bâtiments et les bassins. Les fondations prendront place soit dans le terrain naturel pour les zones non remblayées si les caractéristiques mécaniques des différents horizons traversés le permettent, soit dans les remblais si ces derniers sont correctement mis en œuvre et que leurs capacités sont vérifiées et permettront d'accueillir les fondations du projet.

Sur le schéma ci-après, vue de l'ensemble des talus et des voiries de la zone.



Aménagement du site : voiries et talus (Cabinet DRM)

2.4. Mission Ginger CEBTP

La mission de Ginger CEBTP est conforme au contrat n° NRE2.I.0330 du 04/05/2018.

Il s'agit d'une ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2) selon la norme AFNOR NF P 94-500 de novembre 2013 sur les missions d'ingénierie géotechnique. Plus précisément, compte tenu du niveau d'avancement du projet, notre mission s'intègre dans la phase *Avant-projet* (G2 AVP).

La mission comprend, conformément à la Norme NF P 94-500 de Novembre 2013 :

- la définition d'un programme d'investigations géotechniques spécifiques, sa réalisation ou son suivi technique, et l'exploitation des résultats,

- la réalisation d'un rapport donnant :
  - les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet,
  - les principes de construction envisageables (terrassements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations des sols, dispositions générales vis-à-vis des nappes et avoisinants),
  - une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique (fondations, voiries et bassins).

Cette étude ne comprend pas :

- La recherche de cavité,
- L'évolution hydrologique dans le temps,
- Les études de pollution, qui font l'objet d'un rapport complémentaire,
- La reconnaissance des anomalies géotechniques en dehors de l'emprise des investigations.

Il convient de rappeler que notre ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2) phase Avant-projet (G2 AVP) s'inscrit dans le cadre définit par la Norme NF P 94-500 de Novembre 2013 qui précise que la phase Avant-projet :

- Contribue à la mise au point de l'AVP ou de l'APD de l'ouvrage pour la part des ouvrages géotechniques,
- Elle peut compléter le modèle géologique et le contexte géotechnique,
- Elle définit les hypothèses géotechniques à prendre en compte à ce stade et les principes de constructions des ouvrages géotechniques (terrassements, pentes et talus,

fondations, assises des dallages et des voiries, améliorations des sols, dispositions générales vis-à-vis des nappes et des avoisinants),

- Elle fournit une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique, une première approche des quantités et conclut sur la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure gestion des risques géotechniques.

Les résultats de la mission G2 phase AVP, réalisée au stade de l'Avant-Projet, si cette mission n'est pas suivie d'une mission G2 phase PRO, ne peuvent pas être utilisés dans un DCE (Document de Consultation des Entreprises).

3. Investigations géotechniques

3.1. Préambule

Les moyens de reconnaissance et d'essais ont été définis par Ginger CEBTP en accord avec le client.

Les investigations prévues ont été en partie modifiées : en raison de la compacité des terrains superficiels, les essais Porchets qui sont réalisés dans des sondages manuels ont été remplacés par des essais MATSUOS (fosses à la pelle) après accord de la Maîtrise d'Œuvre. Toutefois, nous précisons que cette modification n'altère en rien la qualité technique de l'étude.

3.2. Implantation et nivellement

L'implantation des sondages et essais in situ figure sur le plan joint en annexe 2. Elle a été définie par le Cabinet Dupont Rémy Miramon qui nous a remis un plan d'implantation des sondages géoréférencé puis réalisée par Ginger CEBTP au GPS afin d'être au plus proche des points demandés par la Maîtrise d'Œuvre.

L'altitude des têtes de sondages correspond au niveau du terrain naturel au moment des investigations. Les coordonnées des têtes de sondages ont été relevées en X, Y et Z par Ginger CEBTP et sont fournies en annexe 2.

3.3. Sondages, essais et mesures in situ

3.3.1. Investigations in situ

Les investigations suivantes ont été réalisées :

Type de sondage	Quantité	Noms	Prof. / TN	Arrêt
Sondage semi destructif à la tarière hélicoïdale continue ∅ 63 mm	3	SP1 SP2 SP3	12.00 m 12.00 m 12.00 m	Volontaire Volontaire Volontaire
Exécution d'essais pressiométriques. Norme NF P94-110-1	24			
Puits à la mini-pelle	19	PU01	0.70 m	/

		PU02	0.65 m	/
		PU03	0.50 m	/
		PU04	0.50 m	/
		PU05	0.50 m	/
		PU06	0.60 m	/
		PU07	0.80 m	/
		PU08	0.65 m	/
		PU09	0.70 m	/
		PU10	0.70 m	/
		PU11	1.50 m	/
		PU12	1.50 m	/
		PU13	1.50 m	/
		PU14	1.50 m	/
		PU15	1.50 m	/
		PU16	1.50 m	/
		PU17	1.40 m	/
		PU18	2.00 m	/
		PU19	1.50 m	/
Essai au pénétromètre dynamique type DPSH-B Norme NF EN ISO 22476-2	6	PD1	Xx	
		PD2	12.00 m	Volontaire
		PD3	12.00 m	Volontaire
		PD4	12.00 m	Volontaire
		PD5	12.00 m	Volontaire
		PD6	12.00 m	Volontaire
Sondage semi destructif à la tarière hélicoïdale continue ∅ 63 mm **avec prélèvement d'échantillons**	66	TA1	3.00	Volontaire
		TA2	3.00	Volontaire
		TA3	3.00	Volontaire
		TA4	3.00	Volontaire
		TA5	3.00	Volontaire
		TA6	3.00	Volontaire
		TA7	3.00	Volontaire
		TA8	3.00	Volontaire
		TA9	3.00	Volontaire
		TA10	3.00	Volontaire
		TA11	3.00	Volontaire
		TA12	3.00	Volontaire
		TA13	3.00	Volontaire
		TA14	3.00	Volontaire
		TA15	3.00	Volontaire
		TA16	3.00	Volontaire
		TA17	3.00	Volontaire
		TA18	3.00	Volontaire

		TA19	3.00	Volontaire
		TA20	3.00	Volontaire
		TA21	3.00	Volontaire
		TA22	4.00	Volontaire
		TA23	3.00	Volontaire
		TA24	3.00	Volontaire
		TA25	3.00	Volontaire
		TA26	3.00	Volontaire
		TA27	3.00	Volontaire
		TA28	3.00	Volontaire
		TA29	3.00	Volontaire
		TA30	3.00	Volontaire
		TA31	3.00	Volontaire
		TA32	3.00	Volontaire
		TA33	3.00	Volontaire
		TA34	3.00	Volontaire
		TA35	3.00	Volontaire
		TA36	3.00	Volontaire
		TA37	3.00	Volontaire
		TA38	3.00	Volontaire
		TA39	3.00	Volontaire
		TA40	3.00	Volontaire
		TA41	3.00	Volontaire
		TA42	3.00	Volontaire
		TA43	3.00	Volontaire
		TA44	3.00	Volontaire
		TA45	3.00	Volontaire
		TA46	3.00	Volontaire
		TA47	3.00	Volontaire
		TA48	3.00	Volontaire
		TA49	3.00	Volontaire
		TA50	3.00	Volontaire
		TA51	3.00	Volontaire
		TA52	3.00	Volontaire
		TA53	3.40	Volontaire
		TA54	4.00	Volontaire
		TA55	3.00	Volontaire
		TA56	3.00	Volontaire
		TA57	3.00	Volontaire
		TA58	3.00	Volontaire
		TA59	3.00	Volontaire
		TA60	3.00	Volontaire

		TA61	3.00	Volontaire
		TA62	3.00	Volontaire
		TA63	3.00	Volontaire
		TA64	3.00	Volontaire
		TA65	3.00	Volontaire
		TA66	3.00	Volontaire
Essai au pénétromètre statique lourd de type PAGANI 200 kN Norme NF P94-113	70	PS 1	12.20	Volontaire
		PS 2	12.35	Volontaire
		PS 3	12.12	Volontaire
		PS 4	12.01	Volontaire
		PS 5	12.20	Volontaire
		PS 6	12.19	Volontaire
		PS 7	12.05	Volontaire
		PS 8	12.10	Volontaire
		PS 9	12.02	Volontaire
		PS 10	12.03	Volontaire
		PS 11	14.09	Volontaire
		PS 12	12.06	Volontaire
		PS 13	10.13	Refus
		PS 14	12.13	Volontaire
		PS 15	13.31	Volontaire
		PS 16	2.10	Refus
		PS16 BIS	12.33	Volontaire
		PS 17	12.35	Volontaire
		PS 18	12.51	Volontaire
		PS 19	8.10	Refus
		PS 20	12.02	Volontaire
		PS 21	12.60	Volontaire
		PS 22	12.21	Volontaire
		PS 23	12.04	Volontaire
		PS 24	12.02	Volontaire
		PS 25	1.21	Refus
		PS 25 BIS	1.45	Refus
		PS 25 TER	12.09	Volontaire
		PS 26	0.58	Refus
		PS 26 BIS	12.03	Volontaire
		PS 27	12.03	Volontaire
		PS 28	12.02	Volontaire
		PS 29	12.03	Volontaire
		PS 30	12.46	Volontaire
		PS 31	12.32	Volontaire
		PS 32	12.22	Volontaire

		PS 33	12.09	Volontaire
		PS 34	12.04	Volontaire
		PS 35	12.04	Volontaire
		PS 36	12.42	Volontaire
		PS 37	8.67	Refus
		PS 38	12.34	Volontaire
		PS 39	12.07	Volontaire
		PS 40	12.23	Volontaire
		PS 41	12.04	Volontaire
		PS 42	12.02	Volontaire
		PS 43	12.03	Volontaire
		PS 44	12.59	Volontaire
		PS 45	12.01	Volontaire
		PS 46	12.60	Volontaire
		PS 47	12.03	Volontaire
		PS 48	12.13	Volontaire
		PS 49	12.02	Volontaire
		PS 50	12.02	Volontaire
		PS 51	12.02	Volontaire
		PS 52	12.02	Volontaire
		PS 53	12.02	Volontaire
		PS 54	12.02	Volontaire
		PS 55	12.01	Volontaire
		PS 56	12.02	Volontaire
		PS 57	12.03	Volontaire
		PS 58	12.13	Volontaire
		PS 59	12.30	Volontaire
		PS 60	12.03	Volontaire
		PS 61	12.02	Volontaire
		PS 62	12.03	Volontaire
		PS 63	12.02	Volontaire
		PS 64	12.02	Volontaire
		PS 65	12.04	Volontaire
		PS 66	12.04	Volontaire

La profondeur des sondages est conforme par rapport à celle définie au contrat.

Les sondages à la tarière ont été menés au toit de la craie et pour les sondages au pénétromètre statique ayant rencontrés un refus précoce, le sondage a été refait.

Les coupes des sondages, les pressiogrammes et les pénétrogrammes statiques et dynamiques sont présentés en annexes 3, 4, 5 et 6, où l'on trouvera en particulier les renseignements décrits ci-après :

- **Sondages semi-destructifs à la tarière continue :**
  - coupe des sols,
  - résultats éventuels des essais pressiométriques (SP1 à SP3),
  - coupes des piézomètres mis en place (PZ1 à PZ3).

- **Essais pressiométriques :**
  - module pressiométrique : E_M (MPa),
  - pression limite nette : p_l^* (MPa),
  - pression de fluage nette p_f^* (MPa),
  - rapport E_M/p_l^*.

- **Essais au pénétromètre dynamique type DPSH-B :**
  - diagramme donnant la résistance dynamique qd en fonction de la profondeur et calculée selon la formule des Hollandais
  - coupe approximative des sols[2] éventuelle.

- **Essais au pénétromètre statique PAGANI 200 kN :**
  - diagramme donnant la résistance statique qc (MPa) en fonction de la profondeur,
  - diagramme donnant le frottement latéral sur le manchon fs en MPa
  - diagramme donnant le rapport de frottement fs/qc = Rf en %.

- **Puits de reconnaissance à la pelle :**
  - coupe détaillée des sols,
  - prélèvements d'échantillons remaniés,
  - photographies éventuelle de la fouille et des sols extraits.

Ces paramètres sont portés directement sur les coupes de forage.

L'interprétation des sols à partir des essais de pénétration dynamique est faite en fonction des courbes de pénétration et par extrapolation avec les autres investigations.

Nota : les feuilles de sondages peuvent également contenir des informations complémentaires dont les niveaux d'eau éventuels, les incidents de forage, etc…

3.3.2. Essais de perméabilité in situ

Les essais suivants ont été réalisés :

Type d'essai de perméabilité in situ	Dénomination	Sondage de référence	Prof. / TN
Essai Matsuo	M01	PU01	0.20 – 0.70 m
	M02	PU02	0.10 – 0.65 m
	M03	PU03	0.30 – 0.50 m
	M04	PU04	0.30 – 0.50 m
	M05	PU05	0.20 – 0.50 m
	M06	PU06	0.20 – 0.60 m
	M07	PU07	0.30 – 0.80 m
	M08	PU08	0.21 – 0.65 m
	M09	PU09	0.29 – 0.70 m
	M10	PU10	0.36 – 0.70 m
	PO01	PU11	1.20 – 1.50 m
	PO02	PU12	1.30 – 1.50 m
	PO03	PU13	1.30 – 1.50 m
	PO04	PU14	1.20 – 1.50 m
	PO05	PU15	1.05 – 1.50 m
	PO06	PU16	1.20 – 1.50 m
	PO07	PU17	0.81 – 1.40 m
	PO08	PU18	1.50 – 2.00 m
	PO09	PU19	0.84 – 1.50 m

3.3.3. Piézométrie

Les équipements suivants ont été mis en place :

Equipement piézométrique	Sondage de référence	Prof. / TN
Tube piézométrique définitif à tube ouvert Norme NF P94-157-1	PZ1	12.00 m
	PZ2	12.00 m
	PZ3	12.00 m

Les relevés des niveaux d'eau effectués ainsi que le détail des équipements mis en place sont indiqués sur les coupes de forage correspondantes.

3.4. Essais en laboratoire

Les essais suivants ont été réalisés :

Identification des sols	Nombre	Norme
Teneur en eau pondérale W	10	NF P94-050
Analyse granulométrique par tamisage	10	NF P94-056
Valeur au bleu du sol (VBS)	10	NF P94-068
Classification des sols (GTR)	10	NF P11-300
Indice Portant Immédiat (IPI)	10	NF P94-078
Caractéristiques mécaniques	Nombre	Norme
Aptitudes au traitement à la chaux et au liant	1	NF P94-100
Aptitudes au traitement à la chaux uniquement	3	NF P94-100

Nota : les prélèvements d'échantillons sont la propriété du client. Ils seront conservés pendant un mois à compter de l'envoi du rapport. S'il le souhaite, le client pourra donc soit récupérer ses prélèvements, soit demander à ce qu'ils soient conservés. A défaut de demande expresse, les prélèvements seront mis au rebut.

4. Synthèse des investigations

4.1. Examen spécifique du site

On s'attend à rencontrer différents secteurs géologiques sur le terrain étudié :

- Sables et limons en partie Nord, notamment au niveau de la butte, sur des épaisseurs variables,
- Substratum crayeux en partie Sud.

Les épaisseurs de terre végétale pourront varier localement en fonction de la végétation du site (surépaisseurs dans les zones boisées par exemple).

Des circulations d'eau ponctuelles ne sont pas exclues dans les limons superficiels et les sables. Il est probable de rencontrer l'aquifère de la craie à des profondeurs variables sur le terrain.

4.2. Modèle géologique général

Cette synthèse devra être confirmée dans la mission d'étude géotechnique de conception G2 PRO.

4.2.1. Lithologie

A noter que la profondeur des formations est donnée par rapport au terrain naturel tel qu'il était au moment de la reconnaissance.

L'analyse et la synthèse des résultats des investigations réalisées ont permis de dresser la coupe géotechnique schématique suivante :

Formation n°1 **: terre végétale, son épaisseur peut varier localement, notamment dans les zones boisées**
Epaisseur : 0.10 m environ

Formation n°2a **: Limon marron, quelques cailloutis de craie, aux caractéristiques mécaniques faibles à médiocres.**
Profondeur : de 0.10 à 2.80/7.00 m,

Caractéristiques géotechniques :

- Résistance de pointe (qc) : 1.0 à 17.0 MPa, avec des pics à 20 MPa.

Formation n°2b **: limons sableux à sables limoneux, très présents sur l'ensemble du site. Ils présentent parfois des passées à dominante sableuse (PS12, PU11, PU13). Leurs caractéristiques mécaniques sont hétérogènes, avec des passages très compressibles et des zones compactes.**
Profondeur : de 0.10/1.50 à 0.60/8.10 m,

Caractéristiques géotechniques :

- Pression limite (p_l) : de 0.84 à 1.84 MPa ;
- Module pressiométrique (E_M) : de 16.0 à 53.0 MPa ;
- Résistance de pointe (qd) : de 2.00 à 7.00 MPa avec quelques pics.
- Résistance de pointe (qc) : 1.0 à 20.0 MPa, avec des pics au-delà de 30 MPa.

Formation n°3 **: argile, à passées sableuses, rarement sable argileux, de couleur marron à nuances rouille et brique. Cette argile contient des silex et on la retrouve en partie Nord du site uniquement. Globalement elle présente des caractéristiques mécaniques plutôt bonnes.**
Profondeur : de 0.60/2.30 à 3.60/9.00 m,

Caractéristiques géotechniques :

- Résistance de pointe (qc) : 2.0 à 20.0 MPa, avec des pics au-delà de 30 MPa.

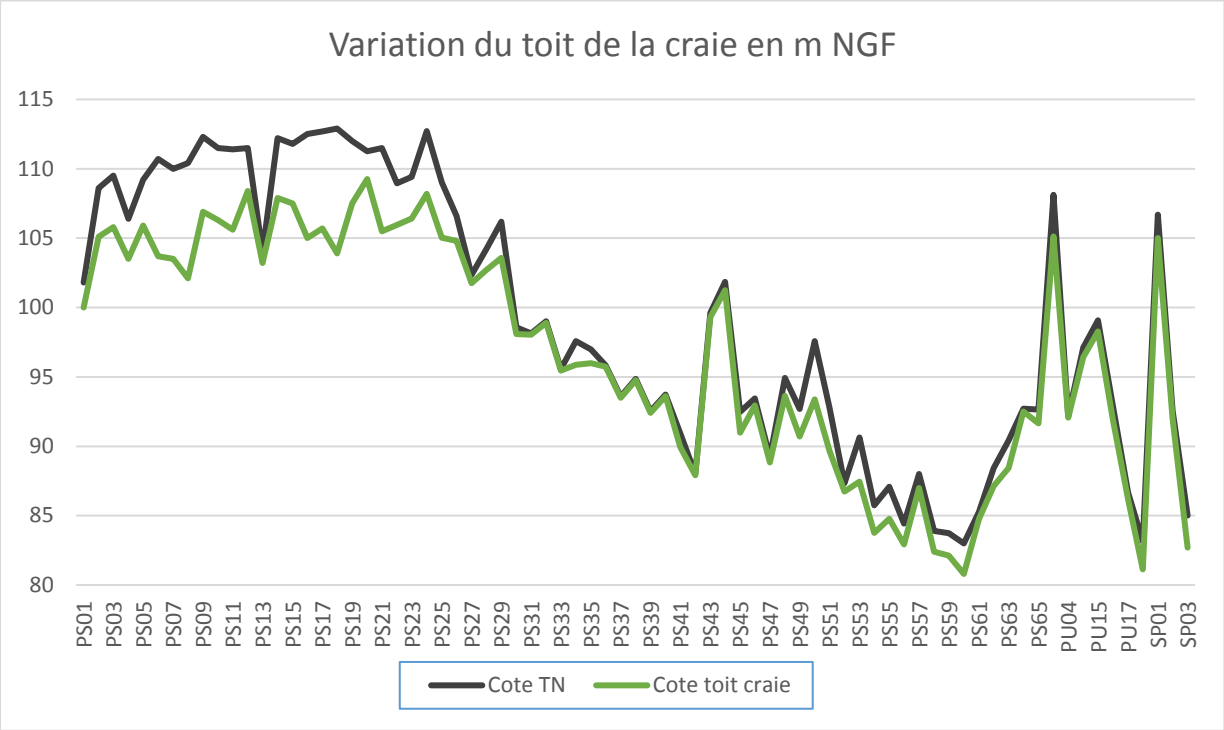
Formation n°4 **: craie beige à blanche, parfois grisâtre, aux caractéristiques mécaniques très hétérogènes. Elle est parfois caractérisée par des passées limoneuses ou sableuses en tête de formation**
Profondeur : de 0.10/9.00 à 12.00 m, profondeur maximale atteinte par nos sondages

Caractéristiques géotechniques :

- Pression limite (p_l) : de 0.82 à 4.05 MPa ;
- Module pressiométrique (E_M) : de 5.0 à 81.0 MPa ;
- Résistance de pointe (qd) : 3.00 à 11.00 MPa avec quelques pics au-delà de 25.00 MPa.
- Résistance de pointe (qc) : >1.0 à 20.0 MPa, avec des pics au-delà de 30 MPa.

D'après les observations faites à plusieurs reprises au niveau de la craie sur la zone étudiée, il apparait assez régulièrement que cette dernière formation présente de bonnes caractéristiques en tête et notamment dans le secteur Sud-Est.

Le graphique suivant présente les variations de profondeur du toit de la craie en m NGF.

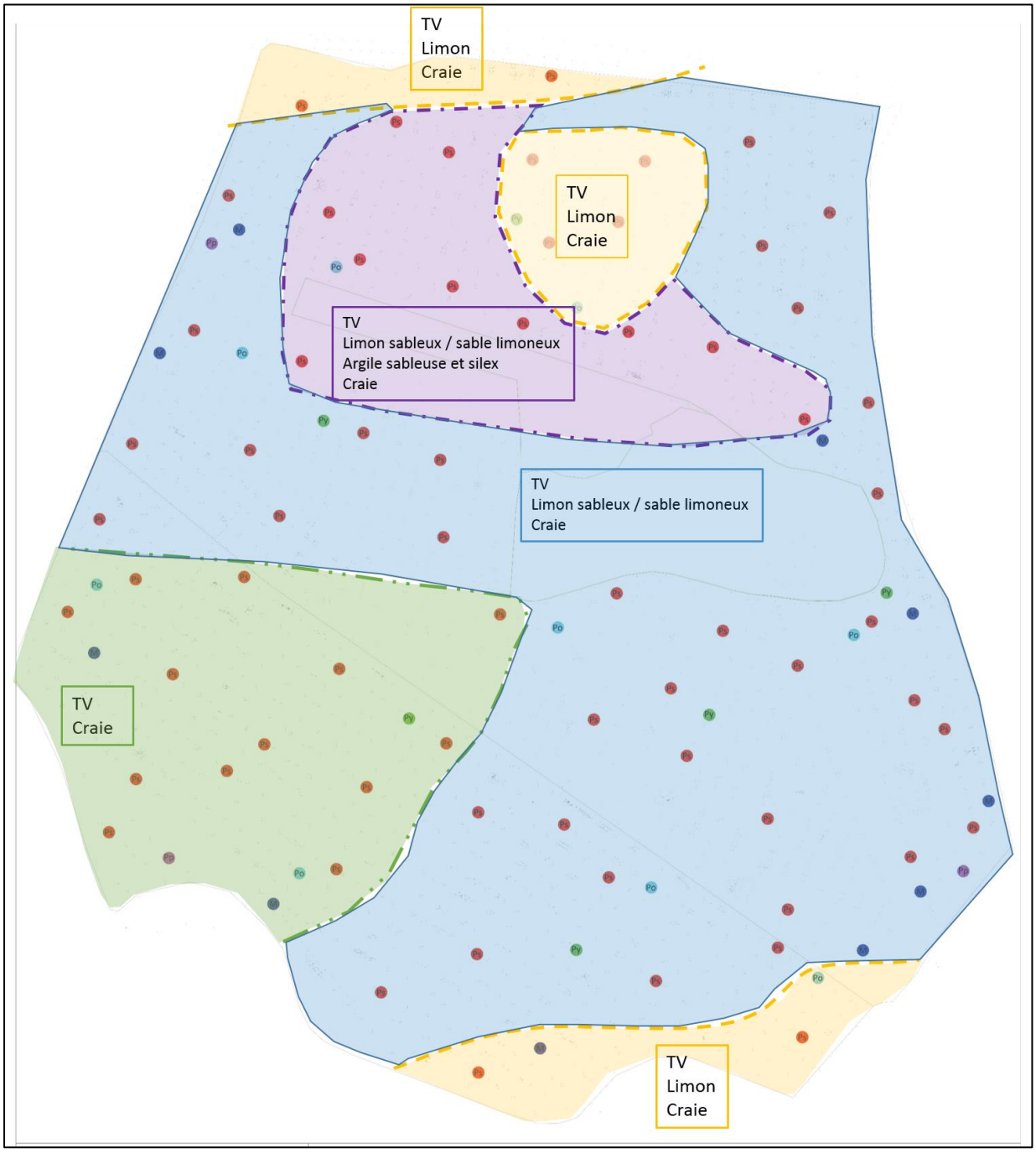


Calcul de la profondeur du toit de la craie (en vert) par rapport au TN (en gris)

Le tableau suivant synthétise les caractéristiques géomécaniques des formations rencontrées :

		Pl* (MPa)			EM (MPa)		
Formation / type de sol	Nombre d'essais	Min	Max	Moyenne géométrique	Min	Max	Moyenne harmonique
2b – Limon sableux	2	0.84	1.84	1.24	16.0	53.0	24.6
4 – Craie	22	0.82	4.05	2.10	5.0	81.0	22.5

La carte ci-après représente les grandes zones identifiées. Les limites sont arbitraires et ne sont là que pour donner une idée de la délimitation du terrain étudié.



Extrapolation représentant les grands ensembles lithologiques rencontrés sur le terrain

Remarques :

- nous rappelons qu'il n'est pas toujours évident de distinguer les variations horizontales et/ou verticales éventuelles, inhérentes aux changements de faciès, compte tenu de la surface investiguée par rapport à celle concernée par le projet. De ce fait, les caractéristiques indiquées précédemment ont un caractère représentatif mais non absolu ;

- les essais de pénétration dynamique et statique des sols étant des sondages dits « aveugles », la géologie des terrains ainsi que les limites de couches sont interprétées ou extrapolées à partir des diagrammes et notamment des valeurs de compacité du sol. La nature des terrains et leur compacité devront, par conséquent, être confirmées lors des travaux.

4.2.2. Caractéristiques physiques des sols

Les procès-verbaux des essais en laboratoire sont insérés en annexe 7. Les résultats de ces essais sont synthétisés ci-après.

Dans le tableau ci-dessous sont reportés les résultats des **essais d'identification** sur matériaux non rocheux :

Référence échantillon	Formation / type de sol	Prof. (m) échantillon	W (%)	VBS	Tamisat < 80 µm	IPI	Classe G.T.R.
PU03	– Graveluche	0.90 – 1.10	22.0	0.35	44.4	29	A1 s
PU05	Limon marron et craie	0.80 – 1.00	10.8	1.56	76.3	32	A1 s
PU06	– Graveluche	1.50	22.9	0.42	48.5	21	A1 m
PU07	- Limon marron	1.00 – 1.30	13.0	2.15	89.5	22	A1 m
PU08	- Limon marron	1.50	11.6	1.45	86.2	24	A1 m
PU17	- Craie beige	1.00 – 1.80	21.3	0.39	48.9	32	A1 s
PU18	Limon marron et craie	0.50 – 1.00	12.0	2.02	68.1	23	A1 m
PU18	Limon crayeux beige	1.00 – 1.50	14.7	0.90	53.8	43	A1 s
PU18	Limon crayeux beige	1.50 – 2.00	14.9	0.61	50.3	33	A1 s
PU19	Limon sableux très fin	1.00 – 1.30	14.3	1.37	75.6	36	A1 s

Légende :

W : Teneur en eau pondérale
VBS : Valeur au Bleu du Sol
IPI : Indice Portant Immédiat
GTR : Guide des Terrassements et Routes

Remarque : les échantillons ont été prélevés pendant une période de sécheresse. L'état hydrique des matériaux est susceptible de varier fortement selon la période de travaux.

Une **étude d'aptitude au traitement des matériaux** (chaux + liant et chaux uniquement) a été réalisée sur 4 échantillons.

Les produits de traitements utilisés sont :

- Chaux à 2%,
  - Craie beige (PU06, PU16),
  - Limon crayeux (PU15)

- Chaux à 2% + liant hydraulique spécial craie (ROC SC) à 6%,
  - Craie beige (PU14).

Le tableau suivant récapitule les résultats de ces tests :

Référence échantillon	Formation / type de sol	W (%)	Masse volumique humide (Mg/m³)	Gonflement volumique à 7 jours (%)	Résistance en compression diamétrale (MPa)
PU06	Craie beige	24.3	1.93	0.8	/
PU14	Craie beige	25.8	1.88	4.9	0.20
PU15	Limon crayeux	18.8	1.92	0.5	/
PU16	Craie beige	24.5	1.90	0.5	//

D'après la norme NF P94-100 – Annexe A, les critères de jugement sont les suivants :

Type de traitement	Aptitude du matériau au traitement	Paramètres considérés	
		Gonflement volumique 7j (%) Gv	Résistance en compression diamétrale Rtb (MPa)
Traitement avec un liant hydraulique éventuellement associé à la chaux	Adapté	< 5	> 0.2
	Douteux	5 < GV 7j % < 10	0.1< Rtb < 0.2
	Inadapté	> 10	< 0.1
Traitement à la chaux seule	Adapté	< 5	Paramètre non considéré pour ce type de traitement du fait de la lenteur de la prise pouzzolanique
	Douteux	5 < GV 7j % < 10	
	Inadapté	> 10	

Les mesures de gonflement volumique donnent des valeurs faibles, inférieures à 5 %, ce qui signifie que les matériaux crayeux et limoneux testés sont **adaptés au traitement à la chaux**.

La moyenne des résistances à la compression diamétrale est égale à 0.2 MPa, ce qui signifie que pour le dosage considéré, les matériaux crayeux testés sont **adaptés au traitement**.

Par conséquent, lorsque les PST seront constituées de limons et de limons sableux de type A1, des traitements à la chaux et au liant seront envisageables afin de réduire la teneur en eau et d'améliorer la portance et la classe d'arase, voire de réaliser la couche de forme.

Nota : les prélèvements d'échantillons sont la propriété du client. Ils seront conservés pendant un mois à compter de l'envoi du rapport. S'il le souhaite, le client pourra donc soit récupérer ses prélèvements, soit demander à ce qu'ils soient conservés. A défaut de demande expresse, les prélèvements seront mis au rebut.

4.3. Contexte hydrogéologique général

4.3.1. Piézométrie

Aucune arrivée d'eau n'a été observée dans les sondages pénétrométriques et dans les sondages à la pelle lors des investigations en aout et septembre 2018. Toutefois, des circulations d'eau ponctuelles ne sont pas à exclure au sein des formations superficielles ou même dans la craie notamment en cas de précipitations.
De plus, nous précisons que les investigations ont été réalisées suite à une longue période de sécheresse.

Dans les piézomètres, les niveaux d'eau relevés ont été rencontrés à une profondeur comprise entre 7.00 et 11.00 m au moment des investigations en aout 2018. Toutefois, ces niveaux d'eau ne préjugent pas du niveau statique de la nappe de la craie. En effet, nous rappelons que les forages SP1 à SP3 ayant été réalisé à l'eau, ils peuvent être biaisés par la présence de liquide résiduel de forage.

Pour mieux préciser le niveau d'eau, il conviendra d'effectuer un suivi piézométrique basé sur des mesures périodiques (une fois par mois) du niveau d'eau dans les piézomètres mis en place dans les sondages PZ1 à PZ3, sur une durée d'au moins 6 mois.

Cette recherche et le suivi piézométrique ne font pas partie de la présente mission et devront faire l'objet d'une mission complémentaire dans le cadre d'une étude en phase projet (G2 PRO).

Par ailleurs, il peut exister des circulations d'eau anarchiques / ponctuelles qui n'ont pas été détectées par les sondages.

Enfin, n'ayant pas d'informations sur les niveaux prévisibles des niveaux d'eau, seule une mission complémentaire permettra de préciser cette altitude.

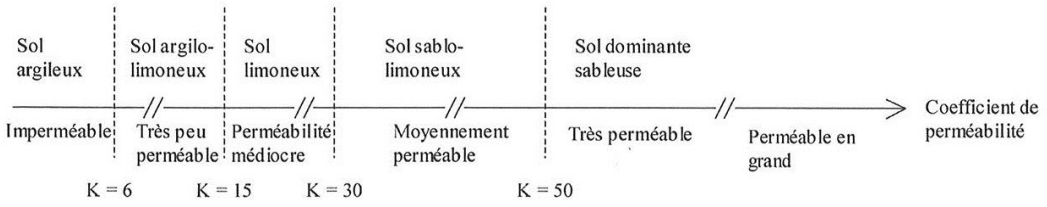
4.3.2. Perméabilité

Afin d'estimer l'ordre de grandeur de la perméabilité des terrains en place, des essais de perméabilité relatifs aux normes ISO 22282-2 à 6, adaptés au site et au projet, ont été réalisés. Les résultats de ces essais de perméabilité sont donnés dans le tableau ci-dessous :

Sondage	Formation	Nature du sol	Profondeur de l'essai	Coefficient de perméabilité K	
				m/s	mm/h
M01	2b	Limon sableux	0.20 – 0.70 m	$1*10^{-4}$	360
M02	2b	Limon sableux	0.10 – 0.65 m	$3*10^{-5}$	108
M03	2a/4	Limon et craie	0.30 – 0.50 m	$1*10^{-5}$	36
M04	4	Craie	0.30 – 0.50 m	$1*10^{-5}$	36
M05	2b	Limon	0.20 – 0.50 m	$4*10^{-5}$	144
M06	2b	Limon	0.20 – 0.60 m	$3*10^{-5}$	108
M07	2b	Limon	0.30 – 0.80 m	$2*10^{-5}$	72
M08	2a	Limon	0.21 – 0.65 m	$1*10^{-5}$	36
M09	2b	Limon	0.29 – 0.70 m	$3*10^{-5}$	108
M10	2a	Limon	0.36 – 0.70 m	$6*10^{-6}$	21.6
PO01	2b	Sable	1.20 – 1.50 m	$4*10^{-5}$	144
PO02	2a	Limon	1.30 – 1.50 m	$4*10^{-6}$	14.4
PO03	2b	Sable	1.30 – 1.50 m	$2*10^{-5}$	72
PO04	4	Craie	1.20 – 1.50 m	$9*10^{-5}$	324
PO05	4	Craie	1.05 – 1.50 m	$7*10^{-6}$	25.2
PO06	4	Craie	1.20 – 1.50 m	$7*10^{-6}$	25.2
PO07	4	Craie	0.81 – 1.40 m	$6*10^{-6}$	21.6
PO08	2a/4	Limon crayeux	1.50 – 2.00 m	$8*10^{-6}$	28.8
PO09	2a/4	Limon sableux	0.84 – 1.50 m	$8*10^{-6}$	28.8

Les valeurs de perméabilité sont très variables, de médiocres à très élevées.

Les termes utilisés dans ce paragraphe sont ceux utilisés dans la norme XP DTU 64.1 P1-1 : Mise en œuvre des dispositifs d'assainissement non collectif, dont le tableau récapitulatif (page 19) est présenté ci-dessous (k exprimé en mm/h).



Remarque importante : nous rappelons qu'il s'agit d'essais ponctuels mesurant la perméabilité sur une surface très limitée par rapport au terrain étudié. Des variations latérales ne sont donc pas exclues.

4.3.3. Inondabilité

D'après les données issues du BRGM, la parcelle n'est pas sujette au débordement de nappe ni aux inondations de cave, sauf au niveau de l'extrême Sud-Est de la parcelle qui est potentiellement sujet à ces risques.

Par ailleurs des informations précises sur le risque réel d'inondation peuvent être fournies dans les documents d'urbanisme (P.L.U.) et dépendent des travaux de protection réalisés, donc susceptibles de varier dans le temps. S'agissant de données d'aménagement hydraulique et non de données hydrogéologiques, elles ne font pas partie de notre mission d'étude géotechnique.

5. Principes généraux de construction en phase avant-projet

5.1. Analyse du contexte et principes d'adaptation

Compte-tenu de ce qui a été indiqué dans les paragraphes précédents, les points essentiels ci-dessous sont à prendre en compte et conduiront les choix d'adaptation du projet :

5.1.1. Contexte géologique et géotechnique

Les sondages ont mis en évidence :

- des formations superficielles : les limons et limons sableux (formation n°2), qui peuvent parfois présenter des surépaisseurs, notamment dans le coin Nord-Est du site. Cet ensemble limono-sableux présente globalement des caractéristiques faibles à médiocres, mais quelques passages surconsolidés peuvent être observés dans les limons sableux ;
- des formations intermédiaires telles les argiles plus ou moins sableuses, aux teintes rouille et brique, contenant des silex. Cette formation présente globalement d'assez bonnes caractéristiques mécaniques (sauf parfois sur les premiers 30-50 centimètres de la formation) ;
- la formation crayeuse, très hétérogène, dont le toit est rencontré entre 0.10 et 9.00 m de profondeur/TN et dont les caractéristiques mécaniques peuvent être très bonnes comme très faibles ;
- un niveau d'eau dans les piézomètres variant entre 71.1 m NGF et 99.7 m NGF lors des reconnaissances en aout 2018.

Les analyses en laboratoire mettent en évidence que les sols des formations rencontrées (limons et craie notamment) sont assimilables à des matériaux de classe A1 dans un état hydrique moyen à sec au moment des investigations.

Les sols crayeux, limono-crayeux et limono-sableux sont aptes au traitement pour les teneurs en chaux et liants testées (voir paragraphe précédent).

Les essais de perméabilité ont mis en évidence des résultats variables selon la nature du terrain :

- les limons et la craie présentent une perméabilité globalement médiocre (7 valeurs K < 30 mm/h) à moyenne ((K < 30 mm/h) < 3 valeurs < (K < 50 mm/h)),
- les limons sableux à sables limoneux présentent une perméabilité élevée (K > 50 mm/h).

5.1.2. Projet

Le projet porte sur la construction d'une zone d'activité logistique de près de 53 hectares. Pour cela, il est prévu de scinder le terrain actuel en 4 parcelles étagées :

- **Parcelle n°1 : 126 610 m²**
  - Construction d'un bâtiment logistique et/ou industriel de 53 136 m² (soit 9 cellules de 123 * 48 m) ;
  - Voiries, parkings et zones logistiques de 39 784 m² ;
  - Présence d'un bassin d'infiltration des eaux ;
  - Création d'un talus en limite Nord-Ouest afin de compenser le dénivelé naturel du site.

- **Parcelle n°2 : 72 080 m²**
  - Construction d'un bâtiment logistique et/ou industriel de 27 600 m² (soit 5 cellules de 115 * 48 m) ;
  - Voiries, parkings et zones logistiques de 25 392 m² ;
  - Présence d'un bassin d'infiltration des eaux.

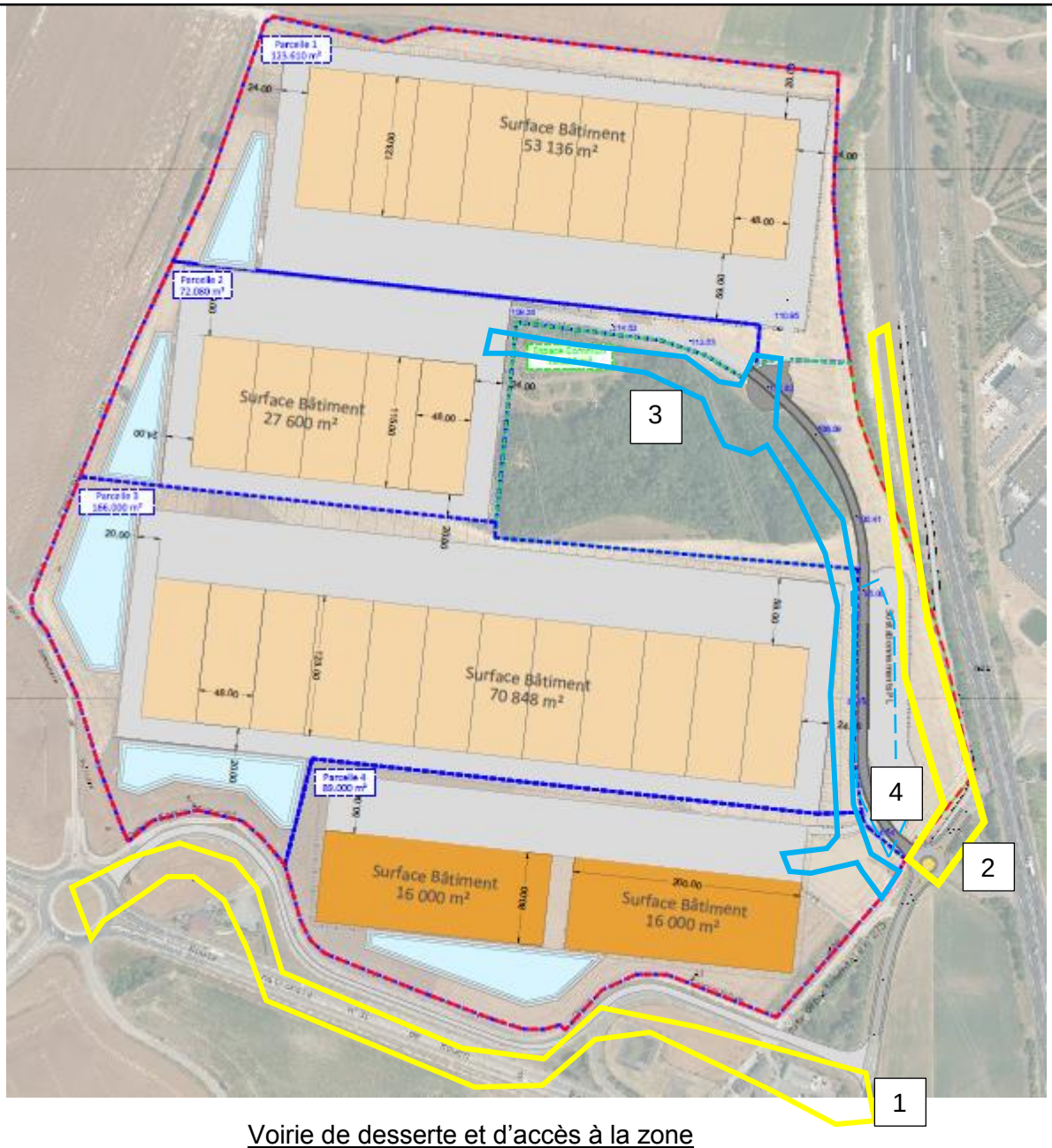
- **Parcelle n°3 : 166 000 m²**
  - Construction d'un bâtiment logistique et/ou industriel de 70 848 m² (soit 12 cellules de 123 * 48 m) ;
  - Voiries, parkings et zones logistiques de 54 392 m² ;
  - Présence de deux bassins d'infiltration des eaux ;
  - Création d'un talus en limites Nord, Est et Sud-Est (débordant sur la parcelle n°4) afin de compenser le dénivelé naturel du site.

- **Parcelle n°4 : 89 000 m²**
  - Construction de deux bâtiments d'activités de 16 000 m² chacun (soit 2 bâtiments de 200 * 80 m) ;
  - Voiries, parkings et zones logistiques de 21 000 m² ;
  - Présence d'un bassin d'infiltration des eaux ;
  - Création d'un talus en limites Est, Sud et Ouest afin de compenser le dénivelé naturel du site.

Le site sera desservi par des voiries à aménager et par la modification d'un carrefour existant :

- Transformation du carrefour existant :
- Création de voiries et de parkings :

Le bosquet existant sera conservé en tant qu'espace vert commun, d'une superficie de 78 300 m².



Voirie de desserte et d'accès à la zone

Réaménagement de voies existantes, raccord vers les réseaux routiers actuels (1)

Création d'une entrée depuis l'A26 (2)

Voirie interne au projet

Création de zones de circulations (3)

Parkings PL (4)

Aménagement général du secteur (Google Maps, Cabinet DRM)

5.1.3. Principes d'adaptation

Compte tenu des points précédents :

- des mouvements de terres importants vont être entrepris pour aménager le site : des remblais de 14.00 m de hauteur au maximum et des déblais de 8.50 m au maximum vont être mis en œuvre pour rattraper les cotes finies du projet. L'ampleur des terrassements et la mise en œuvre de nouvelles couches va donc conditionner les systèmes de fondations à retenir.
- les talus devront être stables à long terme ;
- les volumes de déblais/remblais devront être estimés pour définir la quantité de matériaux sur site réutilisables (avec ou sans traitement) ;
- un dallage sur terre-plein pourra être envisagé pour les différents bâtiments, à condition que la couche de forme soit épaisse et des portances homogène entre les zones remblayées et déblayées ;
- un mode de fondations superficielles peut être envisagé dans les remblais d'apports si ces derniers ont été mis en œuvre dans les règles de l'art et contrôlés conformes à l'avancement. Lorsque les caractéristiques du terrain naturel le permettront (variable selon les secteurs étudiés) et que les terrassements seront effectués en déblais, il pourra être envisagé d'ancrer les bâtiments dans le terrain naturel. Il faudra veiller à la stabilité des fondations à proximité d'un talus ;
- un traitement des sols pourra être envisagé pour la craie et les limons, afin d'améliorer leurs caractéristiques si besoin notamment lors de leur réemploi en remblai ;
- des fondations profondes pourront être envisagées pour les bâtiments si les caractéristiques mécaniques des corps de remblais et du terrain naturel n'offrent pas les conditions adéquates et suffisantes à l'ancrage superficiel des bâtiments ;
- l'infiltration des eaux est prévue sur place via la création de bassins.

Ces principes sont détaillés dans les paragraphes suivants.

Nous rappelons que toute modification du projet ou des sols peut entraîner une modification partielle ou complète des adaptations préconisées.

5.2. Adaptations générales de l'avant-projet

Nota : les indications données dans les chapitres suivants, qui sont fournies en estimant des conditions normales d'exécution pendant les travaux, seront forcément adaptées aux conditions réelles rencontrées (intempéries, niveau de nappe, matériels utilisés, provenance et qualité des matériaux, phasages, plannings et précautions particulières).
Nous rappelons que les conditions d'exécution sont absolument prépondérantes pour obtenir le résultat attendu et qu'elles ne peuvent être définies précisément à l'heure actuelle. A défaut, seules des orientations seront retenues.

5.2.1. Réalisation des terrassements

Les terrassements vont permettre l'insertion du projet dans le site et l'aménagement des 4 plateformes étagées.

Ils vont porter sur la remise à niveau du terrain pour la création de voiries et de bâtiments. Ils seront réalisés en déblais/remblais et permettront d'obtenir des niveaux de plateforme logistique quasi plats.

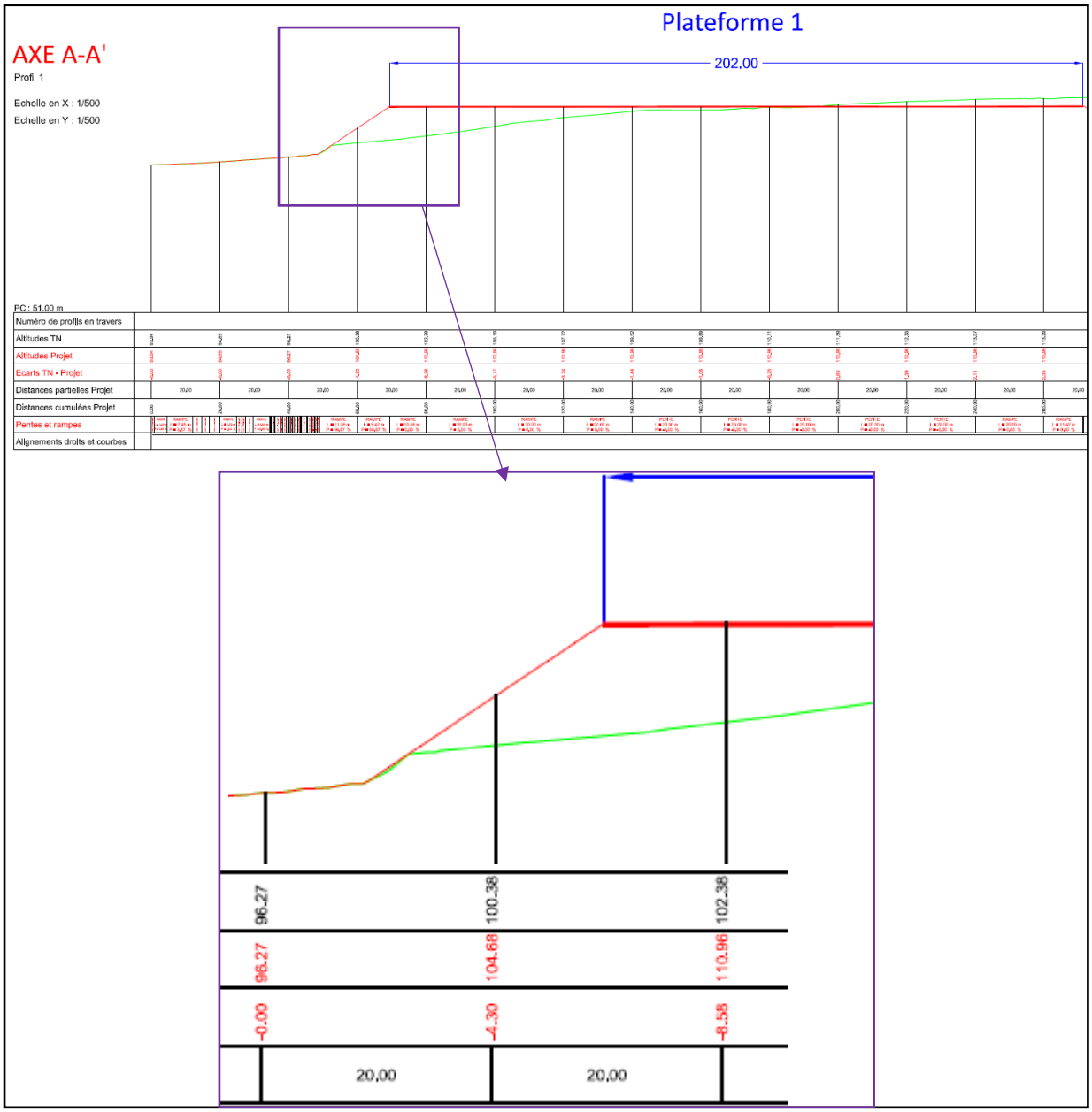
Des talus seront aménagés autour de certaines plateformes et entre les parcelles.

On présente ci-après les terrassements majeurs qui vont être réalisés, du Nord au Sud.

Le niveau fini de la parcelle n°1 (P1) est de 110.96 m. L'altitude au droit de cette parcelle varie de 95 à 97 m NGF environ (à l'emplacement du futur bassin) puis de 101 à 113 m NGF environ au droit de la future plateforme. Il faudra donc créer un remblai pour rattraper la cote finie, puis terrasser en déblai/remblai pour atteindre la cote 110.96 m NGF.

On obtient donc :

- Talus : niveau bas à 96.5 m NGF, niveau haut à 110.96 m ; emprise horizontale de 20 m ; pente de 36° environ ;
- Remblais : de 0.65 à 14.5 m ;
- Déblais de 0.65 à 2.35 m.

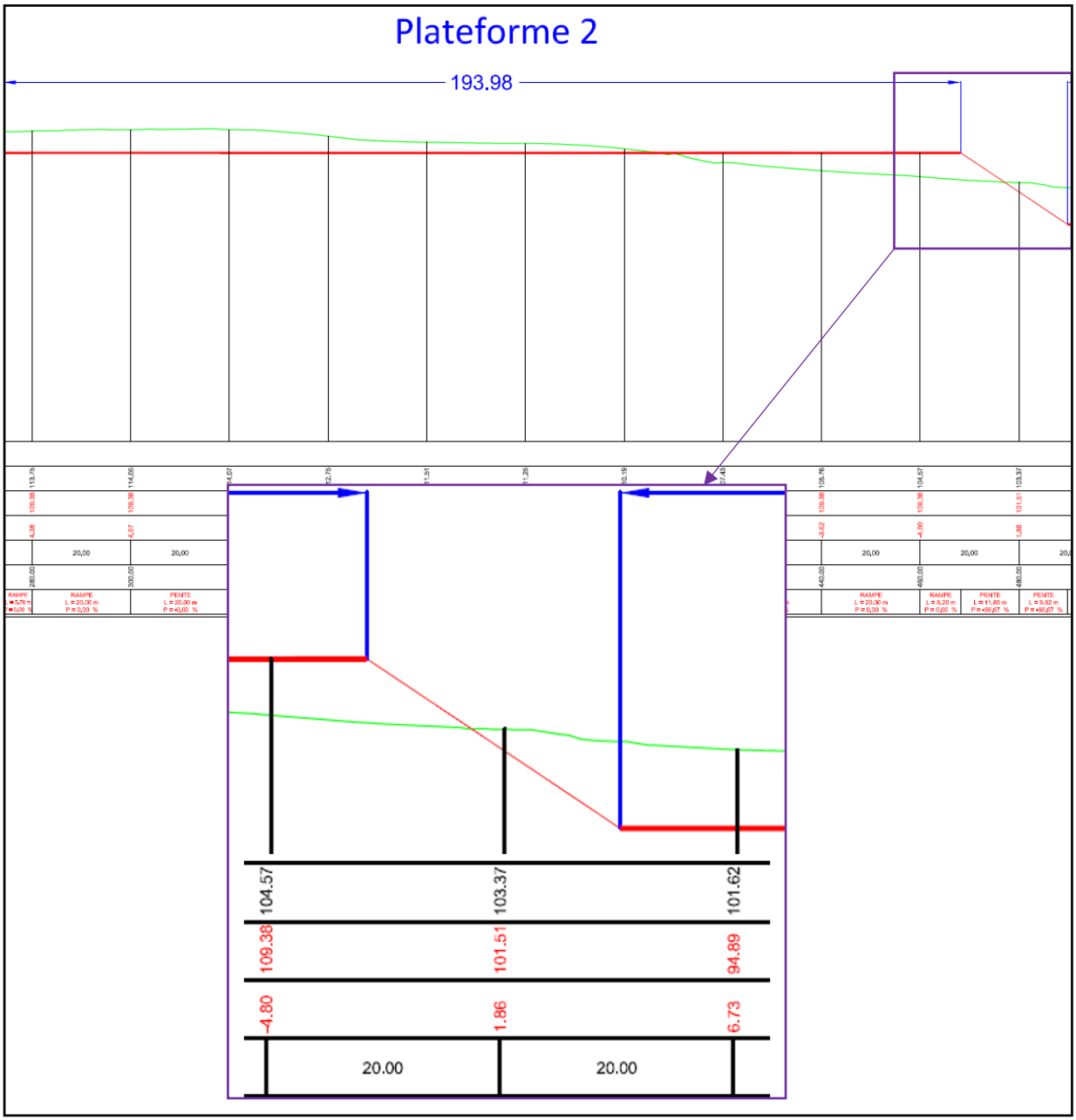


Profil de terrassement Nord-Sud de la plateforme n°1 (Cabinet DRM)

Le niveau fini de la parcelle n°2 (P2) est de 109.38 m. L'altitude au droit de cette parcelle varie de 102 à 114 m NGF environ. Il faudra donc terrasser en déblai/remblai pour atteindre la cote 109.38 m NGF puis créer un talus en partie Sud pour atteindre la plateforme suivante.

On obtient donc :

- Remblais : de 1.90 à 6.0 m ;
- Déblais de 0.80 à 4.70 m ;
- Talus : niveau bas à 94.89 m NGF, niveau haut à 109.38 m ; emprise horizontale de 23 m environ ; pente de 32° environ.



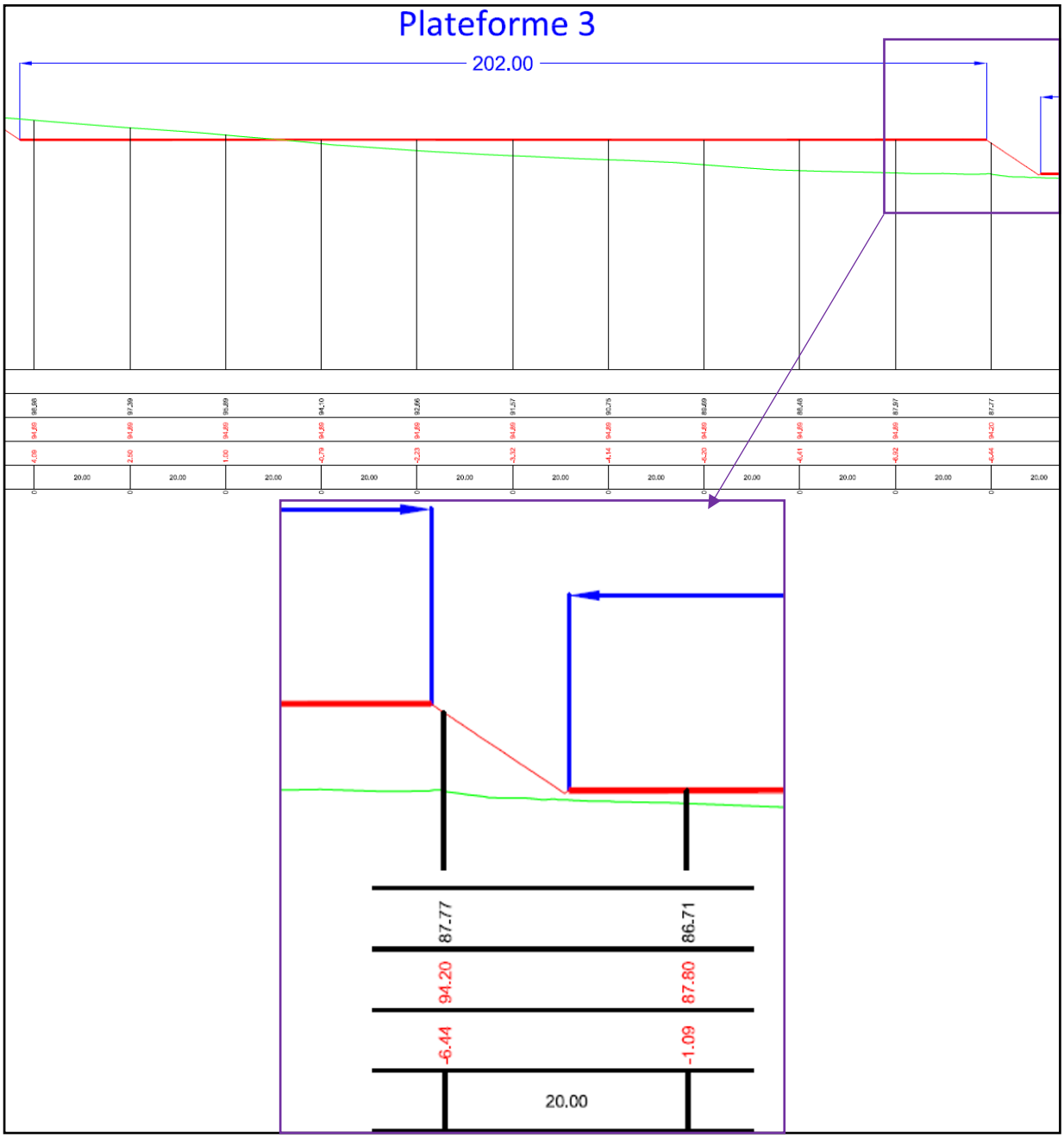
Profil de terrassement Nord-Sud de la plateforme n°2 (Cabinet DRM)

Le niveau fini de la parcelle n°3 (P3) est de 94.89 m. L'altitude au droit de cette parcelle varie de 89 à 105 m NGF environ. Il faudra donc terrasser en déblai/remblai pour atteindre la cote 94.89 m NGF puis créer un talus en partie Sud pour atteindre la plateforme suivante.

On obtient donc :

- Remblais : de 0.50 à 1.30 m ;
- Déblais de 0.50 à 8.41 m ;

- Talus : niveau bas à 87.80 m NGF, niveau haut à 94.89 m ; emprise horizontale de 10 m environ ; pente de 35° environ.

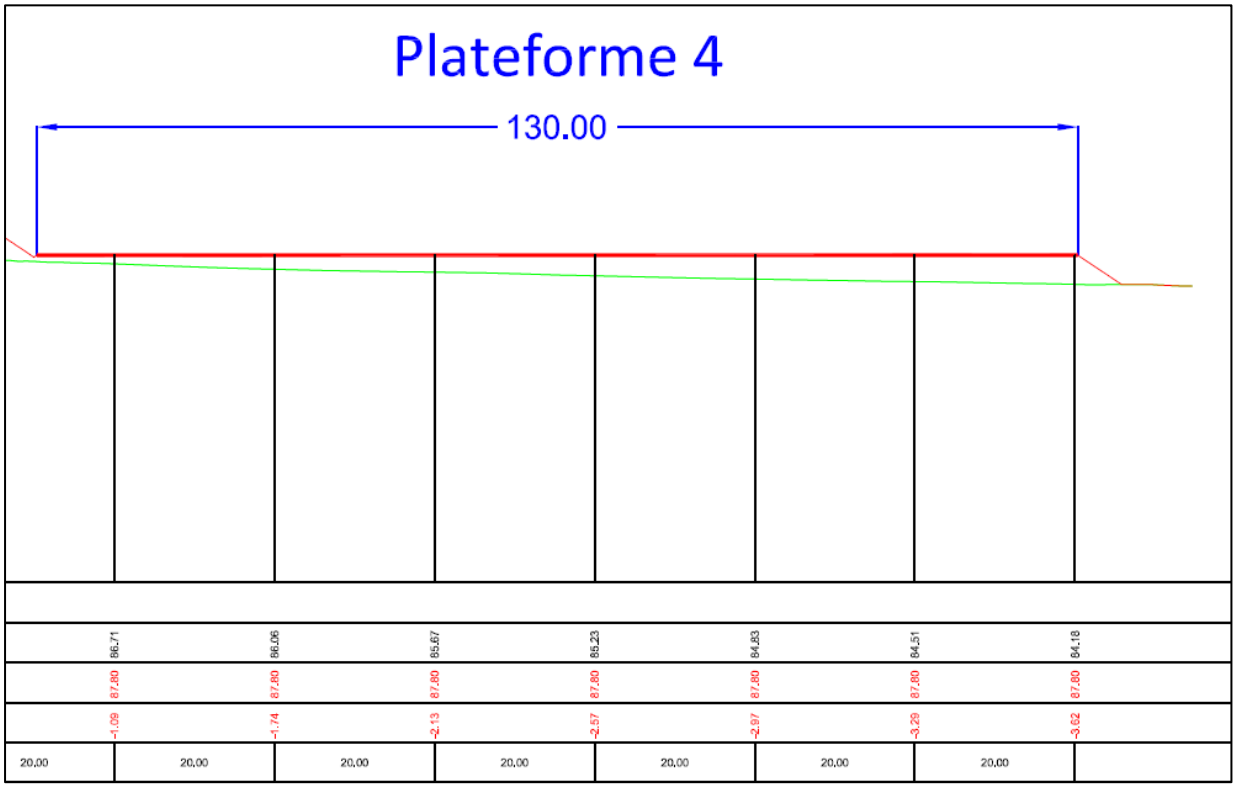


Profil de terrassement Nord-Sud de la plateforme n°3 (Cabinet DRM)

Le niveau fini de la parcelle n°4 (P4) est de 87.80 m. L'altitude au droit de cette parcelle varie de 83 à 93 m NGF environ. Il faudra donc terrasser en remblai pour atteindre la cote 87.80 m NGF puis créer un talus encadrant la parcelle.

On obtient donc :

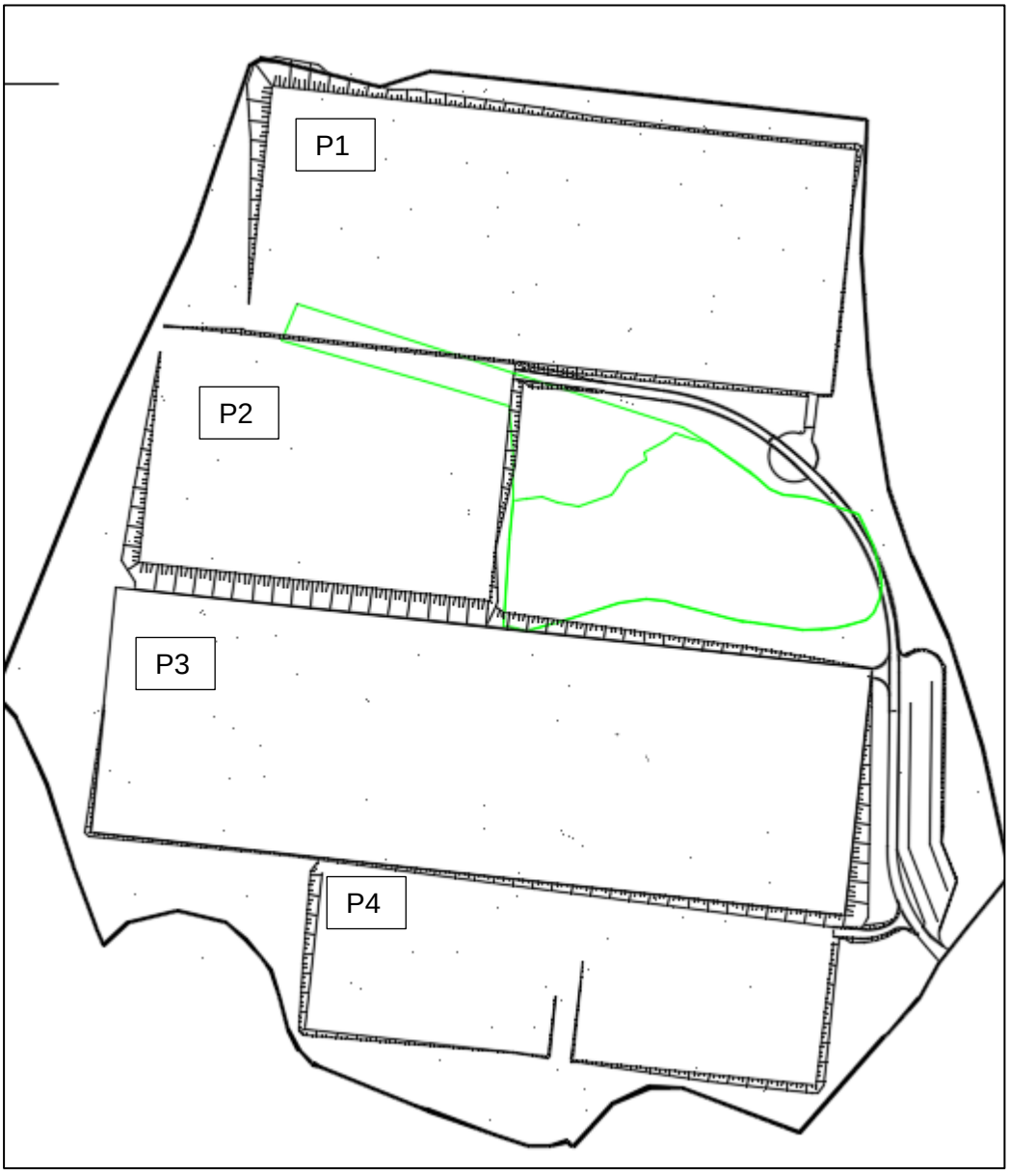
- Remblais : de 1.50 à 3.62 m ;
- Déblais (non visible sur la coupe fournie) : pourront atteindre 5.00 m de hauteur localement ;
- Talus : données non disponibles.



Profil de terrassement Nord-Sud de la plateforme n°3 (Cabinet DRM)

Les autres terrassements seront effectués en déblais pour réaliser les fondations des bâtiments et créer les bassins. Les fondations prendront place soit dans le terrain naturel pour les zones non remblayées si les caractéristiques mécaniques des différents horizons traversés le permettent, soit dans les remblais mis en œuvre si ces derniers sont correctement compactés et que leurs caractéristiques sont vérifiées.

Sur le schéma ci-après, vue de l'ensemble des talus et des voiries de la zone.



Aménagement du site : voiries et talus (Cabinet DRM)

5.2.2. Traficabilité en phase chantier

Les essais d'identification ont permis de classer les sols extraits comme suit selon le GTR :

- Formation n°2 : classe A1
- Formation n°4 : classe A1

Ces matériaux étaient dans des états hydriques moyens à sec « m à s » lors de nos investigations, avec des indices de portance immédiat moyens à assez bons. La traficabilité par temps sec devrait être satisfaisante.

Ces formations sont par expérience sensibles à l'eau. Par conséquent, les travaux devront être réalisés dans des conditions météorologiques favorables sinon le chantier pourrait rapidement devenir impraticable et nécessiterait la mise en place de surépaisseurs en matériaux insensibles à l'eau.

Les travaux préparatoires pourront être ceux qui seront à réaliser pour mettre en place correctement la couche de forme (cf. paragraphe : niveau bas – dallage).

5.2.3. Terrassabilité des matériaux

La réalisation des déblais concernant l'ensemble des formations ne devrait pas poser de problème particulier à l'extraction. Toutefois, bien que nous n'en ayons pas trouvé au droit des sondages, il n'est pas exclu de rencontrer des blocs en phase travaux. Cela nécessitera alors l'emploi d'engins adaptés ou d'outils adaptés comme une pelle puissante, un BRH…

5.2.4. Drainage en phase chantier

Suite aux observations faites au cours de la campagne d'investigations, le terrain devrait en principe être sec. Cependant, des venues d'eau peuvent apparaître exceptionnellement en cours de terrassement. Elles seront alors collectées en périphérie et évacuées en dehors de la fouille (captage).

Les dispositions spécifiques prévisibles seront adaptées au cas par cas pour assurer la mise au sec de la plateforme de travail à tout moment.

Toute zone décomprimée fera l'objet d'un traitement spécifique si elle doit recevoir un élément de l'ouvrage à porter (purge, compactage).

5.2.5. Réalisation des remblais

5.2.5.1. Possibilités et conditions de réemploi des matériaux du site en remblai

Après décapage intégral de la terre végétale et création d'une couche de forme permettant une bonne accroche des remblais, ces derniers reposeront selon le secteur sur des limons / limons sableux (formation n°2) ou de la craie (formation n°4). Des redans pourront être envisagés pour garantir une bonne accroche du remblai au TN compte tenu du dénivelé naturel existant.

On notera que les remblais nécessaires au rattrapage de la cote du niveau bas pourront servir d'assise aux fondations dans les zones fortement remblayées sous réserve d'une mise en œuvre soignée et controlée.

Les matériaux, ainsi que les procédures de mise en œuvre et de contrôle devront répondre aux recommandations « Caractéristiques des matériaux de remblais supports de fondations » du L.C.P.C. de 1980 et/ou au DTU 13.3.

Compte tenu de leur classe GTR (A1) et de leur état d'humidité au moment des investigations (moyen « m » à sec « s »), les matériaux de déblai du site issus des formations n°2 et 4 pourront être réutilisés en remblai sous réserve que les conditions météorologiques soient favorables. En effet, ces sols s'emploient facilement mais sont très sensibles aux conditions météorologiques :

- Ils sont sujets au matelassage en cas d'excès de teneur en eau ;
    - Ils peuvent être mis en œuvre par compactage moyen. En cas d'évaporation importante, il faudra procéder à un compactage intense associé à une utilisation en l'état ou à une extraction frontale, ou bien opter pour un arrosage superficiel.

A_1m	Ces sols s'emploient facilement mais sont très sensibles aux conditions météorologiques qui peuvent très rapidement interrompre le chantier à cause d'un excès de teneur en eau ou au contraire conduire à un matériau sec difficile à compacter	++	pluie forte	Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes
		+	pluie faible	E : extraction frontale C : compactage moyen H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10m)
		=	ni pluie, ni évaporation importante	C : compactage moyen
		–	évaporation importante	**Solution 1 : arrosage superficiel** W : arrosage superficiel pour maintien de l'état C : compactage moyen
				Solution 2 : utilisation en l'état C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10m)
				Solution 3 : extraction frontale E : extraction frontale

Extrait du GTR – sols A1 m – réutilisation des matériaux en remblais (LCPC, 1992)

- Ils sont difficiles à compacter en état sec. Pour des remblais de grande hauteur, dans ce cas-là, l'état hydrique des matériaux doit être modifié par humidification.

A_1s	Ces sols sont difficiles à compacter. Il faut au moins éviter de réduire encore leur teneur en eau et pour des remblais de grande hauteur un changement de leur état hydrique est nécessaire.	++	pluie forte	Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes
		+	pluie faible	E : extraction en couches R : couches minces C : compactage moyen H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)
		=	ni pluie ni évaporation importante	**Solution 1 : humidification dans la masse** W : humidification pour changement d'état R : régalage en couches minces C : compactage moyen
				Solution 2 : emploi en l'état C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)
		–	évaporation importante	**Solution 1 : arrosage superficiel** W : arrosage superficiel pour maintien de l'état C : compactage intense H : remblai de faible hauteur (≤ 5 m)
				Solution 2 : extraction avec arrosage superficiel E : extraction frontale W : arrosage superficiel C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)
				Solution 3 : humidification dans la masse W : humidification pour changement d'état R : couches minces C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)

Extrait du GTR – sols A1 s – réutilisation des matériaux en remblais (LCPC, 1992)

Les limons de la formation n°2 pourront être mis en œuvre pour des remblais inférieurs à 10.00 m. Au-delà, il faudra envisager l'utilisation de matériaux d'apport.

D'après les résultats de l'aptitude au traitement (chaux uniquement et chaux + liant), nous constatons que les sols des formations n°2 et n°4 pourront être traités, notamment à la chaux pour laquelle les résultats obtenus sont conformes (ils sont conformes mais limites pour l'aptitude chaux + liant).

Toutefois, compte tenu des mouvements de terres envisagés, le profil des déblais/remblais sur site ne semble pas à l'équilibre, avec une dominance des remblais par rapport aux déblais. Une partie des remblais sera réalisé avec des matériaux d'apport de bonne qualité géotechnique et respectant les prescriptions du GTR.

Les matériaux de la formation n°3, de nature argileuse, n'ont pas été atteints par les puits à la pelle et leurs caractéristiques et éventuelles capacités de réemploi n'ont pu être définies.

La terre végétale issue du décapage superficiel sera mise de côté, et pourra éventuellement être réutilisés au droit des espaces verts ou pour des aménagements paysagers.

5.2.5.2. Tassements liés au poids des remblais

Le poids des terres remblayées va amener une surcharge de 7.5 à 217.5 kPa selon les secteurs, des tassements importants sont donc à prévoir. Des dispositions devront donc être prises afin d'assurer la stabilité de ce remblai vis-à-vis du glissement (notamment avec des pentes de talus sécuritaires à respecter), au poinçonnement et vis-à-vis des tassements du sol support sous la charge apportée par les remblais.

Le tableau ci-après récapitule les tassements du terrain naturel à envisager sous les remblais d'apport.

Parcelle	Hauteur de remblais (m)	Charge estimée	Tassements estimés
Parcelle n°1	0.65	9.75 kPa	< 0.5 cm
	14.50	217.5 kPa	7 à 8 cm
Parcelle n°2	1.90	28.5 kPa	1 cm
	6.00	90.0 kPa	3 à 4 cm
Parcelle n°3	0.5	7.5 kPa	< 0.5 cm
	1.3	19.5 kPa	0.5 à 1 cm
Parcelle n°4	1.5	22.5 kPa	0.5 à 1 cm
	3.62	54.3 kPa	1 à 2 cm

Hypothèses retenues :

- On considère l'ensemble des sondages pressiométriques pour le calcul des tassements, avec les caractéristiques suivantes (Em = moyenne harmonique sur l'ensemble de la zone - 0.5* écart type) :

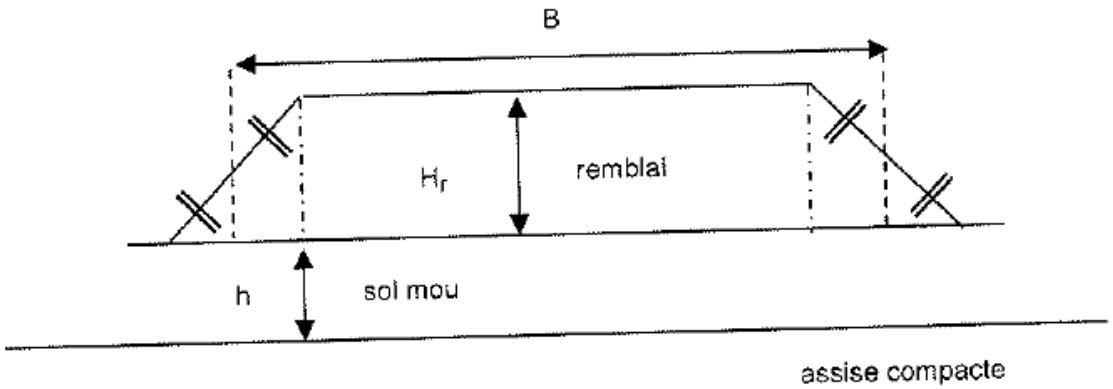
	Nature	Épaisseur (m)	Poids vol. (kN/m^3)	Paramètres de calcul du tassement [E_m (MPa), E_{oed}(MPa), E_y(MPa), σ'_p(kPa)]
1	LIMONS SABLEUX	3	17	E_m=11.5, α=0.5
2	CRAIE	27	15	E_m=13.9, α=0.5

- Nous prenons pour hypothèse une masse volumique moyenne pour un remblai crayeux de l'ordre de 15 kN/m^3 (sans autre surcharge permanente liée au projet).

Remarque : les tassements ont été calculés sur la base des essais pressiométriques uniquement pour les tassements sous remblais.

5.2.5.3. Vérification au poinçonnement

Au niveau des parcelles 1 (limite Nord) et 2 (limite Sud), il faut s'attendre à des remblais de 14.5 m de hauteur environ. En considérant une densité de l'ordre de 15 kN/m^3, il vient une surcharge maximale de 217.5 kPa.



Sur la base des corrélations de Cassan, nous retiendrons une cohésion non drainée Cu des sols supports égale à : (pl-p0) / 5.5 (sur la base de SP1 pour les plateformes 1 et 2), soit, en considérant la valeur de pression limite pl la plus faible mesurée en forage (0.84 MPa dans les limons sableux et 0.82 dans la craie), après affectation d'un coefficient de sécurité de 2, il vient :

- Dans le limon sableux, Cu = 7.6 kPa
- Dans la craie, Cu = 7.5 kPa.

Le coefficient de sécurité F vis-à-vis du poinçonnement doit être supérieur ou égal à la valeur minimale de 1.50.

$$F = \frac{q_{max}}{q} = \frac{Cu \times Nc}{\gamma_r H_r}$$

Calcul du coefficient F

Différents cas sont étudiés sur la base suivante :

Avec une largeur des remblais à mi-hauteur de l'ordre de 10.0 mètres et une épaisseur de sol « mou » de 3.00 mètres (arrondie pour l'ensemble de la zone sur la base des sondages pénétrométriques et des sondages pressiométriques), il vient, avec Nc = 6.005 :

Parcelle	Hauteur de remblais (m)	Charge estimée	F	Vérification
Parcelle n°1	0.65	9.75 kPa	4.68	OK
	14.50	217.5 kPa	0.21	KO
Parcelle n°2	1.90	28.5 kPa	1.60	OK
	6.00	90.0 kPa	0.51	KO
Parcelle n°3	0.5	7.5 kPa	6.09	OK
	1.3	19.5 kPa	2.34	OK
Parcelle n°4	1.5	22.5 kPa	2.03	OK
	3.62	54.3 kPa	0.84	KO

On constate que pour des épaisseurs de remblais d'apport supérieures à 2.00 m de hauteur, la sécurité vis-à-vis du poinçonnement n'est pas vérifiée.

Il faudra donc monter les remblais en plusieurs phases.

5.2.5.4. Stabilité des talus de remblais

Hors mitoyenneté, les talus **provisoires** des fouilles pourront être dressés avec une pente de 3 de base pour 2 de hauteur, à adapter lors des terrassements si cela s'avère nécessaire (soit une pente de 33.7° environ). Il en est de même pour les talus définitifs. Or ici nous constatons :

- Sur la parcelle n°1, talus envisagé de 14.5 m de hauteur, avec une pente de 36°;
- Entre les parcelles n°2 et n°3, talus envisagé de 14.5 m de hauteur, avec une pente de 32°;
- Entre les parcelles n°3 et n°4, talus envisagé de 7.1 m de hauteur, avec une pente de 35.

Globalement, il faudrait légèrement adoucir les pentes des talus proposés.

A noter que des hétérogénéités locales peuvent être rencontrées au fur et à mesure de l'ouverture des fouilles et provoquer des éboulements locaux. L'ensemble des talus devra être protégé des intempéries par des feuilles de polyane par exemple soigneusement fixées, des cunettes étanches en tête de talus.

Le risque d'instabilité étant important, une analyse de la stabilité des talus en phase définitive devra être menée à partir d'une modélisation numérique avec le logiciel TALREN, à partir des coupes les plus défavorables.

Une végétalisation rapide est nécessaire pour éviter les phénomènes de ravinement.

5.2.5.5. Mise en œuvre des remblais

L'épaisseur de chacune des couches mises en œuvre ne dépassera pas les valeurs limites indiquées dans les recommandations GTR, en tenant compte de la classe de sol et du type d'engin de compactage utilisé. Les remblais doivent être mis en œuvre avec un régalage en couches minces (30 cm) et en plusieurs phase (hauteur maximale de 2.00 m) pour éviter le poinçonnement.

Un contrôle régulier sera nécessaire au fur et à mesure de l'avancement de l'élévation du remblai. Ce contrôle est à prévoir à chaque couche unitaire d'apport, et au minimum tous les mètres d'épaisseur. Les critères de réception au sommet du remblai par essais à la plaque ∅ 60 cm, selon le mode opératoire du L.C.P.C., devront être :

- un module EV2 ≥ 80 MPa,
- EV2/EV1 ≤ 2.

Une fois leur mise en place achevée, la bonne qualité des remblais (qui serviront d'assise aux fondations) devra également être vérifiée par des sondages de contrôle, avec des essais pressiométriques au droit des appuis les plus chargés. Les valeurs minimales à obtenir seront :

Ple* ≥ 1.0 MPa
Em ≥ 15 MPa

Ginger CEBTP se tient à la disposition du maître d'œuvre ou de l'entreprise pour la réalisation des essais de contrôle à tout stade de l'exécution.

Nous précisons qu'il s'agit d'une étude spécifique qui ne fait pas partie de la présente mission, mais peut faire l'objet d'une mission complémentaire en phase projet (G2 PRO).

5.3. Niveau-bas - dallage

Deux cas vont se présenter sur site :

- Création de remblais ;
- Zones en déblais.

Dans le premier cas, le remblai devra être mis en œuvre dans les règles de l'art afin de servir d'assise aux fondations. Il devrait donc s'agir d'un remblai de bonne qualité, sur lequel un dallage sur terre-plein est envisageable après vérification de son homogénéité et de sa

compacité (absence de points durs, de matériaux évolutifs, etc…). Ceci ne pourra être envisagé qu'après reconnaissance complémentaire par essai de pénétration dynamique pour vérifier son homogénéité et par essais pressiométriques. Pour rappel, on considère l'hypothèse suivante pour les caractéristiques du remblai :

Ple* ≥ 1.0 MPa
Em ≥ 15 MPa
EV2 ≥ 50 MPa

Pour les zones en déblais, la réalisation d'un dallage sur terre-plein est envisageable compte tenu de la qualité du sol support après terrassement. Une couche de forme sera nécessaire avant sa mise en œuvre.

5.3.1. Conception et exécution

La mise en œuvre de la structure sous dallage (couche de forme et couche de réglage) sera réalisée moyennant les précautions successives suivantes :

- purge de la terre végétale (et des matériaux superficiels pour atteindre le niveau de plateforme),
- terrassement jusqu'au fond de forme,
- purge éventuelle des poches médiocres et des sols détériorés par les engins de terrassement ou les eaux de pluie,
- compactage du fond de forme à 95 % de l'optimum Proctor normal (OPN) avec des engins adaptés,
- mise en place d'un géotextile anti-contaminant,
- mise en œuvre de la structure sous dallage avec compactage de la couche de forme à 95 % de l'optimum Proctor modifié (OPM).

<u>Zone en remblais :</u>

La structure sous dallage pourra alors être envisagée de la manière suivante :

- une couche de forme de 0.25 m d'épaisseur minimale, pour un fond de forme de nature crayeuse, en concassé calcaire 0/60 ou 0/80 insensible à l'eau, grave non traitée (GNT) 0/80, ou équivalent ;
- une couche de réglage de 0.10 m d'épaisseur minimale en concassé calcaire 0/31.5 insensible à l'eau, grave non traitée (GNT) 0/31.5 ou équivalent.

<u>Zone en déblais :</u>

La structure sous dallage pourra alors être envisagée de la manière suivante :

- une couche de forme de 0.30 m d'épaisseur minimale, pour un fond de forme de nature crayeuse ou limono-sableuse, en concassé calcaire 0/60 ou 0/80 insensible à l'eau, grave non traitée (GNT) 0/80, ou équivalent ;
- une couche de réglage de 0.10 m d'épaisseur minimale en concassé calcaire 0/31.5 insensible à l'eau, grave non traitée (GNT) 0/31.5 ou équivalent.

Pour des raisons d'homogénéité, on retiendra une couche de forme de 0.30 m et une couche de réglage de 0.10 m.

Recommandations générales :

On veillera à respecter les recommandations du guide GTR édité en 1992 par le SETRA et éventuellement celui des sols traités.

Les apports devront être granulaires, insensibles à l'eau et de granulométrie continue. Il peut s'agir de matériaux de type D_2 / D_3 ou R_{21}.

Selon l'état hydrique des matériaux au moment des travaux, un traitement du fond de forme à la chaux en pleine masse sera à prévoir sous réserve de l'étude d'aptitude au traitement du sol (conformément à la norme NF P94-100).

Il faudra également s'assurer qu'il ne subsiste pas de points durs ou des zones présentant des variations importantes d'épaisseurs de limons, sources de tassements différentiels.

Les dallages seront conçus conformément au DTU 13.3.

5.3.2. Contrôles

D'après le DTU 13.3 de mars 2005 applicable au projet, le module de Westergaard (Kw) à obtenir est de 50 MPa/m.

On s'assurera, d'autre part, que le compactage est correctement réalisé.

Ginger CEBTP se tient à la disposition du maître d'œuvre ou de l'entreprise pour la réalisation des essais de contrôle à tout stade de l'exécution.

5.3.3. Modules Es et tassements prévisibles

Les hypothèses à retenir sur les modules Es sont les suivantes, conformément au DTU 13.3 :

Formation	Epaisseur	alpha	Module Es (MPa)
Remblais à mettre en œuvre	0.5 à 14.5 m	0.5	30.0
Limons sableux	0.6 à 8.0 m	0.5	23.0
Craie	> 10 m	0.5	27.8

Pour les configurations suivantes, le tassement du dallage est estimé en fonction des terrassements et des surcharges prévues de 5.00 T/m² (évaluation à partir du bicouche de Ménard) à :

- Configuration n°1 : plateforme en remblais (pour une hauteur moyenne de 3.00 m). Tassement de 4.5 cm environ

	Nature	Épaisseur (m)	Poids vol. (kN/m³)	Paramètres de calcul du tassement [E_m (MPa), E_{oed}(MPa), E_y(MPa), σ'_p(kPa)]
1	CDF	0.4	26	E_m=15, α=0.5
2	Remblais	2.6	15	E_m=15, α=0.5
3	Limon sableux	3	17	E_m=11.5, α=0.5
4	Craie	24	15	E_m=13.9, α=0.5

- Configuration n°2 : plateforme en déblais. Tassement de 4.5 cm environ

	Nature	Épaisseur (m)	Poids vol. (kN/m³)	Paramètres de calcul du tassement [E_m (MPa), E_{oed}(MPa), E_y(MPa), σ'_p(kPa)]
1	CDF	0.35	26	E_m=15, α=0.5
2	Limon sableux	0.15	17	E_m=11.5, α=0.5
3	Craie	29.5	15	E_m=13.9, α=0.5

Compte tenu des caractéristiques globales attendues pour le remblai et celles observées sur l'ensemble de la zone, on peut s'attendre à un tassement de 4.5 cm environ pour une dalle chargée à 5 t/m² reposant sur une couche de forme de 0.40 m.

Toutefois, compte tenu de la superficie du site et de l'aménagement en déblai/remblai, des tassements différentiels sont à prévoir.

Il revient aux concepteurs de préciser la limite acceptable des tassements. S'ils sont considérés comme trop importants, l'épaississement de la couche de forme, un principe de plancher porté ou une amélioration de sol restent des solutions adaptables.

Sous réserve de l'appréciation du Maître d'œuvre et du BET, ces déformations ne semblent pas admissibles pour la destination prévue du dallage. On s'orientera donc vers une amélioration de sol (remblais présentant de meilleures caractéristiques et amélioration des sols au niveau des zones en déblais).

5.4. Fondation de la structure

Compte tenu des éléments précédents, les systèmes de fondations suivants sont envisageables :

- superficielles par semelles filantes ou isolées descendues dans les remblais d'apports dans le cas ou ceux-ci ont les caractéristiques minimales définies ci-dessous, soit :

  Ple* ≥ 1.0 MPa -- Em ≥ 15 MPa
- superficielles par semelles filantes ou isolées descendues dans le TN dans les zones en déblais.

Un prédimensionnement est proposé dans les deux chapitres suivants, basé sur :

- des hypothèses de résultats d'essais pressiométriques de contrôle attendus pour les fondations qui seront ancrées dans le remblai d'apport ;
- les résultats des sondages au pénétromètre statique pour les fondations qui seront ancrées dans le TN.

Les semelles seront ancrées de 0.30 m dans la formation n°2a/2b ou 4 dans les zones en déblais ou à faible épaisseur du remblai (<0.50 m), et dans le remblai pour les autres.

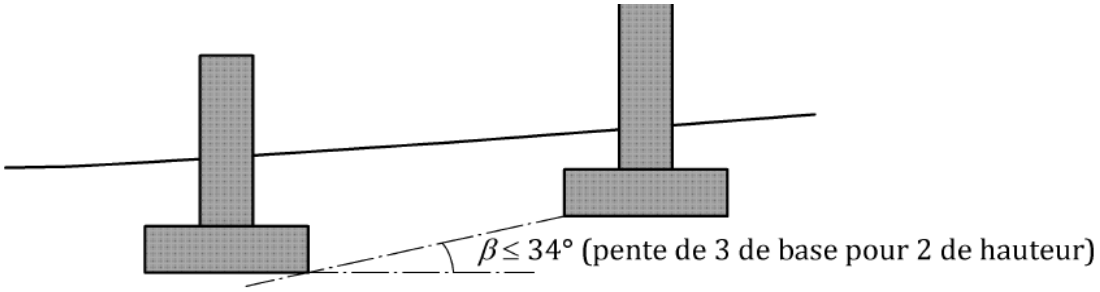
5.4.1. Fondations superficielles par semelles filantes ou isolées dans les remblais

Compte tenu des éléments précédents, une solution de fondation superficielle par semelle isolée/filante est envisageable. **Elles seront ancrées d'au moins 0.30 m dans les remblais d'apport, dans les zones où ce dernier a une épaisseur supérieure à 0.50 m.**

5.4.1.1. Prescriptions générales

Comme critères définissant le niveau d'assise, on retiendra, parmi les suivants le plus restrictif :

- ancrage minimal de 0.30 m dans l'horizon porteur, soit le remblai technique vérifié et validé conforme,
- respect de la garde au gel fixée ici à 0.70 mètre,
- respect de la norme NFP 94-261 pour les fondations à niveaux décalés, mitoyennes ou à proximité de talus, notamment pour les extrémités des plateformes:



Les autres dispositions constructives liées à ce principe de fondation sont :

- largeur minimale de 0.50 m des semelles filantes et de 0.70 m pour des semelles isolées,
- béton dosé à 250 kg minimum (350 kg minimum dans l'eau),
- nécessité d'une rigidification avec ferraillage (avec aciers croisés dans les angles),
- chaînage haut et bas.

5.4.1.2. Pré dimensionnement des fondations

Le prédimensionnement des fondations est mené à partir des résultats pressiométriques, conformément à la norme NFP 94-261 de juin 2013 (Justification des ouvrages géotechniques – Normes d'application nationale de l'Eurocode 7 – Fondations superficielles).

Capacité portante :

On s'assurera que la charge verticale transmise par la fondation superficielle au terrain Vd est inférieure à la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle $R_{v;d}$:

$$V_d - R_0 \leq R_{v;d} \qquad R_{v;d} = \frac{R_{v;k}}{\gamma_{R;v}} \qquad R_{v;k} = \frac{A' q_{net}}{\gamma_{R;d;v}}$$

R_0 est la valeur du poids de volume de sol constitué du volume de la fondation sous le terrain après travaux et des sols compris entre la fondation et le terrain après travaux – ici négligé.

$R_{v;d}$ est la valeur de calcul de la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle

$\gamma_{R;v}$ est un facteur partiel à considérer, égal à 2.30 à l'ELS quasi-permanent et caractéristique et 1.40 à l'ELU pour les situations durables et transitoires.

$R_{v;k}$ est la valeur caractéristique de la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle.

A' est la surface effective de la base d'une fondation superficielle.

q_{net} est la contrainte associée à la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle.

$\gamma_{R;d;v}$ est le coefficient de modèle lié à la méthode de calcul utilisée pour le calcul de la contrainte q_{net} (1.20 pour la méthode pressiométrique).

Calcul de q_{net}, contrainte associée à la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle :

La contrainte q_{net} du terrain sous une fondation est déterminée à partir de la relation suivante :

$$q_{net} = k_p p_{le}^* i_\delta i_\beta$$

Avec :

- kp est le facteur de portance pressiométrique qui dépend des dimensions de la fondation, de son encastrement relatif et de la nature du sol,
- p_{le}^* est la pression limite nette équivalente,
- i_δ est le coefficient de réduction de portance lié à l'inclinaison du chargement (on considère ici une charge verticale centrée, soit i_δ = 1.00),
- i_β est le coefficient de réduction de portance lié à la proximité d'un talus de pente β (pour une fondation éloignée d'un talus, i_β = 1.00).

Ainsi, pour une semelle filante ancrée selon les prescriptions données plus haut et de 1.00 m de largeur au maximum, en tablant sur les hypothèses p_{le}^* = 1.0 MPa et k_p = 0.80, il vient :

q_{net} = 0.80 MPa.

Il vient les contraintes maximales suivantes :

- aux ELU, pour les situations durables et transitoires, une contrainte de 0.47 MPa
- aux ELS quasi-permanent et caractéristique, une contrainte de 0.29 MPa

Compte tenu du projet, on limitera la contrainte admissible à **0.20 MPa aux ELS.**

A titre d'information, **pour une semelle filante ancrée** selon les principes donnés précédemment, travaillant aux ELS à 0.20 MPa, il vient :

Largeur B de la semelle	$R_{v;d}$
0.50 m	100 kN/ml

Pour une semelle isolée ancrée selon les principes donnés précédemment, travaillant aux ELS à 200 MPa, il vient :

Côté B de la semelle	$R_{v;d}$
1.00 m	200 kN

Estimations des tassements

Les tassements pourront être estimés après vérification des caractéristiques mécaniques du remblai.

Attention : des tassements différentiels seront à prévoir dans les secteurs où les fondations ancrées dans le TN jouxteront celles ancrées dans le remblai.

Limite du dimensionnement

Dans le cas où les charges seraient inclinées, par exemple pour des semelles excentrées en limite de propriété, il conviendra d'appliquer les coefficients minorateurs i_δ et i_β (cf. les recommandations de l'annexe D de la norme NFP 94-261).

Les tassements ont été calculés selon les recommandations de l'annexe H norme NFP 94-261 pour des charges verticales centrées et pour des sollicitations et dimensions de semelles précises.

On rappelle que les tassements sont dimensionnant pour les ouvrages. Ainsi, en fonction de l'admissibilité des tassements, une limitation de charge pourra s'appliquer.

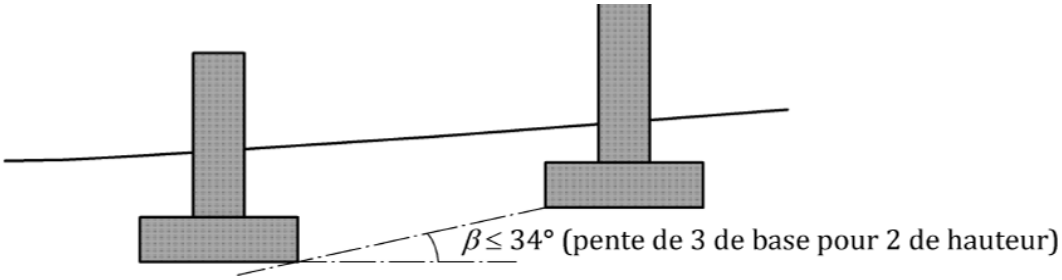
5.4.2. Fondations superficielles par semelles filantes ou isolées dans le terrain naturel

5.4.2.1. Prescriptions générales

Les fondations pourront être ancrées par des fondations superficielles à semi-profondes ancrées dans le terrain naturel dans les zones en déblais.

Comme critères définissant le niveau d'assise, on retiendra, parmi les suivants, les plus restrictifs :

- ancrage minimal de 0.30 m dans l'horizon porteur (limons, argile sableuse ou craie blanche selon les secteurs),
- respect de la garde au gel fixée ici à 0.70 mètre,
- **respect de la norme NFP 94-261 pour les fondations à niveaux décalés, mitoyennes ou à proximité de talus :**



Les autres dispositions constructives liées à ce principe de fondation sont :

- largeur minimale de 0.50 m pour des semelles filantes et de 0.70 m pour des semelles isolées,
- béton dosé à 250 kg minimum (350 kg minimum dans l'eau),

Le dimensionnement des fondations est mené à partir des résultats au pénétromètre statique, conformément à la norme NFP 94-261 de juin 2013 (Justification des ouvrages géotechniques – Normes d'application nationale de l'Eurocode 7 – Fondations superficielles).

5.4.2.2. Hypothèses géotechniques

Parcelles n°1 et n°2 :

Au droit des parcelles n°1 et n°2, lorsque le niveau fini sera au niveau du TN actuel où nécessitera la réalisation de déblais (entre 0.65 m et 2.35 m pour la parcelle n°1 et de 0.80 à 4.70 m environ pour la parcelle n°2), on retiendra une solution de fondations superficielles par semelles filantes et/ou isolées à semi-profondes par puits ancrés au-delà de l'horizon de faible compacité.

La coupe observable au droit de ces parcelles est synthétisée ci-dessous :

- Limons ou limons sableux (formations n°2a et 2b) de compacité médiocre :
  - Profondeur moyenne de la base : 2.5 m ;
  - Qc : 3.0 MPa.

- Limons ou limons sableux (formations n°2a et 2b) de compacité faible :

  - Profondeur moyenne de la base : 6.5 m ;
  - Qc : 1.0 MPa.

- Argile sableuse (formation n°3) ou craie (formation n°4) de compacité moyenne
  - Profondeur moyenne de la base : 8.0 m ;
  - Qc : 7.0 MPa.

- Craie (formation n°4) de bonne compacité
  - Profondeur moyenne de la base : 12.0 m ;
  - Qc : 15.0 MPa.

Parcelle n°3 :

Au droit de la parcelle n°3, lorsque le niveau fini sera au niveau du TN actuel où nécessitera la réalisation de déblais (entre 0.50 à 8.50 m environ), on retiendra une solution de fondations superficielles par semelles filantes et/ou isolées à semi-profondes par puits ancrés au-delà de l'horizon de faible compacité.

La coupe observable au droit de ces parcelles est synthétisée ci-dessous :

- Limons ou limons sableux (formations n°2a et 2b) de compacité moyenne :
  - Profondeur moyenne de la base : 0.5 à 1.70 m environ ;
  - Qc : 7.0 MPa.

- Craie (formation n°4) de bonne compacité :
  - Profondeur moyenne de la base : 12.0 m ;
  - Qc : 10.0 MPa.

Parcelle n°4 :

Elle est prévue en remblais uniquement d'après les coupes transmises.

5.4.2.3. Prédimensionnement des fondations

Le prédimensionnement des fondations est mené à partir des résultats pénétrométriques, conformément à la norme NFP 94-261 de juin 2013 (Justification des ouvrages géotechniques – Normes d'application nationale de l'Eurocode 7 – Fondations superficielles).

Capacité portante :

On s'assurera que la charge verticale transmise par la fondation superficielle au terrain Vd est inférieure à la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle $R_{v;d}$:

$$V_d - R_0 \leq R_{v;d} \qquad R_{v;d} = \frac{R_{v;k}}{\gamma_{R;v}} \qquad R_{v;k} = \frac{A' q_{net}}{\gamma_{R;d;v}}$$

R_0 est la valeur du poids de volume de sol constitué du volume de la fondation sous le terrain après travaux et des sols compris entre la fondation et le terrain après travaux – ici négligé.

$R_{v;d}$ est la valeur de calcul de la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle

$\gamma_{R;v}$ est un facteur partiel à considérer, égal à 2.30 à l'ELS quasi-permanent et caractéristique et 1.40 à l'ELU pour les situations durables et transitoires.

$R_{v;k}$ est la valeur caractéristique de la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle.

A' est la surface effective de la base d'une fondation superficielle.

q_{net} est la contrainte associée à la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle.

$\gamma_{R;d;v}$ est le coefficient de modèle lié à la méthode de calcul utilisée pour le calcul de la contrainte q_{net} (1.20 pour la méthode pressiométrique).

Calcul de q_{net}, contrainte associée à la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle :

La contrainte q_{net} du terrain sous une fondation est déterminée à partir de la relation suivante :

$$q_{net} = k_c q_{ce} i_\delta i_\beta$$

Avec :

- kc est le facteur de portance pénétrométrique qui dépend des dimensions de la fondation, de son encastrement équivalent et de la nature du sol. Il est lui-même dépendant de q_{ce}.
- q_{ce} est la résistance de pointe équivalente, qui peut être différente selon qu'on l'étudie les ELS ou les ELU.
- i_δ est le coefficient de réduction de portance lié à l'inclinaison du chargement (on considère ici une charge verticale centrée, soit i_δ = 1.00).
- i_β est le coefficient de réduction de portance lié à la proximité d'un talus de pente β (pour une fondation éloignée d'un talus, i_β = 1.00).

Parcelles n°1 et n°2 :

Ainsi, on obtient pour une semelle de 1.00 m de côté, ancré de 0.30 m dans les formations suivantes :

Sol	Kc	q_{ce} (MPa)	q_{net} (MPa)	ELS (MPa)	ELU (MPa)
2 – Limons	0.09	3	0.27	0.10	0.16
3 – Argile	0.27	7	1.89	0.68	1.12
4 – Craie	0.11	15	1.65	0.60	0.98

Avec :

- aux ELU, pour les situations durables et transitoires,
- aux ELS quasi-permanent et caractéristique.

Compte tenu du projet, on limitera la contrainte admissible à :

- **0.10 MPa aux ELS dans les limons sableux,**
- **0.20 MPa aux ELS dans l'argile,**
- **0.20 MPa aux ELS dans la craie.**

Parcelle n°3 :

Ainsi, on obtient pour une semelle de 1.00 m de côté, ancré de 0.30 m dans les formations suivantes :

Sol	Kc	q_{ce} (MPa)	q_{net} (MPa)	ELS (MPa)	ELU (MPa)
2 – Limons	0.09	7	0.63	0.23	0.38
4 – Craie	0.11	10	1.10	0.40	0.65

Avec :

- aux ELU, pour les situations durables et transitoires,
- aux ELS quasi-permanent et caractéristique.

Compte tenu du projet, on limitera la contrainte admissible à :

- **0.20 MPa aux ELS dans les limons sableux,**
- **0.20 MPa aux ELS dans la craie.**

Limite du dimensionnement

Dans le cas où les charges seraient inclinées, par exemple pour des semelles excentrées en limite de propriété, il conviendra d'appliquer les coefficients minorateurs i_δ et i_β (cf. les recommandations de l'annexe D de la norme NFP 94-261).

Les tassements ont été calculés selon les recommandations de l'annexe H norme NFP 94-261 pour des charges verticales centrées et pour des sollicitations et dimensions de semelles précises.

On rappelle que les tassements sont dimensionnant pour les ouvrages. Ainsi, en fonction de l'admissibilité des tassements, une limitation de charge pourra s'appliquer.

5.4.3. Dispositions constructives

Les choix constructifs ne peuvent être faits que par le BET structure mais les points suivants sont toutefois à signaler :

- il est recommandé de ne pas descendre la largeur des fondations en dessous de 0.50 m pour des semelles continues et de 0.70 m pour des semelles ponctuelles pour des raisons de bonne exécution (cela permet d'assurer un enrobage correct des armatures standards) ;
- le niveau bas sera rigidifié au maximum pour limiter l'effet des tassements différentiels ;
- en cas de deux bâtiments ou de deux parties d'un même bâtiment, fondés de façon différente ou présentant un nombre de niveaux différent, il conviendra de s'assurer que la structure peut s'adapter sans danger aux tassements différentiels qui pourraient se produire ;
- dans le cas contraire, les projeteurs devront prévoir un joint de construction intéressant toute la hauteur de l'ouvrage, y compris les fondations elles-mêmes.

Par ailleurs, des fondations établies à des niveaux différents et à proximité de talus doivent respecter la règle des 3 de base pour 2 de hauteur entre arêtes de fondations et/ou pied de talus (NF P 94-261).

Sur une plateforme pré-terrassée ou reconstituée, les fondations doivent impérativement être coulées à pleine fouille et non coffrées.

Afin d'éviter une décompression du sol de fondation, un béton de propreté sera immédiatement coulé après terrassement afin de le protéger.

La justification du dimensionnement devra faire l'objet d'une étude spécifique dans le cadre d'une étude de projet géotechnique (G2 PRO).

5.5. Protection des ouvrages vis-à-vis de l'eau

Il appartient aux concepteurs de s'assurer auprès des services compétents que le terrain n'est pas inondable.

Le projet n'étant pas enterré, les variations du niveau de la nappe n'auront pas d'influence.

Il n'a pas été rencontré d'eau dans les sondages au moment des investigations.

5.6. Préparation de la plateforme de chaussée

5.6.1. Préambule

L'étude de dimensionnement des voiries ne fait pas partie de la présente mission et devra faire l'objet d'une mission complémentaire dans le cadre d'une étude en phase projet (G2 PRO). Les indications données ici ne constituent qu'une première approche, un prédimensionnement.

Pour l'ébauche dimensionnelle des structures, nous avons utilisé le guide technique de réalisation des remblais et des couches de forme SETRA & LCPC de septembre 1992 (GTR),

5.6.2. Hypothèses de calcul

La classe de trafic ne nous a pas été fournie. Nous avons donc considéré une classe de trafic T1 (entre 350 et 700 PL/ jour et par sens de circulation).

5.6.3. Partie Supérieure des Terrassements (PST) et classe d'arase

La partie supérieure des terrassements est constituée par des sols limono-sableux de type A1 dans un état hydrique moyen à sec « m » à « s » et des sols crayeux assimilables à des sols de type A1, également dans un état hydrique « m » à « s ».

Lorsque les terrassements en déblai sont exécutés, la PST peut être estimée, en fonction des sols en présence, pour le sol support sans drainage ni amélioration, entre PST n°1, AR1 et PST n°3, AR1.

Cette classe peut évoluer en fonction des conditions météorologiques et chuter en PST n°0 avec AR0.

Des travaux préparatoires (drainage, purge et substitution, cloutage, mise en place de géogrilles, etc…) pourront être nécessaires pour obtenir une portance PST n°3, AR2 minimum.

Les travaux devront être réalisés en période météorologique favorable afin d'obtenir des matériaux en état hydrique moyen à sec et pour permettre une circulation des engins sur la PST sans difficulté.

Si, toutefois, les travaux sont réalisés en période défavorable, des sujétions seront à prévoir afin d'augmenter la portance avant la réalisation de la couche de forme.

5.6.4. Couche de forme

Les caractéristiques de la couche de forme (matériaux utilisés et épaisseurs) sont fournies dans le fascicule II du GTR 92, en fonction des classes de PST et AR.

Pour obtenir une PF3 (EV2 ≥ 80 MPa) à partir d'une PST n°, AR 1, il est nécessaire d'appliquer les préconisations suivantes :

Etat hydrique de la PST	Classe PST / AR	Amélioration de la PST	Couche de forme
th	PST 0 / AR 0	Drainage latéral + traitement à la chaux sur 50 cm d'épaisseur	✓ 0.35 m de matériaux A1 traités au liant et éventuellement à la chaux ou ✓ 0.40 m de matériaux de type R21 (0/60 ou 0/100) au-dessus d'un géotextile
h	PST 1 / AR 1	Traitement à la chaux sur 50 cm d'épaisseur	
m	PST 2 / AR 1	Pas nécessaire	
s	PST 3 / AR 1		
ts			

5.6.5. Structure type de chaussée

L'étude de dimensionnement des voiries ne fait pas partie de la présente mission et devra faire l'objet d'une mission complémentaire dans le cadre d'une étude en phase projet (G2 PRO).

Sur la base d'une assise de classe PF3, on peut proposer, à titre d'exemple et de prédimensionnement, la structure de chaussée suivante :

Couches	Epaisseur
Couche de surface	2.5 cm BBTM 6 cm BBSG ou BBME (avec atelier de compactage adapté)
Fondation et base	27 cm de GC4 (0/20)
Plateforme	PF3 (EV2 > 80 MPa)

BBTM : Béton Bitumineux Très Mince
BBSG/BBME : Béton Bitumineux Semi Grenu / Béton Bitumineux à Module Elevé
GC : Grave ciment

L'entreprise pourra proposer des structures différentes dans la mesure où elles sont équivalentes (à justifier par note technique).

La structure de chaussée devra être vérifiée en fonction de la circulation effective prévue sur les voiries et de la tenue au gel.

GINGER CEBTP se tient à la disposition du Maître d'œuvre ou de l'entreprise pour la réalisation des essais de contrôle à tout stade de l'exécution.

5.7. Tranchées

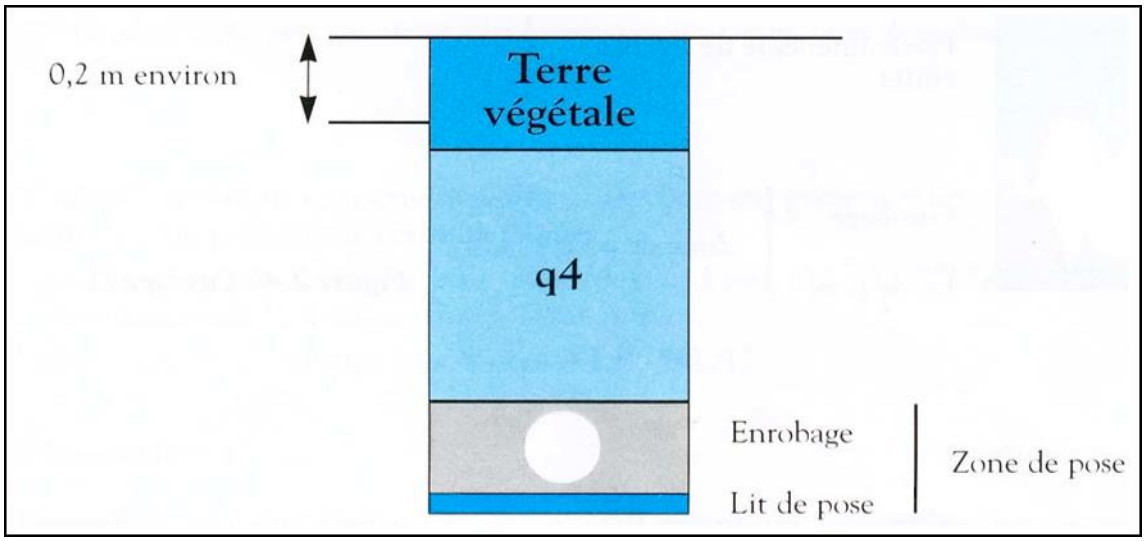
Les locaux devront être raccordés aux réseaux existants. Selon l'emplacement des réseaux, les préconisations ci-après portent sur les structures à envisager et les caractéristiques des matériaux.

5.7.1. Remblai pour le réseau d'assainissement : réutilisation des matériaux

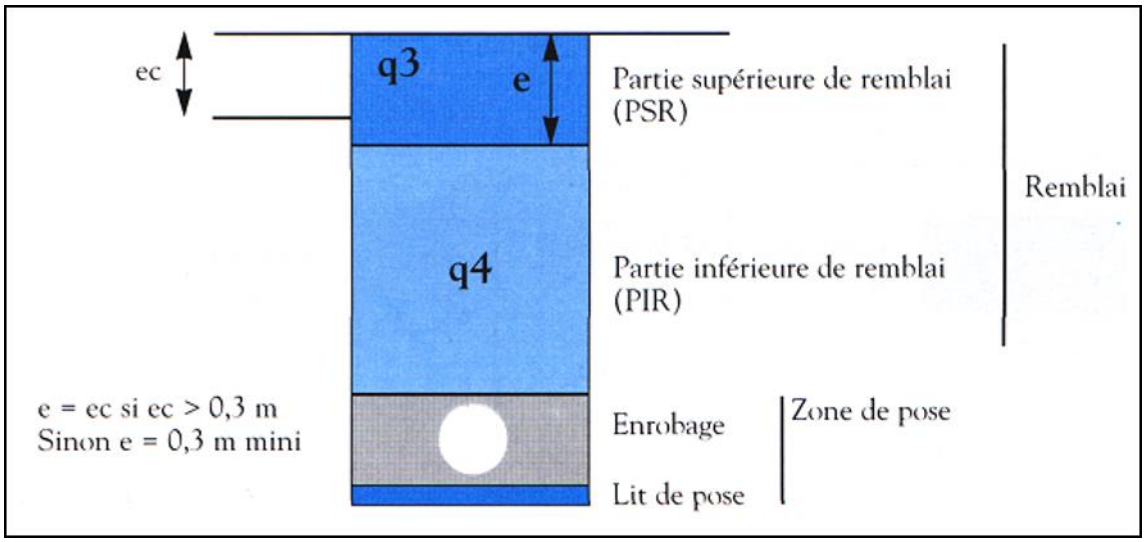
Les objectifs de densification et les croquis ci-dessous sont donnés à titre indicatif selon les recommandations du Guide Technique pour le Remblayage des Tranchées et Réfection des Chaussées (Guide LCPC-SETRA de mai 1994).

Quatre cas distincts peuvent se présenter sur le site :

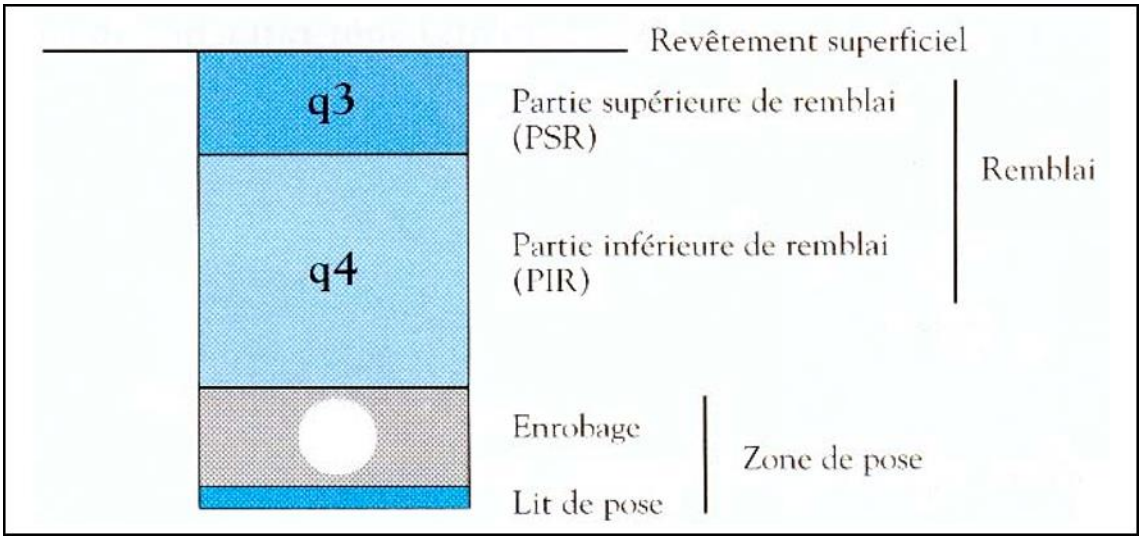
- **Canalisation sous espaces verts : une structure de type IV**, correspondant à la figure ci-dessous, sera retenue :



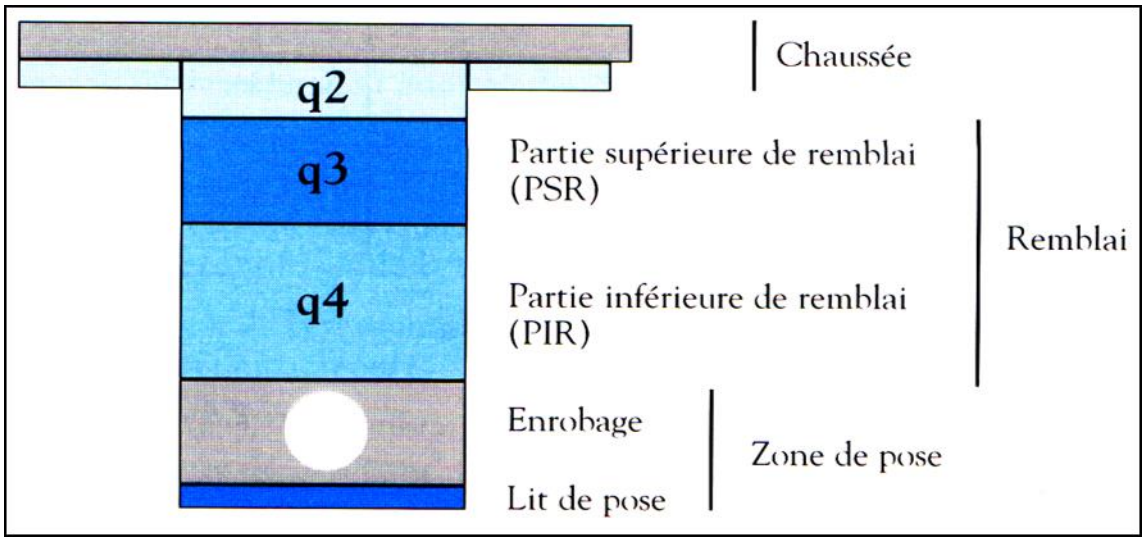
- **Canalisation sous accotements : une structure de type III**, correspondant à la figure ci-dessous, sera retenue :



- **Canalisation sous trottoir : une structure de type II**, correspondant à la figure ci-dessous, sera retenue :



- **canalisation sous chaussée : une structure de type I**, correspondant à la figure ci-dessous, sera retenue :



Dans tous les cas, on veillera à ce que les points suivants soient respectés :

- fond de tranchée compacté en deux passes de compacteurs de géométrie appropriée permettant d'assurer la stabilité et la planéité du fond de la tranchée ;
- enrobage de la canalisation par des matériaux comportant peu d'éléments grossiers et non argileux de manière à ne pas offrir d'entraînement hydraulique en cas de remontée de la nappe ;
- recouvrement de la canalisation (matériau d'enrobage) sur une hauteur comprise entre 10 cm minimum et 30 cm maximum.

5.7.2. Matériaux utilisables en remblai

Le **niveau q4**, correspondant à la partie inférieure du remblai non sollicitée par des charges lourdes, pourra être constitué par les matériaux cités dans le tableau ci-dessous (après contrôle de leur état hydrique) :

Tableau 3.2 - Matériaux utilisables en remblayage de la partie inférieure de remblai — *Objectif de densification q4*

Appellation selon NF P 11-300 Sols	Symbole classification GTR	Assimilation pour le compactage
Sols fins	A1h ; A1m ; A1s ; A2h ; A2m ;	
Sols sableux et graveleux avec fines	B1 ; B2h ; B2m ; B2s ; B3 ; B4h ; B4m ; B4s ; B5h ; B5m ; B5s B6h ; B6m ;	
Sols comportant des fines et des gros éléments	C1A1h ; C1A1m ; C1A2h ; C1A2m C2A1h ; C2A1m ; C2A2h ; C2A2m C1B2h ; C1B2m ; C1B4h ; C1B4m C1B5h ; C1B5m ; C1B6h ; C1B6m C2B2h ; C2B2m ; C2B4h ; C2B4m C2B5h ; C2B5m ; C2B6h ; C2B6m	
Sols comportant des fines (non argileuses) et des gros éléments	C1B1 ; C1B3 ; C2B1 ; C2B3	
Sols insensibles à l'eau	D1 ; D2 ; D3	
Appellation selon NF P 11-300 Matériaux rocheux	**Symbole classification GTR**	**Assimilation pour le compactage**
Craies	R11 ; R12h ; R12m ; R13h ; R13m	
Calcaires rocheux divers	R21 ; R22 ; R23	R22 et R23 assimilés à C2B4
Roches siliceuses*	R41 ; R42 ; R43	R42 assimilé à C2B4 R43 assimilé à C1B1
Roches magmatiques et métamorphiques	R61 ; R62 ; R63 ;	R62 et R63 assimilés à C2B4
Appellation selon NF P 11-300 Sous-produits industriels	**Symbole classification GTR**	**Assimilation pour le compactage**
Cendres volantes et cendres de foyer silico-alumineuses de centrales thermiques	F2h ; F2m ; F2s	F2 assimilé à A1
Schistes houillers	F31 ; F32 ;	F31 et F32 assimilés à D3
Schistes des mines de potasse	F41 ;	F41 assimilé à B5
Mâchefers d'incinération des ordures ménagères	F61 ; F62 ;	F61 et F62 assimilés à B4
Matériaux de démolition	F71 ;	F71 assimilé à C2B4
Laitiers de haut-fourneau	F8 ;	fonction du type d'obtention
Matériaux d'apport élaborés	**Difficulté de compactage**	
Matériaux élaborés	DC1, DC2, DC3	

Les matériaux mis en œuvre en niveau q4 devront répondre aux exigences de compactage suivantes :

- densité sèche moyenne de la couche ≥ 95% ρd_{OPN},
- densité sèche en fond de couche ≥ 92% ρd_{OPN}.

L'épaisseur du niveau q4 est fonction de la hauteur de la tranchée et des épaisseurs des niveaux q3 et q2. Dans la mesure où l'épaisseur du niveau q4 ne dépasserait pas 0.15 m, le remblai serait obligatoirement réalisé avec le même matériau que celui de la partie supérieure du remblai.
Le **niveau q3** correspond à la partie supérieure du remblai subissant des sollicitations dues à l'action du trafic ou au revêtement de la chaussée en cas d'absence de charges lourdes.

Seuls les matériaux cités dans le tableau ci-dessous pourront entrer dans la constitution du niveau q3 :

Appellation selon NF P 11-300 Sols	Symbole classification GTR	Assimilation pour le compactage
Sols sableux et graveleux avec fines (non argileuses)	B1 ; B3	
Sols comportant des fines (non argileuses) et des gros éléments	C1B1 ; C1B3 ; C2B1 ; C2B3 C2B1 ; C2B3 C1B4 ; C2B4 après élimination de la fraction, fine O/d	
Sols insensibles à l'eau	D1 ; D2 ; D3	
Appellation selon NF P 11-300 Matériaux rocheux	**Symbole classification GTR**	**Assimilation pour le compactage**
Craies	R11	
Calcaires rocheux divers	R21 ; R22	R22 assimilé à C2B4
Roches siliceuses*	R41 ; R42 ;	R42 assimilé à C2B4
Roches magmatiques et métamorphiques	R61 ; R62 ;	R62 assimilé à C2B4
Appellation selon NF P 11-300 Sous-produits industriels	**Symbole classification GTR**	**Assimilation pour le compactage**
Schistes houillers	F31	F31 assimilé à D3
Mâchefers d'incinération des ordures ménagères	F61 ; F62 Se référer à la réglementation pour l'utilisation	F61 et F62 assimilés à B4
Matériaux de démolition	F71	F71 assimilé à C2B4
Laitiers de haut-fourneau	F8	fonction du type d'obtention
Matériaux d'apport élaborés	**Difficulté de compactage**	
Matériaux élaborés	DC1, DC2, DC3	

Les matériaux mis en œuvre en niveau q3 devront répondre aux exigences de compactage suivantes :

- densité sèche moyenne de la couche ≥ 98.5% ρd_{OPN},
- densité sèche en fond de couche ≥ 96% ρd_{OPN}.

Des contrôles à la plaque ou à la dynaplaque permettront de vérifier qu'une portance de 50 MPa minimum est obtenue en surface du niveau q3.

Les matériaux utilisés en q3 ne devront pas présenter de « sensibilité à l'eau » que ce soit dans leur état naturel ou après leur avoir fait subir un traitement approprié.

L'épaisseur du niveau q3 à mettre en œuvre est fonction du trafic. Elle sera donc de 0.3 m minimum pour un trafic faible et de 0.6 m minimum pour un trafic fort.

Le **niveau q2** s'applique aux couches de chaussées.

Ce niveau correspondra à une réfection de voirie qui ne pourra être définie qu'en fonction de la classe de trafic retenue pour la voirie.

Pour les préconisations de remblayage des tranchées, l'entreprise se reportera au guide technique de remblayage des tranchées édité par le SETRA-LCPC.

5.7.3. Conditions de réemploi des matériaux du site

Les matériaux du site appartiennent à la classe A1 pour les limons sableux et la craie des formations n°1 et 4 dans des états hydriques moyens à sec « m à s ».

Les matériaux prélevés sur le site ont été caractérisés selon les préconisations du GTR (guide LCPC-SETRA 1994 – NF P11-300).

Niveau q4 :
Les limons sableux et la craie de classe GTR A1 entrent dans le tableau récapitulatif présenté précédemment et peuvent donc être réutilisés en l'état.

Niveau q3 et q2 :
Les matériaux du site n'entrant pas dans le tableau récapitulatif présenté précédemment, il conviendra donc d'utiliser des **matériaux d'apport**.

L'étude des tranchées, ainsi que l'étude de réemploi des matériaux du site ne fait pas partie de la présente mission et devra faire l'objet d'une mission complémentaire dans le cadre d'une étude en phase projet (G2 PRO).

Ginger CEBTP se tient à la disposition du Maître d'œuvre ou de l'entreprise pour la réalisation des essais de contrôle à tout stade de l'exécution.

Lors de la réalisation des travaux, la plus grande attention sera portée sur les points suivants :

- contrôle du niveau de portance de la plateforme,
- respect des épaisseurs préconisées,
- contrôle de la qualité des matériaux mis en œuvre et de leur compacité.

Ginger CEBTP se tient à la disposition du maître d'œuvre ou de l'entreprise pour la réalisation des essais de contrôle à tout stade de l'exécution.

NB : l'ensemble de ces préconisations est donné à titre d'exemple. Les matériaux disponibles sur place peuvent conduire à des dimensionnements de structure très différents. Nous nous tenons à disposition, dans le cadre d'une étude de projet, pour en vérifier la définition et les possibilités.

5.8. Infiltration des eaux

Au cours de la reconnaissance, il a été effectué des essais de perméabilité in situ à la fosse (essais de perméabilité MATSUO à charge constante ou variable), au niveau des sondages PU à PU19.

5.8.1. Résultats des essais

Afin d'estimer l'ordre de grandeur de la perméabilité des terrains en place, des essais de perméabilité relatifs aux normes ISO 22282-2 à 6, adaptés au site et au projet, ont été réalisés. Les résultats de ces essais de perméabilité sont donnés dans le tableau ci-dessous :

Sondage	Formation	Nature du sol	Profondeur de l'essai	Coefficient de perméabilité K	
				m/s	mm/h
M01	2b	Limon sableux	0.20 – 0.70 m	$1*10^{-4}$	360
M02	2b	Limon sableux	0.10 – 0.65 m	$3*10^{-5}$	108
M03	2a	Limon et craie	0.30 – 0.50 m	$1*10^{-5}$	36
M04	4	Craie	0.30 – 0.50 m	$1*10^{-5}$	36

M05	2b	Limon	0.20 – 0.50 m	$4*10^{-5}$	144
M06	2b	Limon	0.20 – 0.60 m	$3*10^{-5}$	108
M07	2b	Limon	0.30 – 0.80 m	$2*10^{-5}$	72
M08	2a	Limon	0.21 – 0.65 m	$1*10^{-5}$	36
M09	2b	Limon	0.29 – 0.70 m	$3*10^{-5}$	108
M10	2a	Limon	0.36 – 0.70 m	$6*10^{-6}$	21.6
PO01	2b	Sable	1.20 – 1.50 m	$4*10^{-5}$	144
PO02	2a	Limon	1.30 – 1.50 m	$4*10^{-6}$	14.4
PO03	2b	Sable	1.30 – 1.50 m	$2*10^{-5}$	72
PO04	4	Craie	1.20 – 1.50 m	$9*10^{-5}$	324
PO05	4	Craie	1.05 – 1.50 m	$7*10^{-6}$	25.2
PO06	4	Craie	1.20 – 1.50 m	$7*10^{-6}$	25.2
PO07	4	Craie	0.81 – 1.40 m	$6*10^{-6}$	21.6
PO08	2a	Limon crayeux	1.50 – 2.00 m	$8*10^{-6}$	28.8
PO09	2a	Limon sableux	0.84 – 1.50 m	$8*10^{-6}$	28.8

5.8.2. Interprétation

On constate que les valeurs de perméabilité mesurées sont :

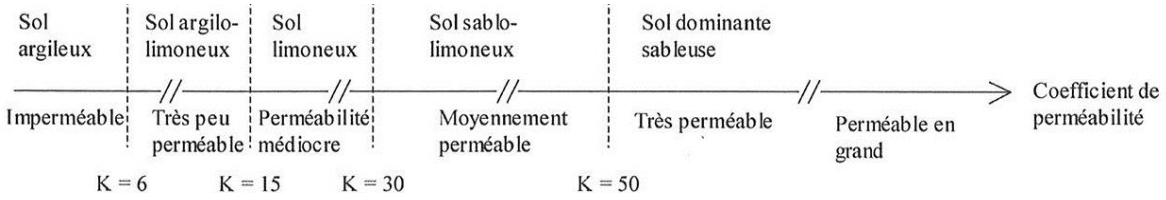
- Elevées dans les limons sableux de la formation 2b ;
- Médiocre dans les formations limoneuses et crayeuses n°2a et 4.

Les recommandations de la Police de l'Eau indiquent, qu'en termes de gestion des eaux pluviales, les objectifs à atteindre quantitativement sont :

- infiltrer l'équivalent du volume décennal ruisselé le plus défavorable, si la perméabilité des sols le permet ($K > 1{,}0.10^{-6}$ m/s) ;
- conserver une frange de sol non saturé de 1m au-dessus du niveau haut de la nappe.

Dans ce cadre, nous notons donc que les valeurs de perméabilité sont supérieures à la perméabilité limite et ne s'opposent donc pas à l'infiltration des eaux de pluies.

Les termes utilisés dans ce paragraphe sont ceux utilisés dans la norme XP DTU 64.1 P1-1 : Mise en œuvre des dispositifs d'assainissement non collectif, dont le tableau récapitulatif (page 19) est présenté ci-dessous (k exprimé en mm/h).



6. Observations majeures

On s'assurera que la stabilité des ouvrages et des sols avoisinants le projet est assurée pendant et après la réalisation de ce dernier.

Les conclusions du présent rapport ne sont valables que sous réserve des conditions générales des missions géotechniques de l'Union Syndicale Géotechnique fournies en annexe 1 (norme NF P94-500 de novembre 2013).

Nous rappelons que cette étude a été menée dans le cadre d'une étude de conception de niveau avant-projet (G2 AVP) et que, conformément à la norme NF P94-500 de novembre 2013, une étude de conception de niveau projet (G2 PRO) doit être envisagée (collaboration avec l'équipe de conception) pour :

- permettre l'optimisation du projet avec, notamment, prise en compte des interactions sol / structure ;
- vérifier la bonne transcription de toutes les préconisations dans les pièces techniques du marché.

Ginger CEBTP peut prendre en charge la maîtrise d'œuvre dans le domaine de la géotechnique, au stade du projet.

Cette étude de projet devra permettre, entre autres, de lever les aléas et incertitudes suivants :

- stabilité générale du site et des talus ;
- matériaux d'apports ;
- mise en œuvre des remblais ;
- systèmes de fondations et horizons d'ancrage.

ANNEXE 1 – NOTES GENERALES SUR LES MISSIONS GEOTECHNIQUES

- Classification des missions types d'ingénierie géotechnique,
- Schéma d'enchainement des missions types d'ingénierie géotechnique.

ENCHAINEMENT DES MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE

Extrait de la norme AFNOR sur les MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE (NF P 94-500 - version de Novembre 2013)

Enchaînement des missions G1 à G4	**Phases de la maîtrise d'œuvre**	**Mission d'ingénierie géotechnique (GN) et Phase de la mission**		**Objectifs à atteindre pour les ouvrages géotechniques**	**Niveau de management des risques géotechniques attendu**	**Prestations d'investigations géotechniques à réaliser**
Étape 1 : Étude géotechnique préalable (G1)		Étude géotechnique préalable (G1) Phase Étude de Site (ES)		Spécificités géotechniques du site	Première identification des risques présentés par le site	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
	Étude préliminaire, esquisse, APS	Étude géotechnique préalable (G1) Phase Principes Généraux de Construction (PGC)		Première adaptation des futurs ouvrages aux spécificités du site	Première identification des risques pour les futurs ouvrages	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
Étape 2 : Étude géotechnique de conception (G2)	APD/AVP	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Avant-projet (AVP)		Définition et comparaison des solutions envisageables pour le projet	Mesures préventives pour la réduction des risques identifiés, mesures correctives pour les risques résiduels avec détection au plus tôt de leur survenance	Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	PRO	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Projet (PRO)		Conception et justifications du projet		Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	DCE/ACT	Étude géotechnique de conception (G2) Phase DCE / ACT		Consultation sur le projet de base / Choix de l'entreprise et mise au point du contrat de travaux		
Étape 3 : Études géotechniques de réalisation (G3/G4)		À la charge de l'entreprise	À la charge du maître d'ouvrage			
	EXE/VISA	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Étude (en interaction avec la phase Suivi)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision de l'étude géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision du suivi)	Étude d'exécution conforme aux exigences du projet, avec maîtrise de la qualité, du délai et du coût	Identification des risques résiduels, mesures correctives, contrôle du management des risques résiduels (réalité des actions, vigilance, mémorisation, capitalisation des retours d'expérience)	Fonction des méthodes de construction et des adaptations proposées si des risques identifiés surviennent
	DET/AOR	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Suivi (en interaction avec la phase Étude)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision du suivi géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision de l'étude)	Exécution des travaux en toute sécurité et en conformité avec les attentes du maître d'ouvrage		Fonction du contexte géotechnique observé et du comportement de l'ouvrage et des avoisinants en cours de travaux
À toute étape d'un projet ou sur un ouvrage existant	Diagnostic	Diagnostic géotechnique (G5)		Influence d'un élément géotechnique spécifique sur e projet ou sur l'ouvrage existant	Influence de cet élément géotechnique sur les risques géotechniques identifiés	Fonction de l'élément géotechnique étudié

CLASSIFICATION DES MISSIONS TYPES D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE

Extrait de la norme AFNOR sur les MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE (NF P 94-500 - version de Novembre 2013)

L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étapes 1 à 3) doit suivre les étapes de conception et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géotechniques. Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit faire réaliser successivement chacune de ces missions par une ingénierie géotechnique. Chaque mission s'appuie sur des données géotechniques adaptées issues d'investigations géotechniques appropriées.

ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)

Cette mission exclut toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre de la mission d'étude géotechnique de conception (étape 2). Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire. Elle comprend deux phases :

Phase Étude de Site (ES)

Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site.

— Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours.

— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

— Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour réduire les conséquences des risques géotechniques majeurs identifiés. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

— Fournir un rapport de synthèse des données géotechniques à ce stade d'étude (première approche de la ZIG, horizons porteurs potentiels, ainsi que certains principes généraux de construction envisageables (notamment fondations, terrassements, ouvrages enterrés, améliorations de sols).

ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

Cette mission permet l'élaboration du projet des ouvrages géotechniques et réduit les conséquences des risques géotechniques importants identifiés. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend trois phases :

Phase Avant-projet (AVP)

Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

— Fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, les principes de construction envisageables (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions générales vis-à-vis des nappes et des avoisinants), une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique et la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure maîtrise des risques géotechniques.

Phase Projet (PRO)

Elle est réalisée au stade du projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées suffisamment représentatives pour le site.

— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

— Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisinants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités.

Phase DCE / ACT

Elle est réalisée pour finaliser le Dossier de Consultation des Entreprises et assister le maître d'ouvrage pour l'établissement des Contrats de Travaux avec le ou les entrepreneurs retenus pour les ouvrages géotechniques.

— Établir ou participer à la rédaction des documents techniques nécessaires et suffisants à la consultation des entreprises pour leurs études de réalisation des ouvrages géotechniques (dossier de la phase Projet avec plans, notices techniques, cahier des charges particulières, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel).

— Assister éventuellement le maître d'ouvrage pour la sélection des entreprises, analyser les offres techniques, participer à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.

ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées)

ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)

Cette mission permet de réduire les risques géotechniques résiduels par la mise en œuvre à temps de mesures correctives d'adaptation ou d'optimisation. Elle est confiée à l'entrepreneur sauf disposition contractuelle contraire, sur la base de la phase G2 DCE/ACT. Elle comprend deux phases interactives :

Phase Étude

— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

— Étudier dans le détail les ouvrages géotechniques : notamment établissement d'une note d'hypothèses géotechniques sur la base des données fournies par le contrat de travaux ainsi que des résultats des éventuelles investigations complémentaires, définition et dimensionnement (calculs justificatifs) des ouvrages géotechniques, méthodes et conditions d'exécution (phasages généraux, suivis, auscultations et contrôles à prévoir, valeurs seuils, dispositions constructives complémentaires éventuelles).

— Élaborer le dossier géotechnique d'exécution des ouvrages géotechniques provisoires et définitifs : plans d'exécution, de phasage et de suivi.

Phase Suivi

— Suivre en continu les auscultations et l'exécution des ouvrages géotechniques, appliquer si nécessaire des dispositions constructives prédéfinies en phase Étude.

— Vérifier les données géotechniques par relevés lors des travaux et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats).

— Établir la prestation géotechnique du dossier des ouvrages exécutés (DOE) et fournir les documents nécessaires à l'établissement du dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage (DIUO)

SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

Cette mission permet de vérifier la conformité des hypothèses géotechniques prises en compte dans la mission d'étude et suivi géotechniques d'exécution. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend deux phases interactives :

Phase Supervision de l'étude d'exécution

— Donner un avis sur la pertinence des hypothèses géotechniques de l'étude géotechnique d'exécution, des dimensionnements et méthodes d'exécution, des adaptations ou optimisations des ouvrages géotechniques proposées par l'entrepreneur, du plan de contrôle, du programme d'auscultation et des valeurs seuils.

Phase Supervision du suivi d'exécution

— Par interventions ponctuelles sur le chantier, donner un avis sur la pertinence du contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur (G3), du comportement tel qu'observé par l'entrepreneur de l'ouvrage et des avoisinants concernés (G3), de l'adaptation ou de l'optimisation de l'ouvrage géotechnique proposée par l'entrepreneur (G3).

— donner un avis sur la prestation géotechnique du DOE et sur les documents fournis pour le DIUO.

DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)

Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques, dans le cadre d'une mission ponctuelle. Ce diagnostic géotechnique précise l'influence de cet ou ces éléments géotechniques sur les risques géotechniques identifiés ainsi que leurs conséquences possibles pour le projet ou l'ouvrage existant.

— Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

— Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'étude de l'état général de l'ouvrage existant.

— Si ce diagnostic conduit à modifier une partie du projet ou à réaliser des travaux sur l'ouvrage existant, des études géotechniques de conception et/ou d'exécution ainsi qu'un suivi et une supervision géotechniques seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3).

ANNEXE 2 – PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES

Sondage	X	Y	Z
M02	769240.151	6907681.34	105.968
M03	769185.801	6907435.91	94.804
M04	769333.379	6907229	92.175
M05	769552.935	6907108.51	84.772
M06	769819.216	6907190.8	83.366
M07	769865.782	6907237.64	85.037
M08	769922.691	6907312.47	87.583
M09	769861.535	6907467.06	96.453
M13	769308.653	6907681.93	112.384
M14	769188.585	6907492.79	97.125
M15	769565.957	6907456.46	99.075
M16	769354.317	6907254.91	92.856
M17	769644.995	6907242.63	86.67
M18	769782.246	6907168.06	83.134
M19	769812.014	6907450.55	97.072
PD01	769532.169	6907792.1	110.5
PD02	769373.098	6907625.51	109.067
PD03	769837.874	6907485.83	99.45
PD04	769443.778	6907383.16	95.011
PD05	769692.378	6907383.48	90.618
PD06	769582.825	6907190.11	85.821
PS01	769355.761	6907885.52	100
PS02	769432.196	6907871.29	105.1
PS03	769477.909	6907848.43	105.8
PS04	769560.746	6907908.38	103.5
PS05	769545.921	6907840.69	105.9
PS06	769638.515	6907840.69	103.7
PS07	769721.863	6907854.2	103.5
PS08	769790.838	6907798.57	102.1
PS09	769734.785	6907769.02	106.9
PS10	769616.964	6907789.74	106.3
PS11	769559.496	6907772.62	105.6
PS12	769379.473	6907797.45	108.4
PS13	769295.29	6907811.94	103.2
PS14	769403.785	6907758.87	107.9
PS15	769480.726	6907737.72	107.5
PS16	769538.216	6907706.86	105
PS17	769623.452	6907700.29	105.7
PS18	769693.861	6907685.2	103.9
PS19	769764.501	6907718.99	107.5
PS20	769823.184	6907641.9	111.262
PS21	769771.246	6907628.77	105.5
PS22	769469.628	6907594.5	108.952
PS23	769407.239	6907614.67	109.409
PS24	769356.152	6907672.77	112.705
PS25	769268.105	6907701.47	109.023
PS26	769313.133	6907601.94	106.602
PS27	769214.67	6907607.8	102.357
PS28	769337.987	6907549.01	104.208

PS29	769473.796	6907531.04	106.183
PS30	769189.388	6907545.25	98.583
PS31	769219.709	6907497.28	98.134
PS32	769309.172	6907499.22	99
PS33	769171.634	6907473.15	95.566
PS34	769250.463	6907418.2	97.581
PS35	769386.304	6907423.79	96.983
PS36	769325.049	6907361.4	95.837
PS37	769220.723	6907333.17	93.598
PS38	769295.048	6907338.81	94.862
PS39	769410.88	6907325.76	92.52
PS40	769476.077	6907361.56	93.721
PS41	769499.708	6907305.28	90.933
PS42	769571.9	6907294.29	88.007
PS43	769519.7	6907465.74	99.62
PS44	769618.419	6907487.05	101.853
PS45	769595.757	6907381.43	92.475
PS46	769660.105	6907405.93	93.442
PS47	769673.132	6907350.45	89.233
PS48	769703.412	6907453.98	94.929
PS49	769765.835	6907425.81	92.697
PS50	769826.031	6907463.35	97.576
PS51	769857.81	6907398.03	92.8
PS52	769740.055	6907300.5	87.335
PS53	769885.089	6907372.77	90.645
PS54	769858.305	6907269.16	85.748
PS55	769908.839	6907291.31	87.075
PS56	769758.375	6907224.81	84.427
PS57	769609.543	6907252.36	87.997
PS58	769747.701	6907191.12	83.896
PS59	769647.786	6907165.94	83.729
PS60	769769.507	6907118.23	82.998
PS61	769502.52	6907090.36	85.261
PS62	769502.017	6907185.62	88.416
PS63	769422.064	6907156.58	90.432
PS64	769385.418	6907257.65	92.705
PS65	769197.53	6907288.82	92.646
PS66	769831.102	6907567.37	108.114
SP02	769246.051	6907265.99	92.59
SP03	769900.608	6907256.11	85.002

- Sondages pressiométriques (3u) SP
- Sondages pénétromètre statique (66u) PS
- Sondage à la tarière (66u) TA
- Sondages au pénétromètre dynamique (6u) PD
- Perméabilité de type MATSUO à 0,50 m de prof (10u) PU 1 à 10
- Perméabilité de type PORCHET à 1,50 m de prof (9u) PU 11 à 19
- Sondage archéo ne présentant aucuns vestiges
- Sondage archéo présentant des vestiges
- Sondage archéo présentant des trous d'obus

COMMUNE DE CHAMPIGNY

Zone Logistique "Les Sables"

Plan d'implantation des sondages géotechniques

Echelle : 1/2000ème

ANNEXE 3 – SONDAGES SEMI-DESTRUCTIFS A LA TARIERE

- Sondages pressiométriques SP1, SP2 et SP3
  - Coupes des sondages SP1 à SP3,
  - Courbes pressiométriques (p_{l^*} et E_M),

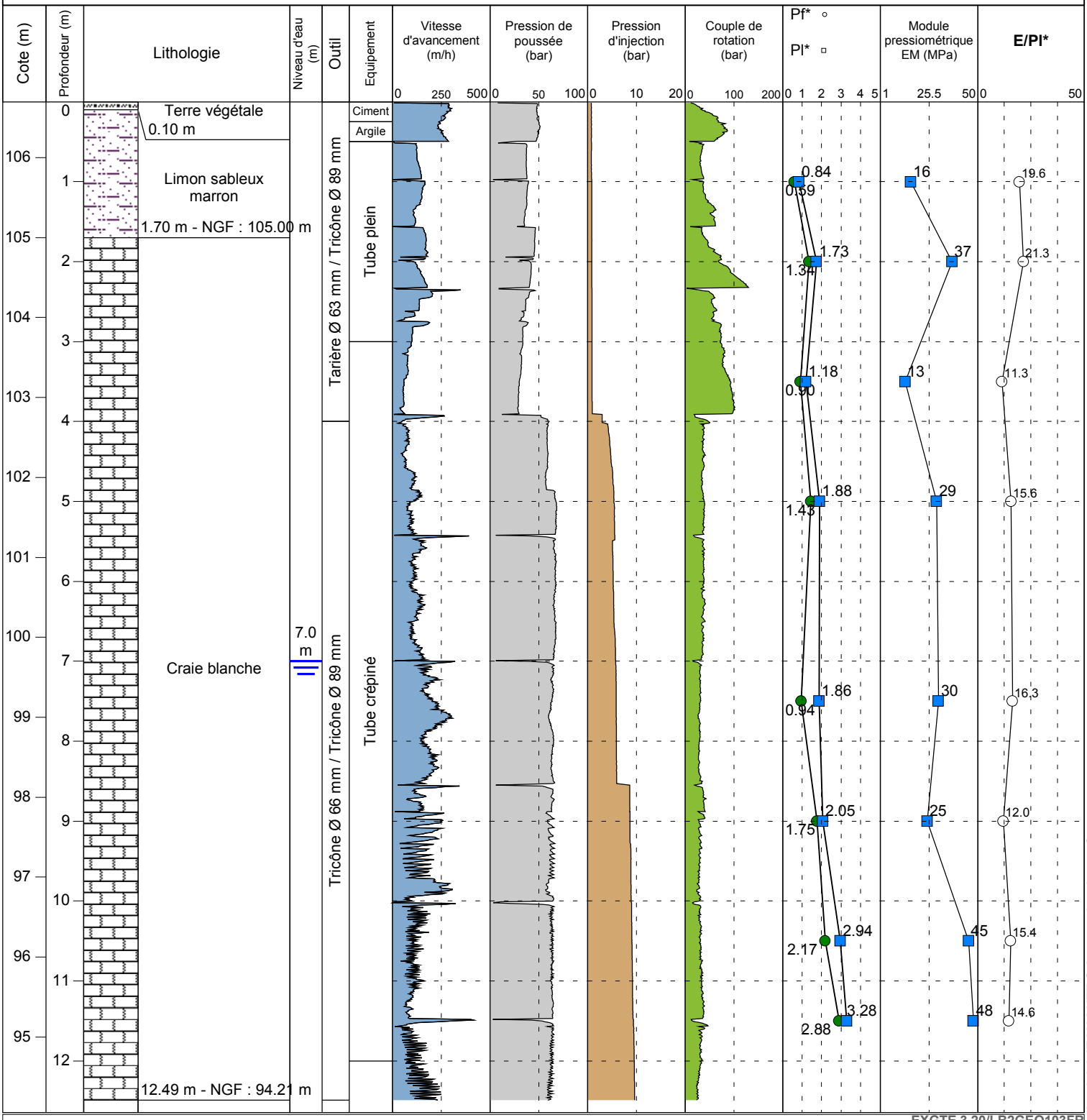
- Piézomètres PZ1 à PZ3
  - Coupe des piézomètres

- Sondages à la tarière TA1 à TA66
  - Coupe des sols

SONDAGE PRESSIOMETRIQUE SP01/PZ01

Dossier : NRE2.I.192
Localité : Champigny
Chantier : Aménagement zone logistique

Client : SAS Champigny Les Sables
Echelle : 1/68
Machine : M240
X :
Y :
Z : 106.7
Date début de forage : 21/08/2018
Date fin de forage : 21/08/2018
Profondeur de fin : 12.49m



Observation :

EXGTE 3.20/LB2GEO103FR

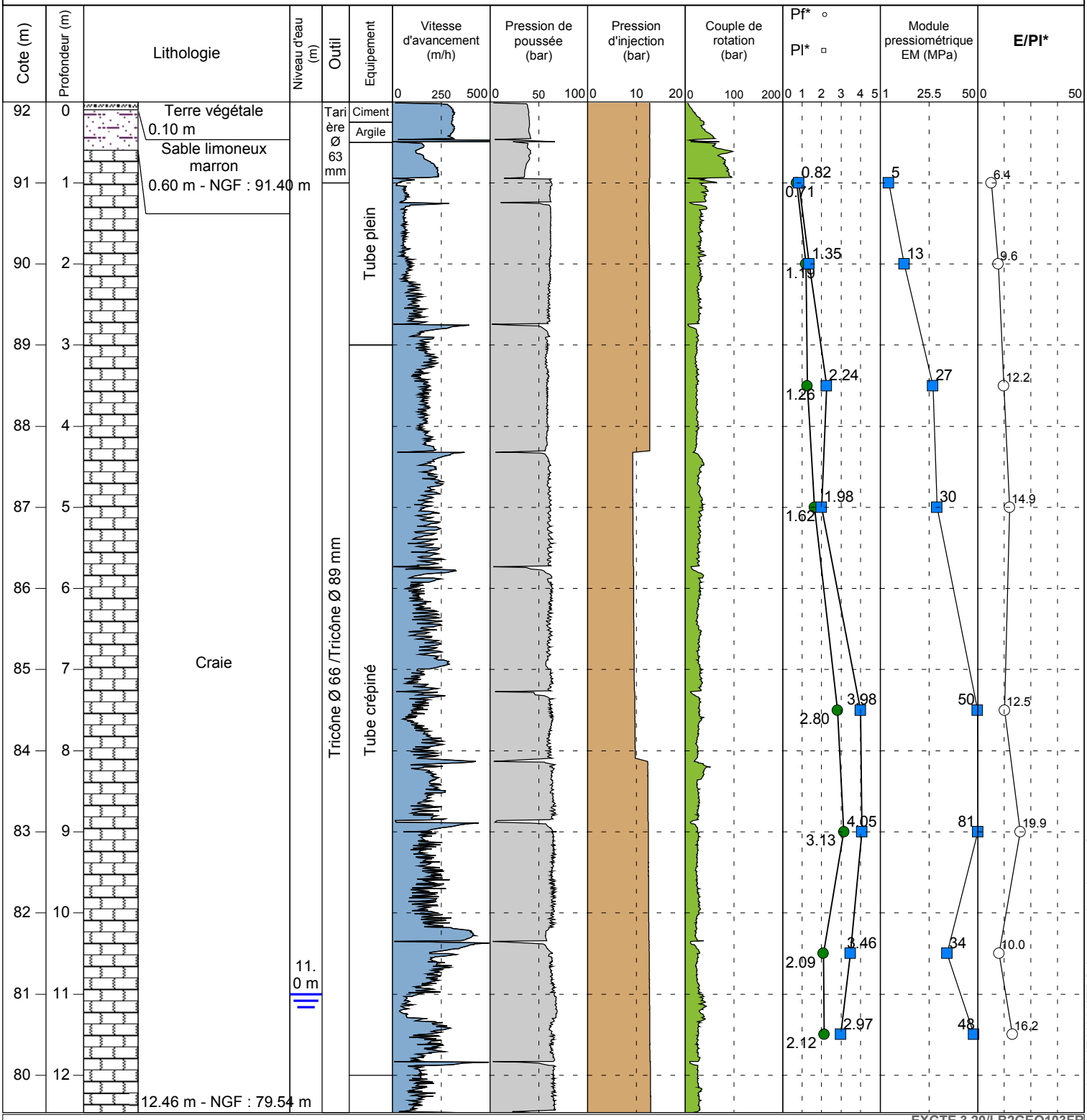
Log pressiométrique - E158-2 V0 du 21/07/2016

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

SONDAGE PRESSIOMETRIQUE SP02/PZ02

Dossier : NRE2.I.192
Localité : Champigny
Chantier : Aménagement zone logistique

Client : SAS Champigny Les Sables
Echelle : 1/67
Machine : M240
X :
Y :
Z : 92.0
Date début de forage : 20/08/2018
Date fin de forage : 21/08/2018
Profondeur de fin : 12.46m



Observation :

EXGTE 3.20/LB2GEO103FR

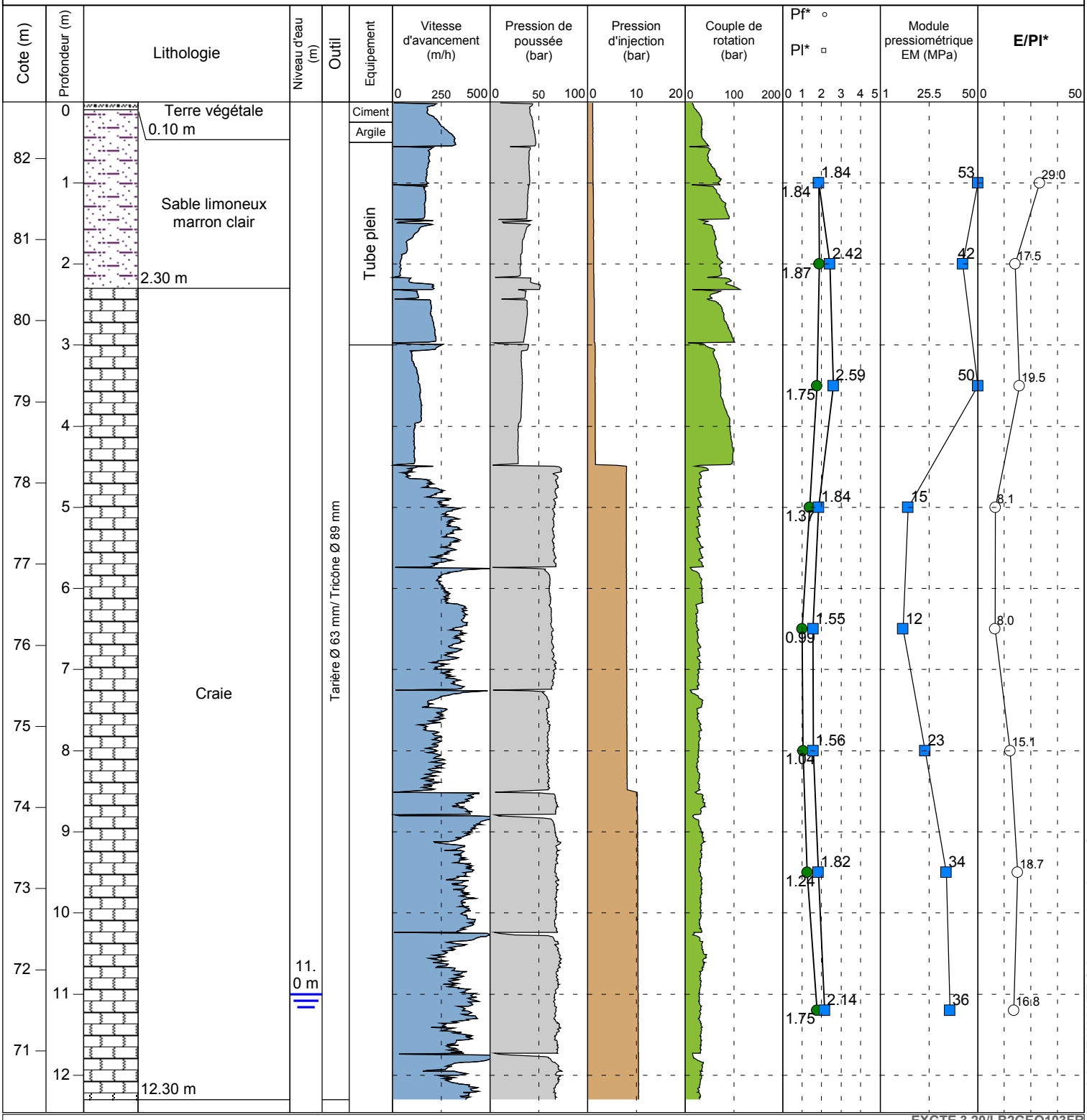
Log pressiométrique - E158-2 V0 du 21/07/2016

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

SONDAGE PRESSIOMETRIQUE SP03/PZ03

Dossier : NRE192
Localité : Champigny
Chantier : Aménagement zone logistique

Client : SAS Champigny Les Sables
Echelle : 1/67
Machine : M240
X :
Y :
Z : 82.7
Date début de forage : 20/08/2018
Date fin de forage : 20/08/2018
Profondeur de fin : 12.30m



Observation :

EXGTE 3.20/LB2GEO103FR

Log pressiométrique - E158-2 V0 du 21/07/2016

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

SONDAGE A LA TARIERE TA1

Chantier: CHAMPIGNY (51) - Aménagement d'une zone d'activité logistique

Dossier : NRE2.I.192

Client : CHAMPIGNY LES SABLES SAS

Echelle : 1/17

Machine : SOCO15

Date début de forage : 14/09/2018

Date fin de forage : 14/09/2018

Profondeur de fin : 3.00m

Outil	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)
Tarière Ø 63 mm	0	Limon beige	
	0.60 m		
	1	Craie	
	2		
	3		
	3.00 m		

Observation : Absence d'eau.

EXGTE 3.20

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

SONDAGE A LA TARIERE TA2

Chantier: CHAMPIGNY (51) - Aménagement d'une zone d'activité logistique

Dossier : NRE2.I.192

Client : CHAMPIGNY LES SABLES SAS

Echelle : 1/17

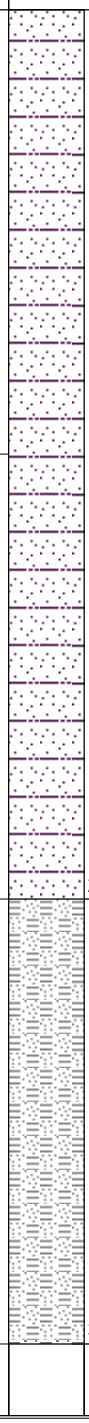
Machine : SOCO15

Date début de forage : 14/09/2018

Date fin de forage : 14/09/2018

Profondeur de fin : 3.00m

Outil	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)
Tarière Ø 63 mm	0 – 2.00 m	Sable limoneux beige	
	2 – 3.00 m	Argile sableuse	



Observation : Absence d'eau.

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr
EXGTE 3.20

SONDAGE A LA TARIERE TA3

Chantier: CHAMPIGNY (51) - Aménagement d'une zone d'activité logistique

Dossier : NRE2.I.192

Client : CHAMPIGNY LES SABLES SAS

Echelle : 1/17

Machine : SOCO15

Date début de forage : 14/09/2018

Date fin de forage : 14/09/2018

Profondeur de fin : 3.00m

Outil	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)
Tarière Ø 63 mm	0	Sable limoneux beige	
	1	1.20 m	
		Sable argileux beige	
	2	2.20 m	
		Argile sableuse beige	
	3	3.00 m	

Observation : Absence d'eau.

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr
EXGTE 3.20

SONDAGE A LA TARIERE TA4

Chantier: CHAMPIGNY (51) - Aménagement d'une zone d'activité logistique

Dossier : NRE2.I.192

Client : CHAMPIGNY LES SABLES SAS

Echelle : 1/17

Machine : SOCO15

Date début de forage : 14/09/2018

Date fin de forage : 14/09/2018

Profondeur de fin : 3.00m

Outil	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)
Tarière Ø 63 mm	0		
	1	Limon beige	
	2		
	2.80 m	Craie	
	3		

Observation : Absence d'eau.

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr
EXGTE 3.20

SONDAGE A LA TARIERE TA5

Chantier: CHAMPIGNY (51) - Aménagement d'une zone d'activité logistique

Dossier : NRE2.I.192

Client : CHAMPIGNY LES SABLES SAS

Echelle : 1/17

Machine : SOCO15

Date début de forage : 14/09/2018

Date fin de forage : 14/09/2018

Profondeur de fin : 3.00m

Outil	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)
Tarière Ø 63 mm	0		
	1	Limon beige	
	2		
	3	3.00 m	

Observation : Absence d'eau.

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr
EXGTE 3.20

SONDAGE A LA TARIERE TA6

Chantier: CHAMPIGNY (51) - Aménagement d'une zone d'activité logistique

Dossier : NRE2.I.192

Client : CHAMPIGNY LES SABLES SAS

Echelle : 1/17

Machine : SOCO15

Date début de forage : 14/09/2018

Date fin de forage : 14/09/2018

Profondeur de fin : 3.00m

Outil	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)
Tarière Ø 63 mm	0	Limon beige	
	1		
	2		
	3	3.00 m	

Observation : Absence d'eau.

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr
EXGTE 3.20

SONDAGE A LA TARIERE TA7

Chantier: CHAMPIGNY (51) - Aménagement d'une zone d'activité logistique

Dossier : NRE2.I.192

Client : CHAMPIGNY LES SABLES SAS

Echelle : 1/17

Machine : SOCO15

Date début de forage : 14/09/2018

Date fin de forage : 14/09/2018

Profondeur de fin : 3.00m

Outil	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)
Tarière Ø 63 mm	0		
	1	Limon sableux beige	
	2		
	3	3.00 m	

Observation : Absence d'eau.

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr
EXGTE 3.20

SONDAGE A LA TARIERE TA8

Chantier: CHAMPIGNY (51) - Aménagement d'une zone d'activité logistique

Dossier : NRE2.I.192

Client : CHAMPIGNY LES SABLES SAS

Echelle : 1/17

Machine : SOCO15

Date début de forage : 13/09/2018

Date fin de forage : 13/09/2018

Profondeur de fin : 3.00m

Outil	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)
Tarière Ø 63 mm	0	Limon sableux marron et cailloutis de craie	
	1		
	2		
	3	3.00 m	

Observation : Absence d'eau.

EXGTE 3.20

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

SONDAGE A LA TARIERE TA9

Chantier: CHAMPIGNY (51) - Aménagement d'une zone d'activité logistique

Dossier : NRE2.I.192

Client : CHAMPIGNY LES SABLES SAS

Echelle : 1/17

Machine : SOCO15

Date début de forage : 13/09/2018

Date fin de forage : 13/09/2018

Profondeur de fin : 3.00m

Outil	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)
Tarière Ø 63 mm	0	Limon sableux marron	
	1		
	2		
	3	3.00 m	

Observation : Absence d'eau.

EXGTE 3.20

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

SONDAGE A LA TARIERE TA10

Chantier: CHAMPIGNY (51) - Aménagement d'une zone d'activité logistique

Dossier : NRE2.I.192

Client : CHAMPIGNY LES SABLES SAS

Echelle : 1/17

Machine : SOCO15

Date début de forage : 14/09/2018

Date fin de forage : 14/09/2018

Profondeur de fin : 3.00m

Outil	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)
Tarière Ø 63 mm	0	Limon brun	
	1.00 m		
	1		
		Limon ± argileux beige	
	2		
	3.00 m		
	3		



Observation : Absence d'eau.

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

SONDAGE A LA TARIERE TA11

Chantier: CHAMPIGNY (51) - Aménagement d'une zone d'activité logistique

Dossier : NRE2.I.192

Client : CHAMPIGNY LES SABLES SAS

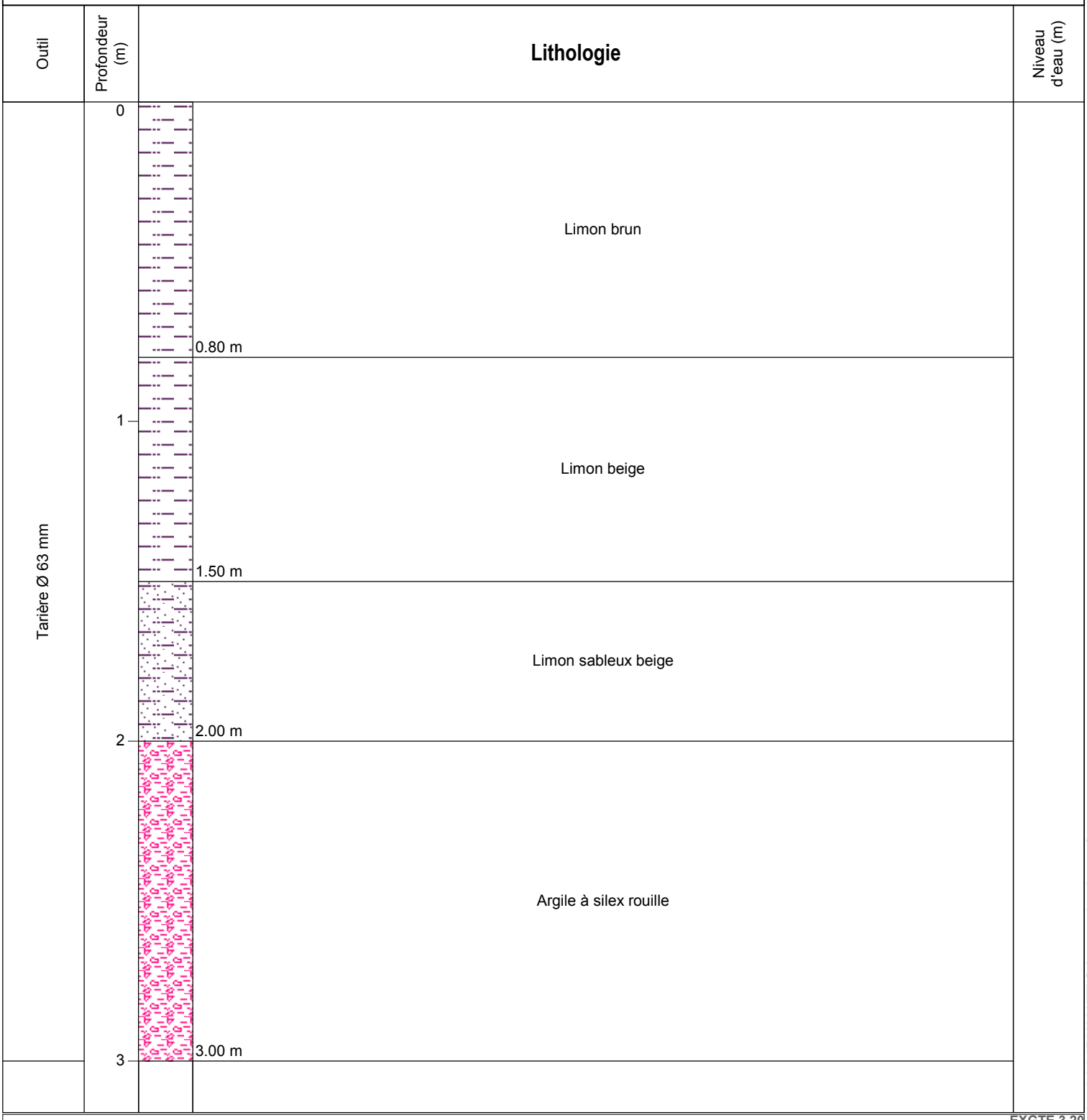
Echelle : 1/17

Machine : SOCO15

Date début de forage : 14/09/2018

Date fin de forage : 14/09/2018

Profondeur de fin : 3.00m



Observation : Absence d'eau.

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr
EXGTE 3.20

SONDAGE A LA TARIERE TA12

Chantier: CHAMPIGNY (51) - Aménagement d'une zone d'activité logistique

Dossier : NRE2.I.192

Client : CHAMPIGNY LES SABLES SAS

Echelle : 1/17

Machine : SOCO15

Date début de forage : 13/09/2018

Date fin de forage : 13/09/2018

Profondeur de fin : 3.00m

Outil	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)
Tarière Ø 63 mm	0	Sable limoneux orangé	
	1		
		1.30 m	
	2	Sable gris/vert	
		3.00 m	
	3		

Observation : Absence d'eau.

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr
EXGTE 3.20

SONDAGE A LA TARIERE TA13

Chantier: CHAMPIGNY (51) - Aménagement d'une zone d'activité logistique

Dossier : NRE2.I.192

Client : CHAMPIGNY LES SABLES SAS

Echelle : 1/17

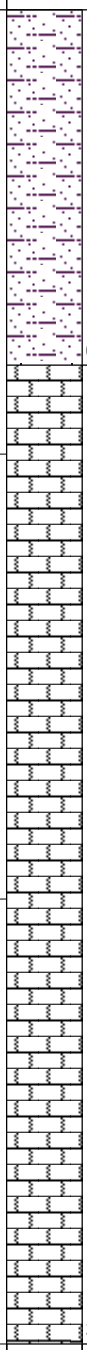
Machine : SOCO15

Date début de forage : 13/09/2018

Date fin de forage : 13/09/2018

Profondeur de fin : 3.00m

Outil	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)
Tarière Ø 63 mm	0	Limon sableux à sable limoneux marron et cailloutis de craie	
	0.80 m		
	1	Craie blanche	
	2		
	3.00 m		
	3		



Observation : Absence d'eau.

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr
EXGTE 3.20

SONDAGE A LA TARIERE TA14

Chantier: CHAMPIGNY (51) - Aménagement d'une zone d'activité logistique

Dossier : NRE2.I.192

Client : CHAMPIGNY LES SABLES SAS

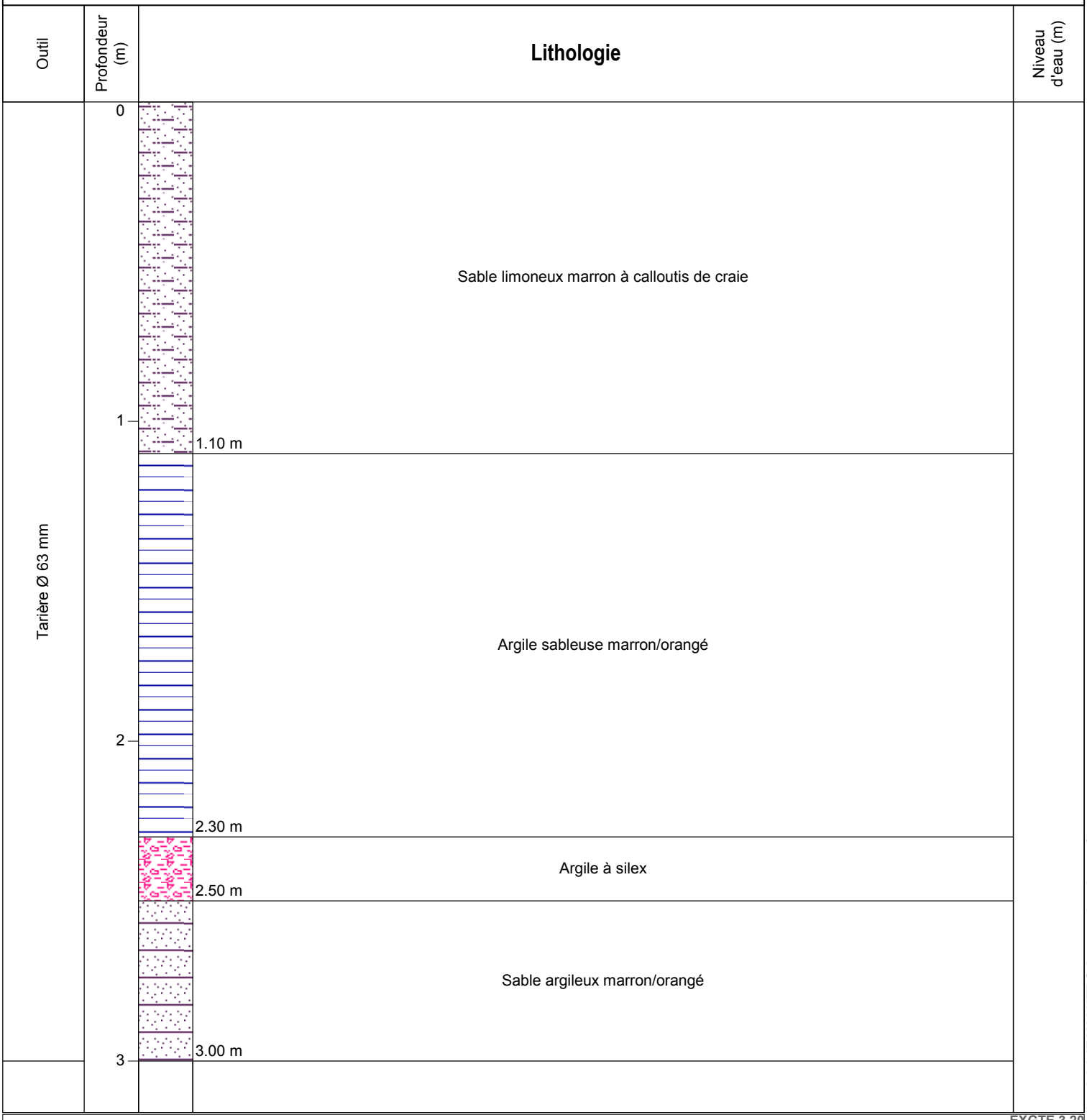
Echelle : 1/17

Machine : SOCO15

Date début de forage : 13/09/2018

Date fin de forage : 13/09/2018

Profondeur de fin : 3.00m



Observation : Absence d'eau.

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr
EXGTE 3.20

SONDAGE A LA TARIERE TA15

Chantier: CHAMPIGNY (51) - Aménagement d'une zone d'activité logistique

Dossier : NRE2.I.192

Client : CHAMPIGNY LES SABLES SAS

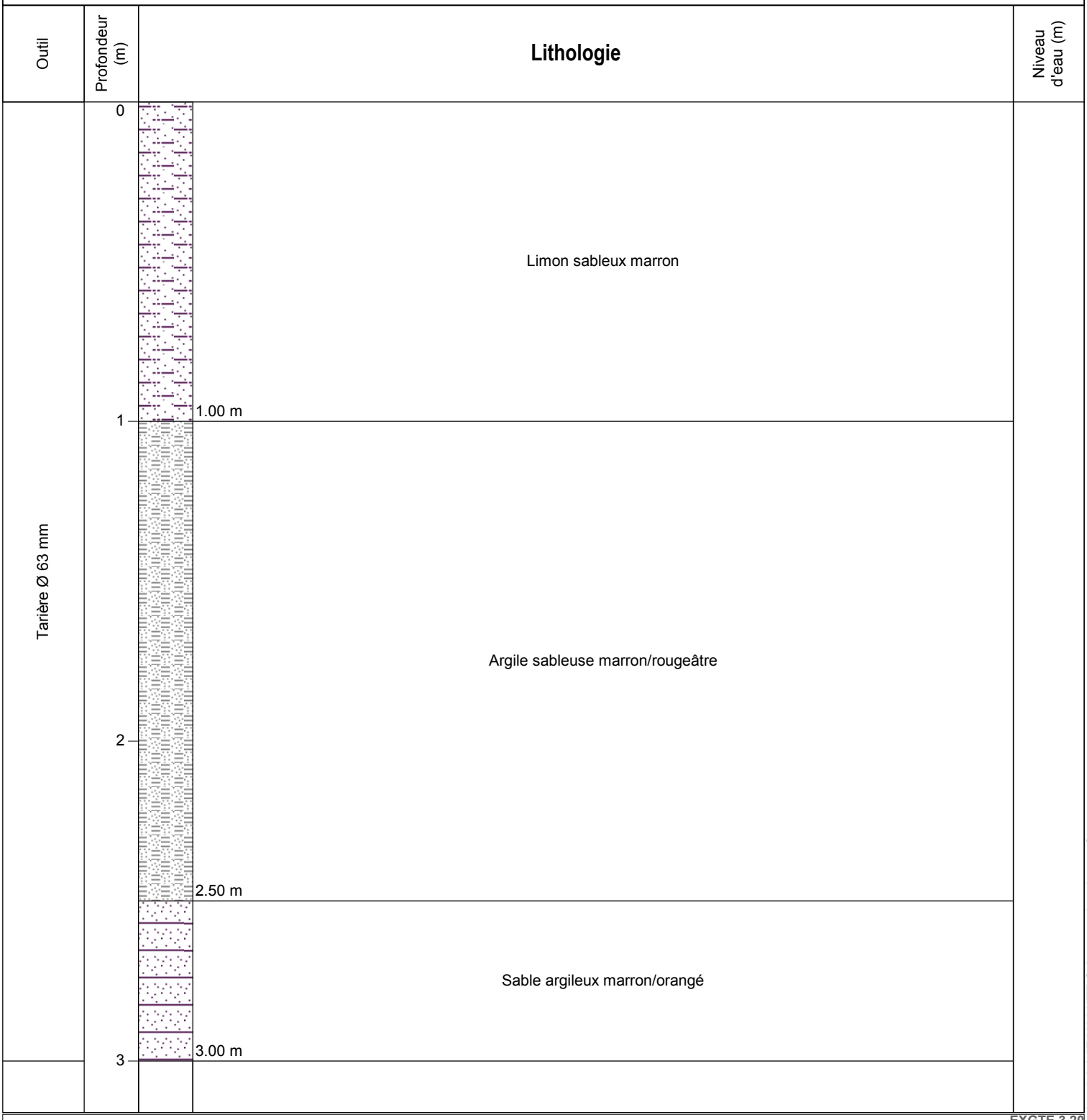
Echelle : 1/17

Machine : SOCO15

Date début de forage : 13/09/2018

Date fin de forage : 13/09/2018

Profondeur de fin : 3.00m



Observation : Absence d'eau.

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr
EXGTE 3.20

SONDAGE A LA TARIERE TA16

Chantier: CHAMPIGNY (51) - Aménagement d'une zone d'activité logistique

Dossier : NRE2.I.192

Client : CHAMPIGNY LES SABLES SAS

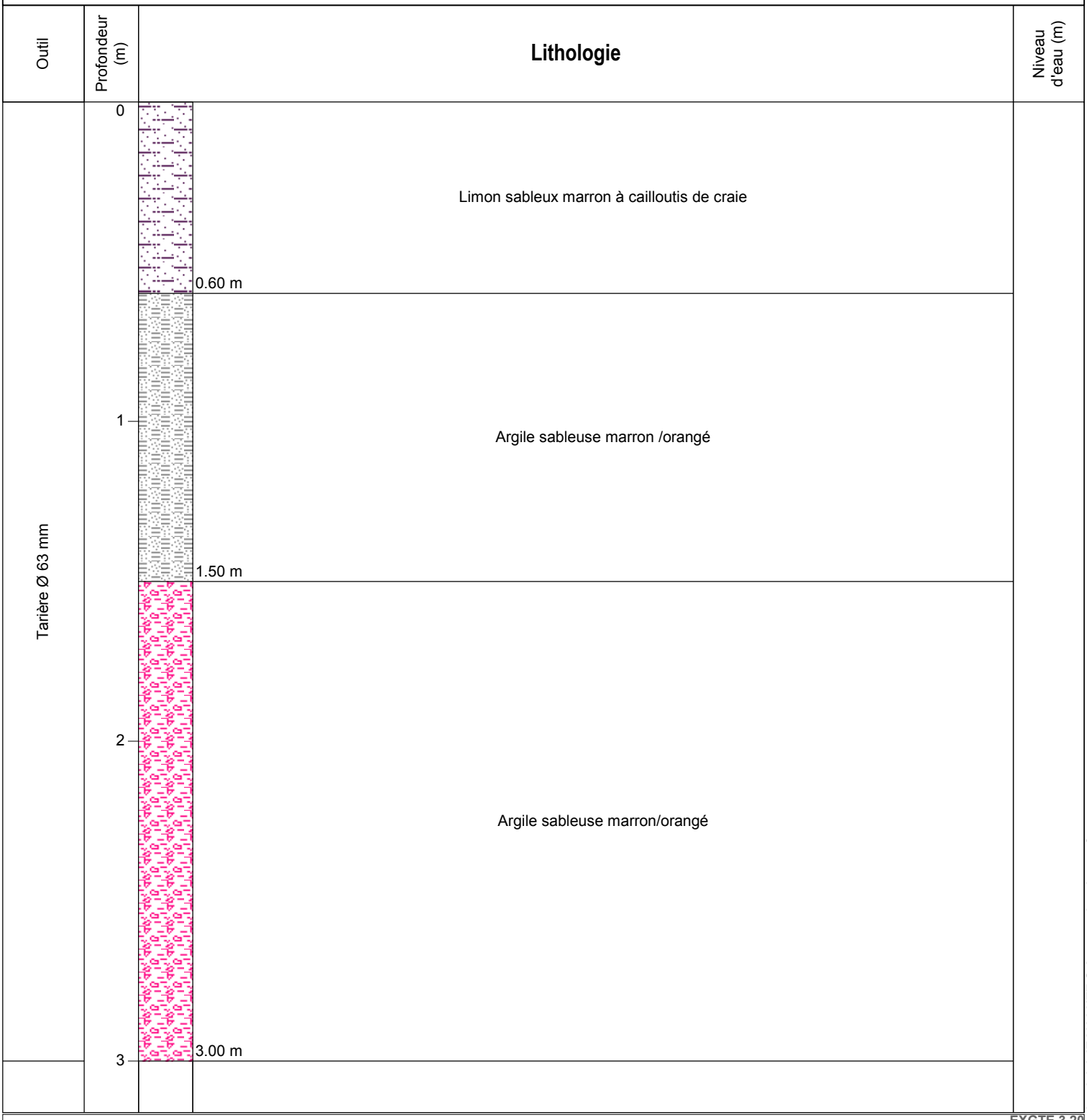
Echelle : 1/17

Machine : SOCO15

Date début de forage : 13/09/2018

Date fin de forage : 13/09/2018

Profondeur de fin : 3.00m



Observation : Absence d'eau.

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr
EXGTE 3.20

SONDAGE A LA TARIERE TA17

Chantier: CHAMPIGNY (51) - Aménagement d'une zone d'activité logistique

Dossier : NRE2.I.192

Client : CHAMPIGNY LES SABLES SAS

Echelle : 1/17

Machine : SOCO15

Date début de forage : 13/09/2018

Date fin de forage : 13/09/2018

Profondeur de fin : 3.00m

Outil	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)
Tarière Ø 63 mm	0	Sable limoneux marron à cailloutis de craie	
	0.60 m		
	1	Argile sableuse marron/orangé à cailloutis de craie	
	2		
	3		
	3.00 m		

Observation : Absence d'eau.

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr
EXGTE 3.20

SONDAGE A LA TARIERE TA18

Chantier: CHAMPIGNY (51) - Aménagement d'une zone d'activité logistique

Dossier : NRE2.I.192

Client : CHAMPIGNY LES SABLES SAS

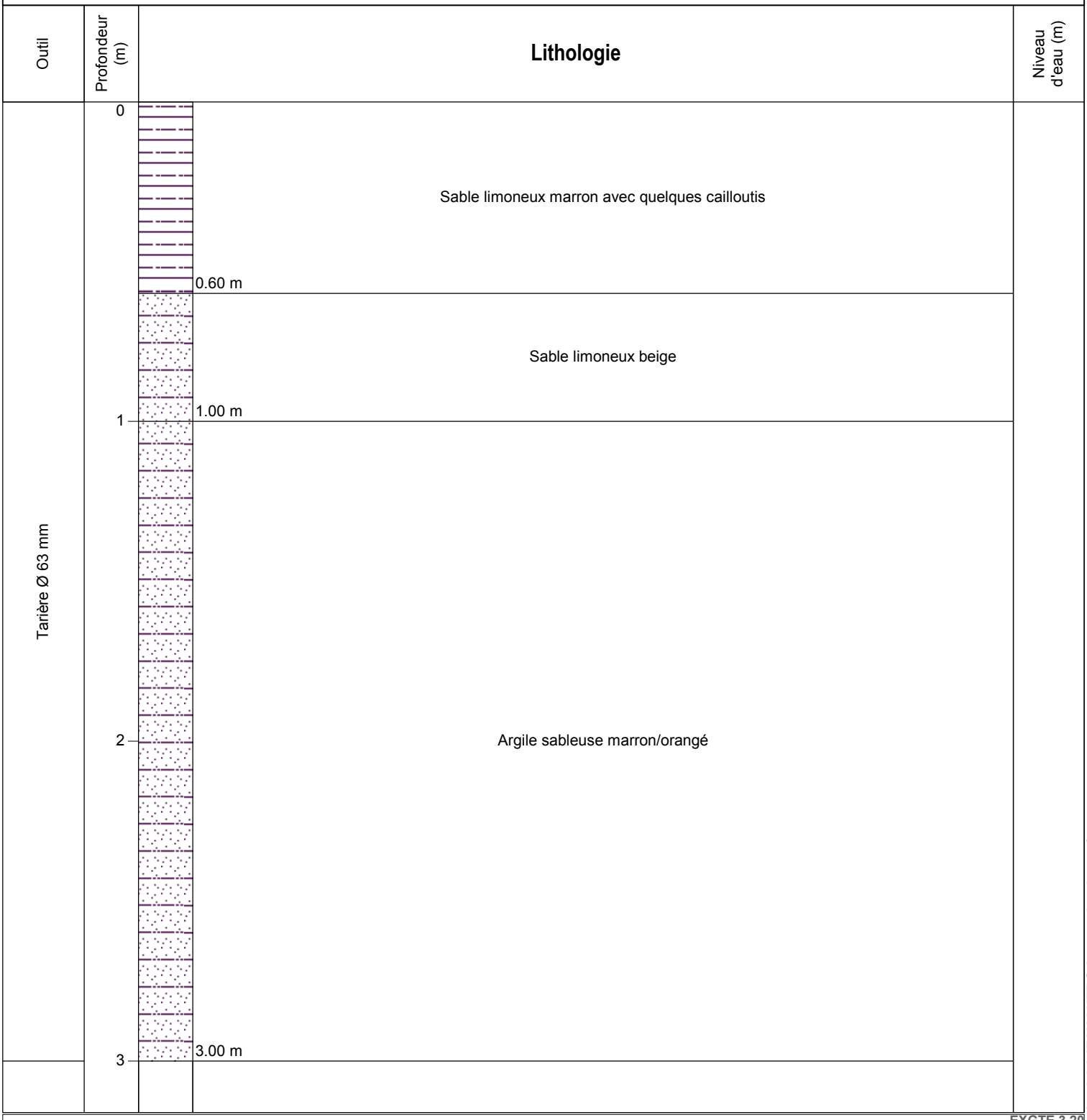
Echelle : 1/17

Machine : SOCO15

Date début de forage : 13/09/2018

Date fin de forage : 13/09/2018

Profondeur de fin : 3.00m



Observation : Absence d'eau.

EXGTE 3.20

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

SONDAGE A LA TARIERE TA19

Chantier: CHAMPIGNY (51) - Aménagement d'une zone d'activité logistique

Dossier : NRE2.I.192

Client : CHAMPIGNY LES SABLES SAS

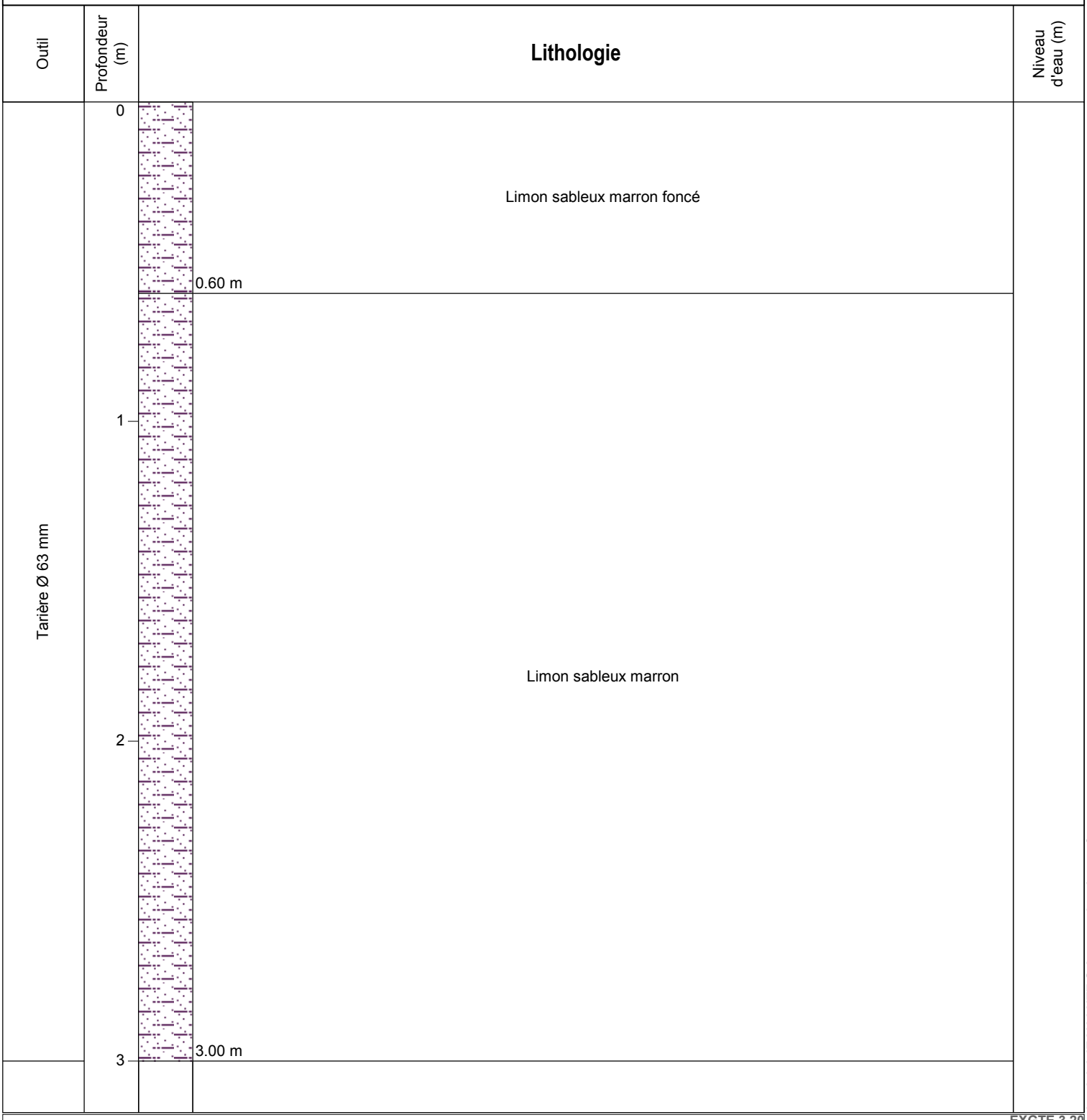
Echelle : 1/17

Machine : SOCO15

Date début de forage : 13/09/2018

Date fin de forage : 13/09/2018

Profondeur de fin : 3.00m



Observation : Absence d'eau.

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr
EXGTE 3.20

SONDAGE A LA TARIERE TA20

Chantier: CHAMPIGNY (51) - Aménagement d'une zone d'activité logistique

Dossier : NRE2.I.192

Client : CHAMPIGNY LES SABLES SAS

Echelle : 1/17

Machine : SOCO15

Date début de forage : 22/08/2018

Date fin de forage : 22/08/2018

Profondeur de fin : 3.00m

Outil	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)
Tarière Ø 63 mm	0		
	1	Limon sableux à sable limoneux marron foncé	
	2	2.00 m	
		Craie	
	3	3.00 m	

EXGTE 3.20

Observation : Absence d'eau.

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

SONDAGE A LA TARIERE TA21

Chantier: CHAMPIGNY (51) - Aménagement d'une zone d'activité logistique

Dossier : NRE2.I.192

Client : CHAMPIGNY LES SABLES SAS

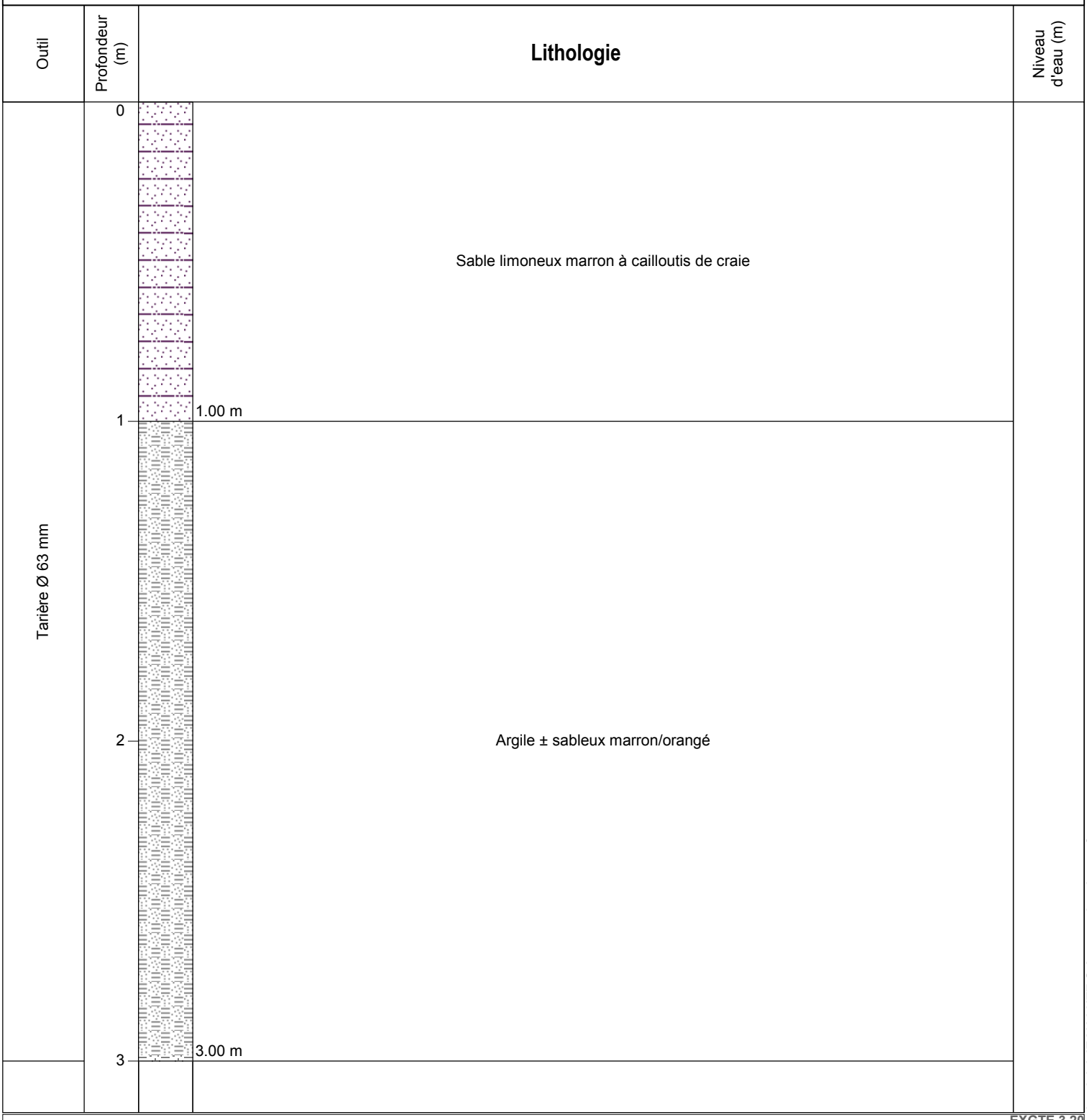
Echelle : 1/17

Machine : SOCO15

Date début de forage : 13/09/2018

Date fin de forage : 13/09/2018

Profondeur de fin : 3.00m



Observation : Absence d'eau.

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr
EXGTE 3.20

SONDAGE A LA TARIERE TA22

Chantier: CHAMPIGNY (51) - Aménagement d'une zone d'activité logistique

Dossier : NRE2.I.192

Client : CHAMPIGNY LES SABLES SAS

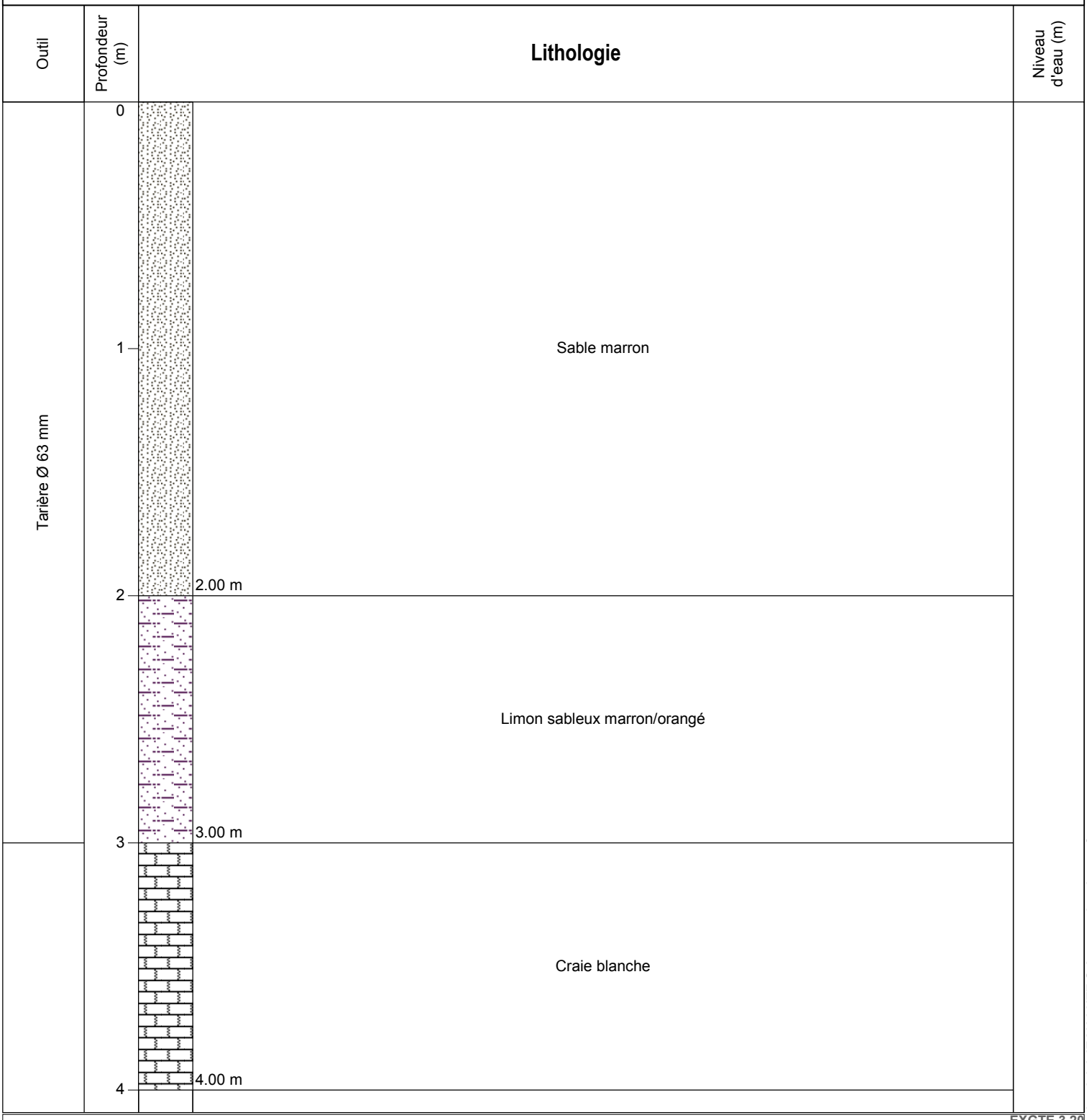
Echelle : 1/22

Machine : SOCO15

Date début de forage : 22/08/2018

Date fin de forage : 22/08/2018

Profondeur de fin : 4.00m



Observation : Absence d'eau.

EXGTE 3.20

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

SONDAGE A LA TARIERE TA23

Chantier: CHAMPIGNY (51) - Aménagement d'une zone d'activité logistique

Dossier : NRE2.I.192

Client : CHAMPIGNY LES SABLES SAS

Echelle : 1/17

Machine : SOCO15

Date début de forage : 22/08/2018

Date fin de forage : 22/08/2018

Profondeur de fin : 3.00m

Outil	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)
Tarière Ø 63 mm	0	Limon sableux à sable limoneux marron	
	1		
	2		
	3	3.00 m	

Observation : Absence d'eau.

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr
EXGTE 3.20

SONDAGE A LA TARIERE TA24

Chantier: CHAMPIGNY (51) - Aménagement d'une zone d'activité logistique

Dossier : NRE2.I.192

Client : CHAMPIGNY LES SABLES SAS

Echelle : 1/17

Machine : SOCO15

Date début de forage : 21/08/2018

Date fin de forage : 21/08/2018

Profondeur de fin : 3.00m

Outil	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)
Tarière Ø 63 mm	0	Sable limoneux marron	
	1		
		1.50 m	
	2	Argile sableuse marron/orangé	
		3.00 m	
	3		

Observation : Absence d'eau.

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr
EXGTE 3.20

SONDAGE A LA TARIERE TA25

Chantier: CHAMPIGNY (51) - Aménagement d'une zone d'activité logistique

Dossier : NRE2.I.192

Client : CHAMPIGNY LES SABLES SAS

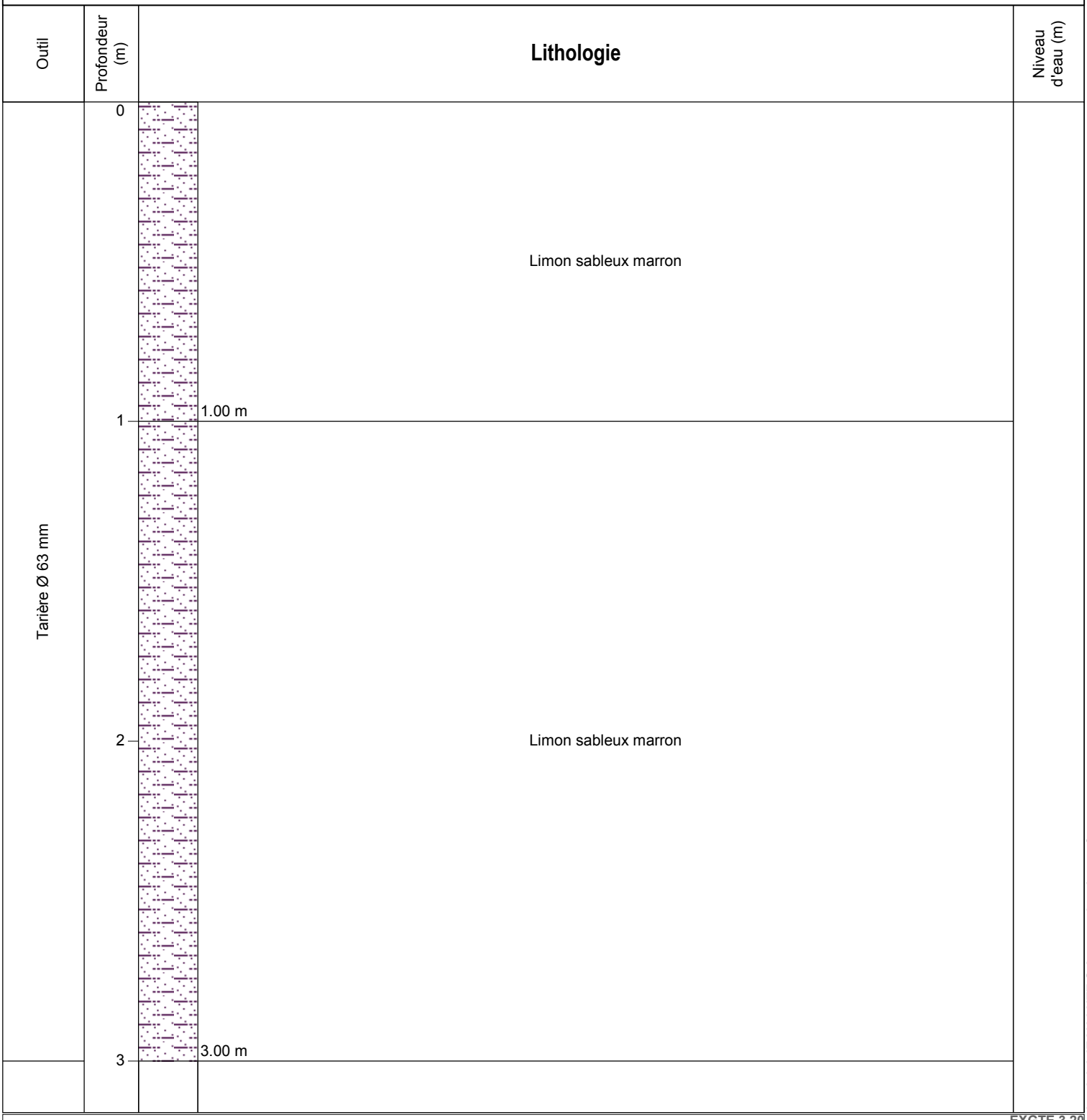
Echelle : 1/17

Machine : SOCO15

Date début de forage : 21/08/2018

Date fin de forage : 21/08/2018

Profondeur de fin : 3.00m



Observation : Absence d'eau.

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr
EXGTE 3.20

SONDAGE A LA TARIERE TA26

Chantier: CHAMPIGNY (51) - Aménagement d'une zone d'activité logistique

Dossier : NRE2.I.192

Client : CHAMPIGNY LES SABLES SAS

Echelle : 1/17

Machine : SOCO15

Date début de forage : 21/08/2018

Date fin de forage : 21/08/2018

Profondeur de fin : 3.00m

Outil	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)
Tarière Ø 63 mm	0		
	1	Limon sableux marron	
		1.70 m	
	2	Craie blanche	
		3.00 m	
	3		

Observation : Absence d'eau.

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr
EXGTE 3.20

SONDAGE A LA TARIERE TA27

Chantier: CHAMPIGNY (51) - Aménagement d'une zone d'activité logistique

Dossier : NRE2.I.192

Client : CHAMPIGNY LES SABLES SAS

Echelle : 1/17

Machine : SOCO15

Date début de forage : 21/08/2018

Date fin de forage : 21/08/2018

Profondeur de fin : 3.00m

Outil	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)
Tarière Ø 63 mm	0	Remblais sablo-limoneux gris/marron	
		0.60 m	
	1	Craie beige	
	2		
	3	3.00 m	

Observation : Absence d'eau.

EXGTE 3.20

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

SONDAGE A LA TARIERE TA28

Chantier: CHAMPIGNY (51) - Aménagement d'une zone d'activité logistique

Dossier : NRE2.I.192

Client : CHAMPIGNY LES SABLES SAS

Echelle : 1/17

Machine : SOCO15

Date début de forage : 21/08/2018

Date fin de forage : 21/08/2018

Profondeur de fin : 3.00m

Outil	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)
Tarière Ø 63 mm	0	Sable limoneux marron	
	1		
		1.50 m	
	2	Craie beige	
	3		

Observation : Absence d'eau.

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr
EXGTE 3.20

SONDAGE A LA TARIERE TA29

Chantier: CHAMPIGNY (51) - Aménagement d'une zone d'activité logistique

Dossier : NRE2.I.192

Client : CHAMPIGNY LES SABLES SAS

Echelle : 1/17

Machine : SOCO15

Date début de forage : 22/08/2018

Date fin de forage : 22/08/2018

Profondeur de fin : 3.00m

Outil	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)
Tarière Ø 63 mm	0		
	1	Sable limoneux beige	
	2		
		2.60 m	
		Craie	
	3	3.00 m	

Observation : Absence d'eau.

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

SONDAGE A LA TARIERE TA30

Chantier: CHAMPIGNY (51) - Aménagement d'une zone d'activité logistique

Dossier : NRE2.I.192

Client : CHAMPIGNY LES SABLES SAS

Echelle : 1/17

Machine : SOCO15

Date début de forage : 22/08/2018

Date fin de forage : 22/08/2018

Profondeur de fin : 3.00m

Outil	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)
Tarière Ø 63 mm	0	Limon sableux marron foncé	
	0.50 m		
	1	Craie beige	
	2		
	3		
	3.00 m		

Observation : Absence d'eau.

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr
EXGTE 3.20

SONDAGE A LA TARIERE TA31

Chantier: CHAMPIGNY (51) - Aménagement d'une zone d'activité logistique

Dossier : NRE2.I.192

Client : CHAMPIGNY LES SABLES SAS

Echelle : 1/17

Machine : SOCO15

Date début de forage : 22/08/2018

Date fin de forage : 22/08/2018

Profondeur de fin : 3.00m

Outil	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)
Tarière Ø 63 mm	0		
	1	Craie beige	
		1.20 m	
	2	Craie blanche	
		3.00 m	
	3		

Observation : Absence d'eau.

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr
EXGTE 3.20

SONDAGE A LA TARIERE TA32

Chantier: CHAMPIGNY (51) - Aménagement d'une zone d'activité logistique

Dossier : NRE2.I.192

Client : CHAMPIGNY LES SABLES SAS

Echelle : 1/17

Machine : SOCO15

Date début de forage : 23/08/2018

Date fin de forage : 23/08/2018

Profondeur de fin : 3.00m

Outil	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)
Tarière Ø 63 mm	0		
	1	Craie beige	
	2		
	3	3.00 m	

Observation : Absence d'eau.

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr
EXGTE 3.20

SONDAGE A LA TARIERE TA33

Chantier: CHAMPIGNY (51) - Aménagement d'une zone d'activité logistique

Dossier : NRE2.I.192

Client : CHAMPIGNY LES SABLES SAS

Echelle : 1/17

Machine : SOCO15

Date début de forage : 22/08/2018

Date fin de forage : 22/08/2018

Profondeur de fin : 3.00m

Outil	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)
Tarière Ø 63 mm	0	Craie blanchâtre	
	0.80 m		
	1	Craie blanchâtre	
	2		
	3.00 m		

Observation : Absence d'eau.

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr
EXGTE 3.20

SONDAGE A LA TARIERE TA34

Chantier: CHAMPIGNY (51) - Aménagement d'une zone d'activité logistique

Dossier : NRE2.I.192

Client : CHAMPIGNY LES SABLES SAS

Echelle : 1/17

Machine : SOCO15

Date début de forage : 23/08/2018

Date fin de forage : 23/08/2018

Profondeur de fin : 3.00m

Outil	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)
Tarière Ø 63 mm	0	Limon crayeux marron clair	
	1	1.20 m	
	2	Craie blanche	
	3	3.00 m	

Observation : Absence d'eau.

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr
EXGTE 3.20

SONDAGE A LA TARIERE TA35

Chantier: CHAMPIGNY (51) - Aménagement d'une zone d'activité logistique

Dossier : NRE2.I.192

Client : CHAMPIGNY LES SABLES SAS

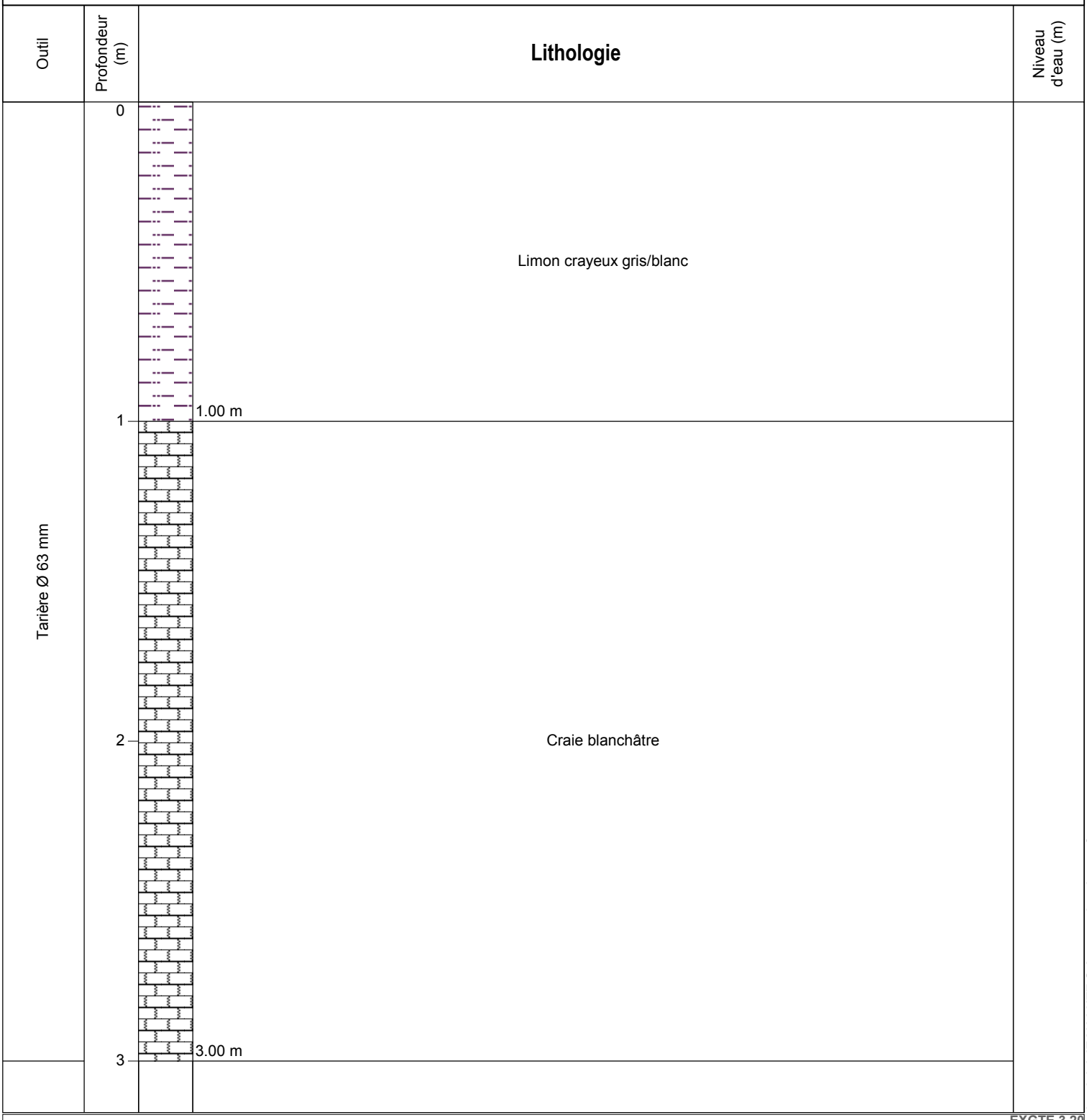
Echelle : 1/17

Machine : SOCO15

Date début de forage : 23/08/2018

Date fin de forage : 23/08/2018

Profondeur de fin : 3.00m



Observation : Absence d'eau.

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr
EXGTE 3.20

SONDAGE A LA TARIERE TA37

Chantier: CHAMPIGNY (51) - Aménagement d'une zone d'activité logistique

Dossier : NRE2.I.192

Client : CHAMPIGNY LES SABLES SAS

Echelle : 1/17

Machine : SOCO15

Date début de forage : 23/08/2018

Date fin de forage : 23/08/2018

Profondeur de fin : 3.00m

Outil	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)
Tarière Ø 63 mm	0	Craie gris/blanc	
	1		
	2		
	3	3.00 m	

Observation : Absence d'eau.

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr
EXGTE 3.20

SONDAGE A LA TARIERE TA38

Chantier: CHAMPIGNY (51) - Aménagement d'une zone d'activité logistique

Dossier : NRE2.I.192

Client : CHAMPIGNY LES SABLES SAS

Echelle : 1/17

Machine : SOCO15

Date début de forage : 23/08/2018

Date fin de forage : 23/08/2018

Profondeur de fin : 3.00m

Outil	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)
Tarière Ø 63 mm	0	Craie blanchâtre	
	1		
	2		
	3	3.00 m	

Observation : Absence d'eau.

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr
EXGTE 3.20

SONDAGE A LA TARIERE TA39

Chantier: CHAMPIGNY (51) - Aménagement d'une zone d'activité logistique

Dossier : NRE2.I.192

Client : CHAMPIGNY LES SABLES SAS

Echelle : 1/17

Machine : SOCO15

Date début de forage : 23/08/2018

Date fin de forage : 23/08/2018

Profondeur de fin : 3.00m

Outil	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)
Tarière Ø 63 mm	0		
	1	Craie beige	
	2		
	3	3.00 m	

Observation : Absence d'eau.

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr
EXGTE 3.20

SONDAGE A LA TARIERE TA40

Chantier: CHAMPIGNY (51) - Aménagement d'une zone d'activité logistique

Dossier : NRE2.I.192

Client : CHAMPIGNY LES SABLES SAS

Echelle : 1/17

Machine : SOCO15

Date début de forage : 23/08/2018

Date fin de forage : 23/08/2018

Profondeur de fin : 3.00m

Outil	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)
Tarière Ø 63 mm	0		
		Craie beige	
	1.00 m		
	1		
		Craie beige	
	2		
	3.00 m		

Observation : Absence d'eau.

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr
EXGTE 3.20

SONDAGE A LA TARIERE TA41

Chantier: CHAMPIGNY (51) - Aménagement d'une zone d'activité logistique

Dossier : NRE2.I.192

Client : CHAMPIGNY LES SABLES SAS

Echelle : 1/17

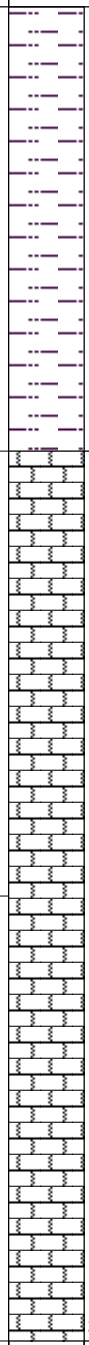
Machine : SOCO15

Date début de forage : 23/08/2018

Date fin de forage : 23/08/2018

Profondeur de fin : 3.00m

Outil	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)
Tarière Ø 63 mm	0	Limon crayeux et sableux beige foncé	
	1.00 m		
	1		
		Craie beige	
	2		
	3.00 m		
	3		



Observation : Absence d'eau.

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr
EXGTE 3.20

SONDAGE A LA TARIERE TA42

Chantier: CHAMPIGNY (51) - Aménagement d'une zone d'activité logistique

Dossier : NRE2.I.192

Client : CHAMPIGNY LES SABLES SAS

Echelle : 1/17

Machine : SOCO15

Date début de forage : 23/08/2018

Date fin de forage : 23/08/2018

Profondeur de fin : 3.00m

Outil	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)
Tarière Ø 63 mm	0 – 3	Craie	

Observation : Absence d'eau.

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr
EXGTE 3.20

SONDAGE A LA TARIERE TA43

Chantier: CHAMPIGNY (51) - Aménagement d'une zone d'activité logistique

Dossier : NRE2.I.192

Client : CHAMPIGNY LES SABLES SAS

Echelle : 1/17

Machine : SOCO15

Date début de forage : 21/08/2018

Date fin de forage : 21/08/2018

Profondeur de fin : 3.00m

Outil	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)
Tarière Ø 63 mm	0	Craie sableuse	
	1.00 m	Craie	
	2.00 m	Craie	
	3.00 m		

Observation : Absence d'eau.

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

SONDAGE A LA TARIERE TA44

Chantier: CHAMPIGNY (51) - Aménagement d'une zone d'activité logistique

Dossier : NRE2.I.192

Client : CHAMPIGNY LES SABLES SAS

Echelle : 1/17

Machine : SOCO15

Date début de forage : 23/08/2018

Date fin de forage : 23/08/2018

Profondeur de fin : 3.00m

Outil	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)
Tarière Ø 63 mm	0	Limon sableux marron foncé	
	1	Craie beige	
	2		
	3		

Observation : Absence d'eau.

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr
EXGTE 3.20

SONDAGE A LA TARIERE TA45

Chantier: CHAMPIGNY (51) - Aménagement d'une zone d'activité logistique

Dossier : NRE2.I.192

Client : CHAMPIGNY LES SABLES SAS

Echelle : 1/17

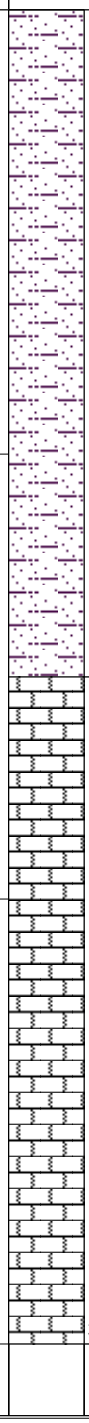
Machine : SOCO15

Date début de forage : 21/08/2018

Date fin de forage : 21/08/2018

Profondeur de fin : 3.00m

Outil	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)
Tarière Ø 63 mm	0	Limon sablo-crayeux	
	1.50 m		
	2	Craie beige	
	3.00 m		



Observation : Absence d'eau.

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr
EXGTE 3.20

SONDAGE A LA TARIERE TA46

Chantier: CHAMPIGNY (51) - Aménagement d'une zone d'activité logistique

Dossier : NRE2.I.192

Client : CHAMPIGNY LES SABLES SAS

Echelle : 1/17

Machine : SOCO15

Date début de forage : 22/08/2018

Date fin de forage : 22/08/2018

Profondeur de fin : 3.00m

Outil	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)
Tarière Ø 63 mm	0	Limon sablo-crayeux beige	
	0.50 m		
	1	Craie blanchâtre	
	1.50 m		
	2	Craie blanchâtre	
	3.00 m		

Observation : Absence d'eau.

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr
EXGTE 3.20

SONDAGE A LA TARIERE TA47

Chantier: CHAMPIGNY (51) - Aménagement d'une zone d'activité logistique

Dossier : NRE2.I.192

Client : CHAMPIGNY LES SABLES SAS

Echelle : 1/17

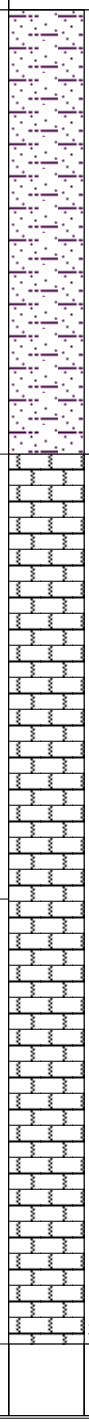
Machine : SOCO15

Date début de forage : 21/08/2018

Date fin de forage : 21/08/2018

Profondeur de fin : 3.00m

Outil	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)
Tarière Ø 63 mm	0	Limon sableux marron à nodules de craie	
	1.00 m		
	2	Craie blanche	
	3.00 m		



Observation : Absence d'eau.

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr
EXGTE 3.20

SONDAGE A LA TARIERE TA48

Chantier: CHAMPIGNY (51) - Aménagement d'une zone d'activité logistique

Dossier : NRE2.I.192

Client : CHAMPIGNY LES SABLES SAS

Echelle : 1/17

Machine : SOCO15

Date début de forage : 22/08/2018

Date fin de forage : 22/08/2018

Profondeur de fin : 3.00m

Outil	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)
Tarière Ø 63 mm	0	Limon sableux marron foncé	
	1.00 m		
	1		
		Craie beige	
	2		
	3.00 m		
	3		

Observation : Absence d'eau.

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr
EXGTE 3.20

SONDAGE A LA TARIERE TA49

Chantier: CHAMPIGNY (51) - Aménagement d'une zone d'activité logistique

Dossier : NRE2.I.192

Client : CHAMPIGNY LES SABLES SAS

Echelle : 1/17

Machine : SOCO15

Date début de forage : 28/08/2018

Date fin de forage : 28/08/2018

Profondeur de fin : 3.00m

Outil	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)
Tarière Ø 63 mm	0 – 2.00 m	Limon sableux marron	
	2 – 3.00 m	Craie blanchâtre	
	3		

Observation : Absence d'eau.

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr
EXGTE 3.20

SONDAGE A LA TARIERE TA50

Chantier: CHAMPIGNY (51) - Aménagement d'une zone d'activité logistique

Dossier : NRE2.I.192

Client : CHAMPIGNY LES SABLES SAS

Echelle : 1/17

Machine : SOCO15

Date début de forage : 22/08/2018

Date fin de forage : 22/08/2018

Profondeur de fin : 3.00m

Outil	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)
Tarière Ø 63 mm	0	Limon sableux marron	
	1		
	2		
	3	3.00 m	

Observation : Absence d'eau.

EXGTE 3.20

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

SONDAGE A LA TARIERE TA51

Chantier: CHAMPIGNY (51) - Aménagement d'une zone d'activité logistique

Dossier : NRE2.I.192

Client : CHAMPIGNY LES SABLES SAS

Echelle : 1/17

Machine : SOCO15

Date début de forage : 22/08/2018

Date fin de forage : 22/08/2018

Profondeur de fin : 3.00m

Outil	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)
Tarière Ø 63 mm	0	Limon sableux marron	
	1.00 m		
	1		
		Limon sableux marron clair avec quelques cailloutis marron clair	
	2		
	3.00 m		
	3		

Observation : Absence d'eau.

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr
EXGTE 3.20

SONDAGE A LA TARIERE TA52

Chantier: CHAMPIGNY (51) - Aménagement d'une zone d'activité logistique

Dossier : NRE2.I.192

Client : CHAMPIGNY LES SABLES SAS

Echelle : 1/17

Machine : SOCO15

Date début de forage : 21/08/2018

Date fin de forage : 21/08/2018

Profondeur de fin : 3.00m

Outil	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)
Tarière Ø 63 mm	0	Sable limoneux beige avec cailloutis de craie	
	0.60 m		
	1	Craie blanchâtre	
	2		
	3		
	3.00 m		

Observation : Absence d'eau.

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr
EXGTE 3.20

SONDAGE A LA TARIERE TA53

Chantier: CHAMPIGNY (51) - Aménagement d'une zone d'activité logistique

Dossier : NRE2.I.192

Client : CHAMPIGNY LES SABLES SAS

Echelle : 1/19

Machine : SOCO15

Date début de forage : 22/08/2018

Date fin de forage : 22/08/2018

Profondeur de fin : 3.40m

Outil	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)
Tarière Ø 63 mm	0	Limon sableux marron à sable limoneux	
	1		
	2		
	3		
		3.20 m Craie beige	
		3.40 m	

Observation : Absence d'eau.

EXGTE 3.20

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

SONDAGE A LA TARIERE TA54

Chantier: CHAMPIGNY (51) - Aménagement d'une zone d'activité logistique

Dossier : NRE2.I.192

Client : CHAMPIGNY LES SABLES SAS

Echelle : 1/22

Machine : SOCO15

Date début de forage : 22/08/2018

Date fin de forage : 22/08/2018

Profondeur de fin : 4.00m

Outil	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)
Tarière Ø 63 mm	0		
	1	Limon sableux marron foncé	
	2	2.00 m Craie	
	3	3.00 m Craie blanche	
	4	4.00 m	

Observation : Absence d'eau.

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr
EXGTE 3.20

SONDAGE A LA TARIERE TA55

Chantier: CHAMPIGNY (51) - Aménagement d'une zone d'activité logistique

Dossier : NRE2.I.192

Client : CHAMPIGNY LES SABLES SAS

Echelle : 1/17

Machine : SOCO15

Date début de forage : 22/08/2018

Date fin de forage : 22/08/2018

Profondeur de fin : 3.00m

Outil	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)
Tarière Ø 63 mm	0		
	1	Sable limoneux marron	
	2	2.30 m	
		Craie beige	
	3	3.00 m	

Observation : Absence d'eau.

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr
EXGTE 3.20

SONDAGE A LA TARIERE TA56

Chantier: CHAMPIGNY (51) - Aménagement d'une zone d'activité logistique

Dossier : NRE2.I.192

Client : CHAMPIGNY LES SABLES SAS

Echelle : 1/17

Machine : SOCO15

Date début de forage : 23/08/2018

Date fin de forage : 23/08/2018

Profondeur de fin : 3.00m

Outil	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)
Tarière Ø 63 mm	0	Limon beige et sable beige foncé	
	1.50 m	Craie beige	
	2.00 m	Craie blanche	
	3.00 m		



Observation : Absence d'eau.

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

SONDAGE A LA TARIERE TA57

Chantier: CHAMPIGNY (51) - Aménagement d'une zone d'activité logistique

Dossier : NRE2.I.192

Client : CHAMPIGNY LES SABLES SAS

Echelle : 1/17

Machine : SOCO15

Date début de forage : 23/08/2018

Date fin de forage : 23/08/2018

Profondeur de fin : 3.00m

Outil	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)
Tarière Ø 63 mm	0	Limon beige foncé et sabl	
	1.00 m	Craie	
	2.00 m	Craie	
	3.00 m		

Observation : Absence d'eau.

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr
EXGTE 3.20

SONDAGE A LA TARIERE TA58

Chantier: CHAMPIGNY (51) - Aménagement d'une zone d'activité logistique

Dossier : NRE2.I.192

Client : CHAMPIGNY LES SABLES SAS

Echelle : 1/17

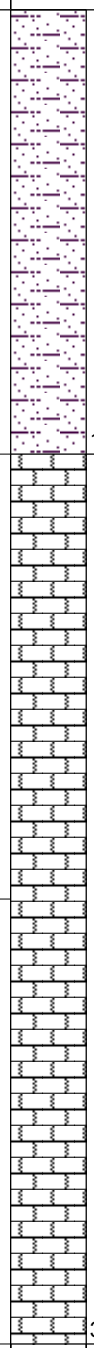
Machine : SOCO15

Date début de forage : 23/08/2018

Date fin de forage : 23/08/2018

Profondeur de fin : 3.00m

Outil	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)
Tarière Ø 63 mm	0	Limon sableux marron foncé à cailloutis de craie	
	1.00 m		
	1		
	2	Craie beige	
	3.00 m		
	3		



Observation : Absence d'eau.

EXGTE 3.20

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

SONDAGE A LA TARIERE TA59

Chantier: CHAMPIGNY (51) - Aménagement d'une zone d'activité logistique

Dossier : NRE2.I.192

Client : CHAMPIGNY LES SABLES SAS

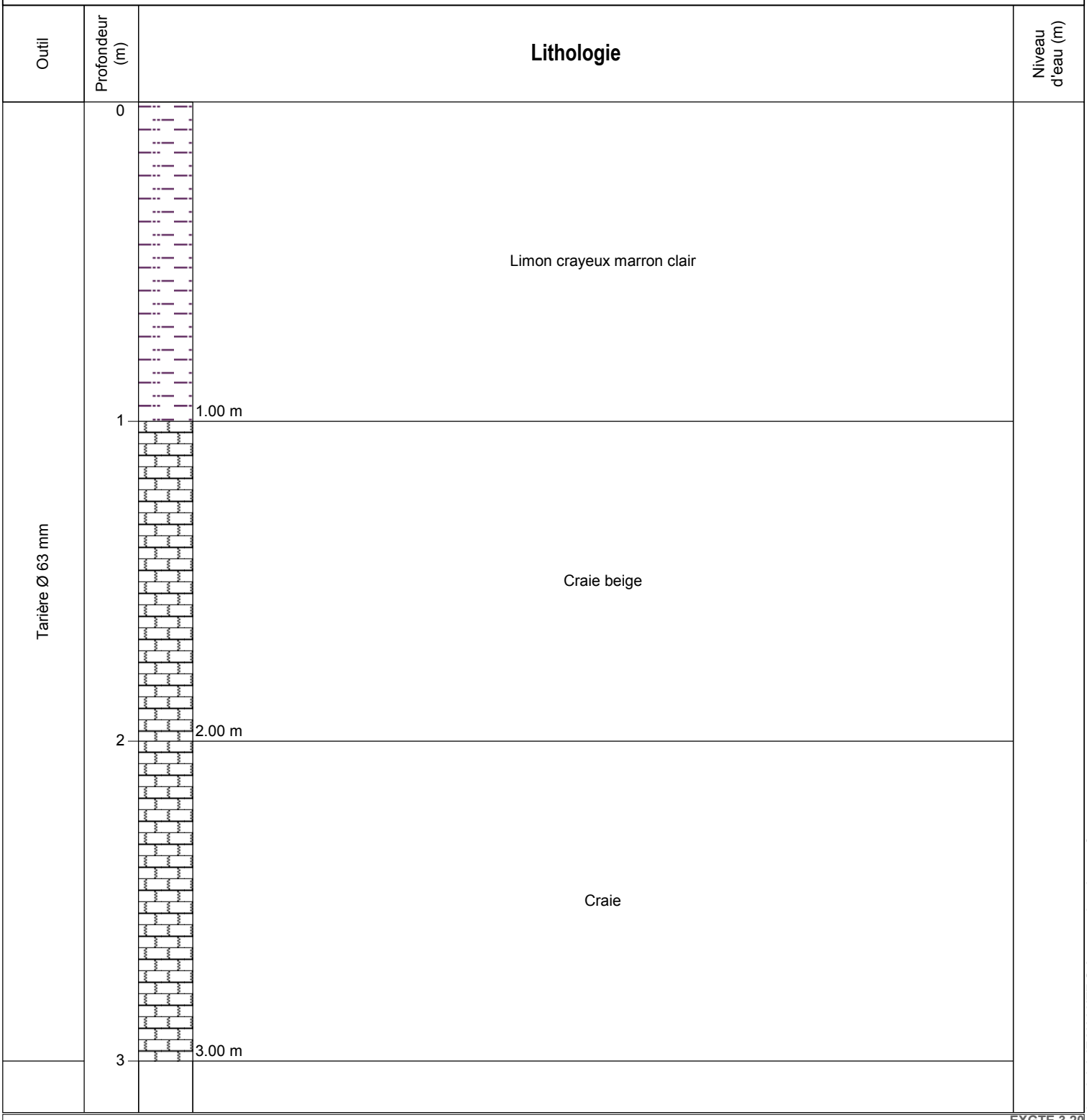
Echelle : 1/17

Machine : SOCO15

Date début de forage : 23/08/2018

Date fin de forage : 23/08/2018

Profondeur de fin : 3.00m



Observation : Absence d'eau.

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr
EXGTE 3.20

SONDAGE A LA TARIERE TA60

Chantier: CHAMPIGNY (51) - Aménagement d'une zone d'activité logistique

Dossier : NRE2.I.192

Client : CHAMPIGNY LES SABLES SAS

Echelle : 1/17

Machine : SOCO15

Date début de forage : 23/08/2018

Date fin de forage : 23/08/2018

Profondeur de fin : 3.00m

Outil	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)
Tarière Ø 63 mm	0 – 2.00 m	Limon marron à cailloutis de craie	
	2 – 3.00 m	Craie beige	
	3		



Observation : Absence d'eau.

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

SONDAGE A LA TARIERE TA61

Chantier: CHAMPIGNY (51) - Aménagement d'une zone d'activité logistique

Dossier : NRE2.I.192

Client : CHAMPIGNY LES SABLES SAS

Echelle : 1/17

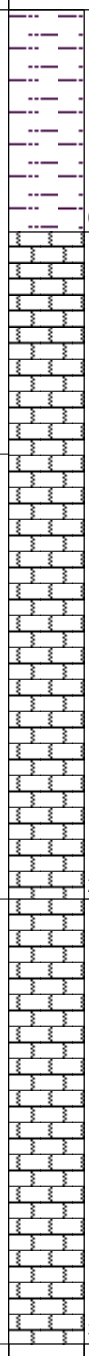
Machine : SOCO15

Date début de forage : 23/08/2018

Date fin de forage : 23/08/2018

Profondeur de fin : 3.00m

Outil	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)
Tarière Ø 63 mm	0	Limon marron	
	0.50 m		
	1	Craie beige	
	2.00 m		
	2	Craie beige	
	3.00 m		
	3		



Observation : Absence d'eau.

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr
EXGTE 3.20

SONDAGE A LA TARIERE TA62

Chantier: CHAMPIGNY (51) - Aménagement d'une zone d'activité logistique

Dossier : NRE2.I.192

Client : CHAMPIGNY LES SABLES SAS

Echelle : 1/17

Machine : SOCO15

Date début de forage : 23/08/2018

Date fin de forage : 23/08/2018

Profondeur de fin : 3.00m

Outil	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)
Tarière Ø 63 mm	0	Limon sableux marron foncé à cailloutis de craie	
	1.00 m	Craie beige	
	2.00 m	Craie beige	
	3.00 m		

Observation : Absence d'eau.

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr
EXGTE 3.20

SONDAGE A LA TARIERE TA63

Chantier: CHAMPIGNY (51) - Aménagement d'une zone d'activité logistique

Dossier : NRE2.I.192

Client : CHAMPIGNY LES SABLES SAS

Echelle : 1/17

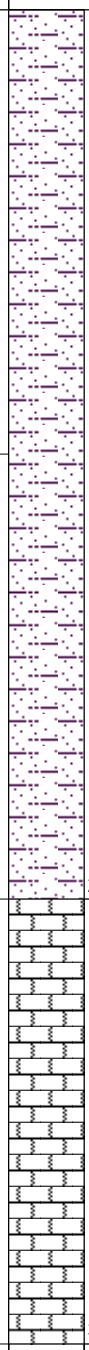
Machine : SOCO15

Date début de forage : 23/08/2018

Date fin de forage : 23/08/2018

Profondeur de fin : 3.00m

Outil	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)
Tarière Ø 63 mm	0 – 2.00 m	Limon sableux marron	
	2 – 3.00 m	Craie blanchâtre	



Observation : Absence d'eau.

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr
EXGTE 3.20

SONDAGE A LA TARIERE TA64

Chantier: CHAMPIGNY (51) - Aménagement d'une zone d'activité logistique

Dossier : NRE2.I.192

Client : CHAMPIGNY LES SABLES SAS

Echelle : 1/17

Machine : SOCO15

Date début de forage : 23/08/2018

Date fin de forage : 23/08/2018

Profondeur de fin : 3.00m

Outil	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)
Tarière Ø 63 mm	0	Craie beige	
	0.60 m		
	1	Craie beige	
	2		
	3.00 m		

Observation : Absence d'eau.

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr
EXGTE 3.20

SONDAGE A LA TARIERE TA65

Chantier: CHAMPIGNY (51) - Aménagement d'une zone d'activité logistique

Dossier : NRE2.I.192

Client : CHAMPIGNY LES SABLES SAS

Echelle : 1/17

Machine : SOCO15

Date début de forage : 23/08/2018

Date fin de forage : 23/08/2018

Profondeur de fin : 3.00m

Outil	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)
Tarière Ø 63 mm	0 – 1.00 m	Craie limoneuse beige	
	1 – 3.00 m	Craie beige	
	2		
	3		

Observation : Absence d'eau.

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr
EXGTE 3.20

ANNEXE 4 – ESSAIS DE PENETRATION DYNAMIQUE

- Pénétrogrammes,
- Coupes approximatives des sols éventuelles,
- Valeurs de frottements éventuelles.

GINGER CEBTP

PENETROMETRE DYNAMIQUE PD02

annexe:

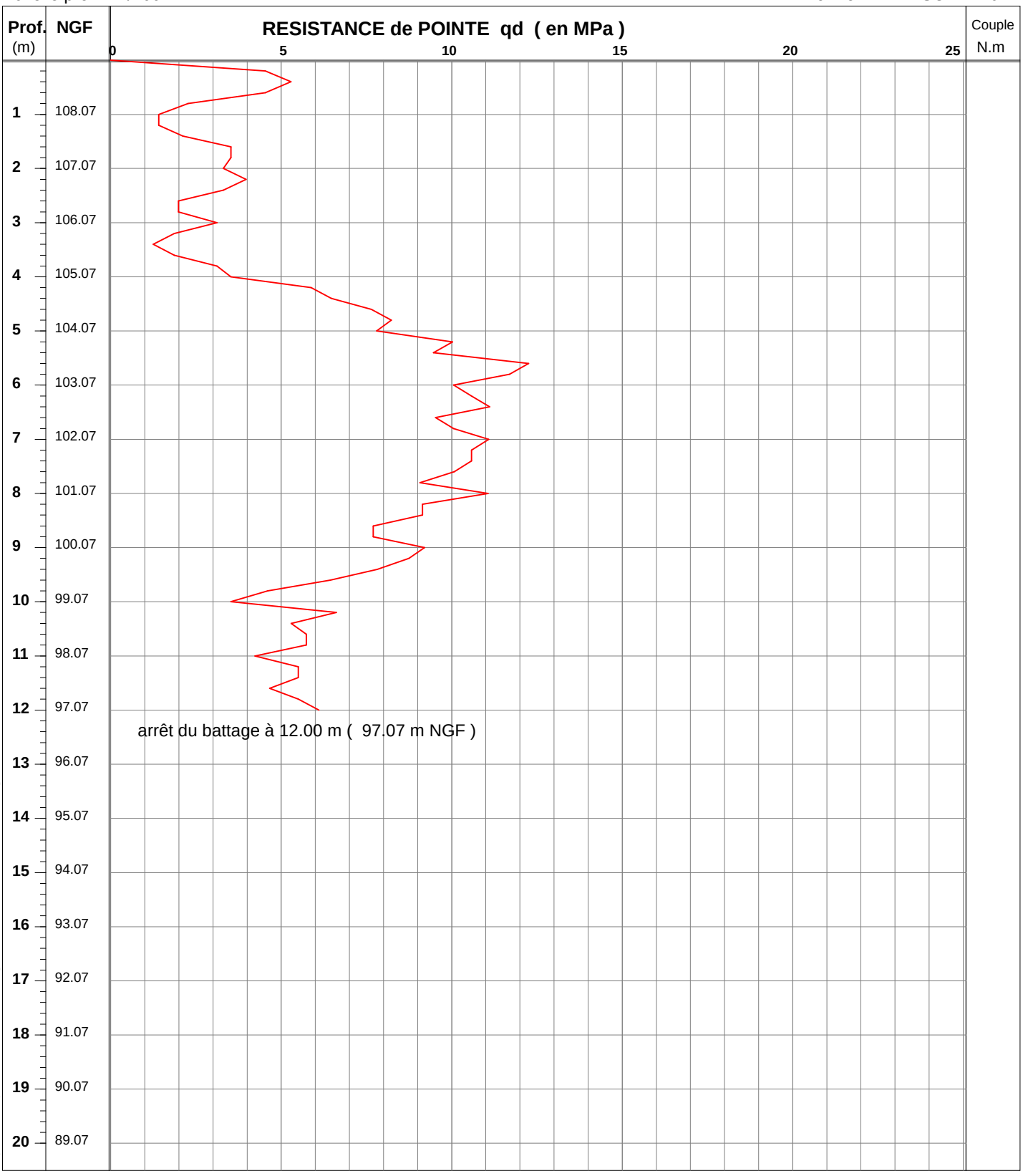
Chantier : Aménagement ZA logistique

Client : Champigny Les Sables SAS
Dossier : NRE2.I.192
Date essai : 22/08/2018

Localisation essai
- X : 769373.098
- Y : 6907625.512
- Z : 109.067 (NGF)

Echelle prof. : 1/100°

Norme NF EN ISO 22476-2



Logiciel Pendyn32 - Version 4.0 -- [DQ.E159-01 - V.2 du 28/09/2016]

MATERIEL UTILISE : géotool Etalonné le 15/09/15 --- Coef.[Er] utilisé: 0.83

mouton de 64 kg, H.chute 0.75 m - équipage mobile 14.1 kg - tiges de 1 m. et de 6 kg - section pointe de 20 cm²

OBSERVATIONS : /

Edité le 29/08/2018

GINGER CEBTP

PENETROMETRE DYNAMIQUE PD03

annexe:

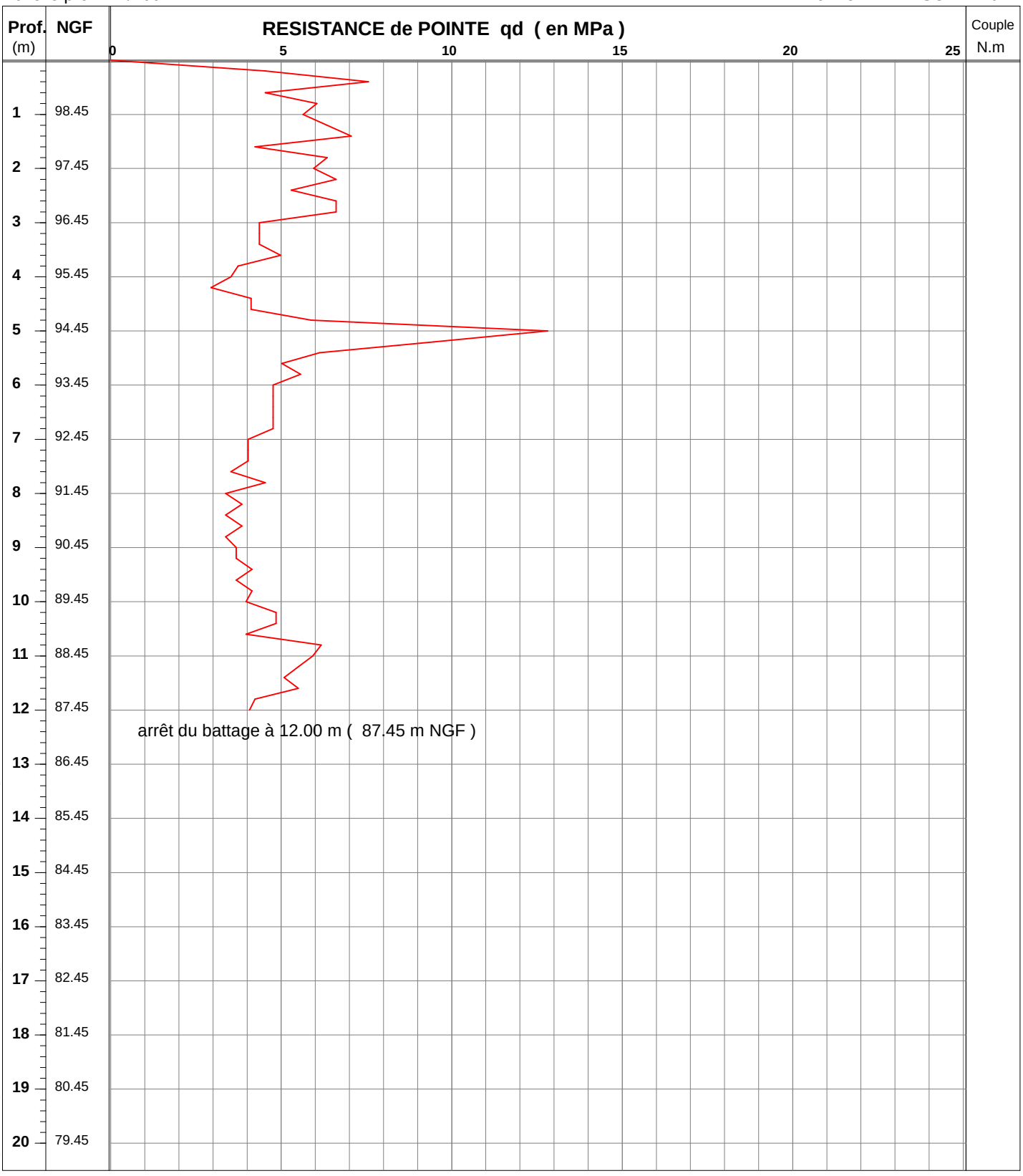
Chantier : Aménagement ZA logistique

Client : Champigny Les Sables SAS
Dossier : NRE2.I.192
Date essai : 22/08/2018

Localisation essai
- X : 769837.874
- Y : 6907485.831
- Z : 99.45 (NGF)

Echelle prof. : 1/100°

Norme NF EN ISO 22476-2



Logiciel Pendyn32 - Version 4.0 -- [DQ.E159-01 - V.2 du 28/09/2016]

MATERIEL UTILISE : géotool Etalonné le 15/09/15 --- Coef.[Er] utilisé: 0.83

mouton de 64 kg, H.chute 0.75 m - équipage mobile 14.1 kg - tiges de 1 m. et de 6 kg - section pointe de 20 cm²

OBSERVATIONS : /

Edité le 29/08/2018

GINGER CEBTP

PENETROMETRE DYNAMIQUE PD04

annexe:

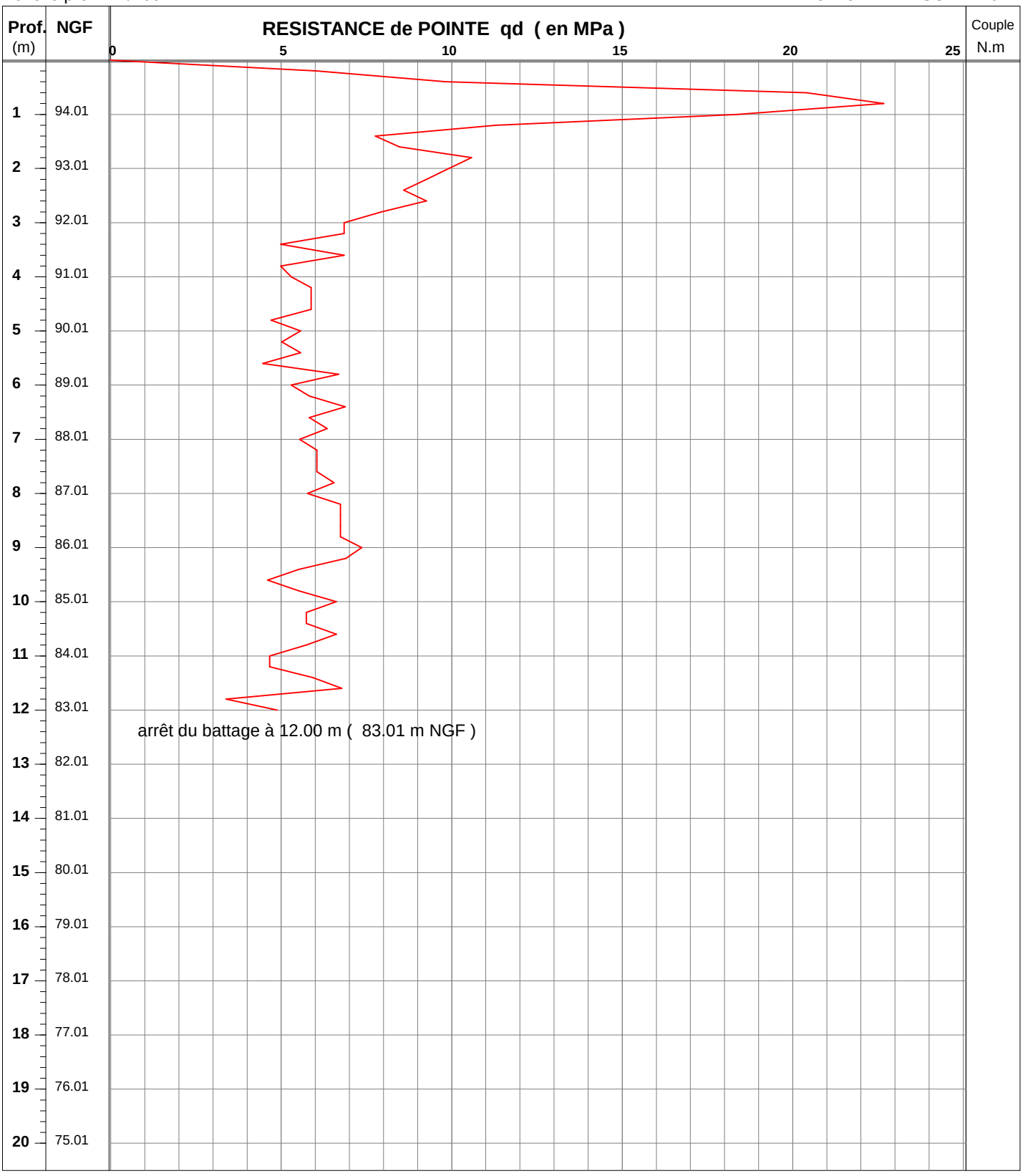
Chantier : Aménagement ZA logistique

Client : Champigny Les Sables SAS
Dossier : NRE2.I.192
Date essai : 22/08/2018

Localisation essai
- X : 769443.778
- Y : 6907383.158
- Z : 95.011 (NGF)

Echelle prof. : 1/100°

Norme NF EN ISO 22476-2



Logiciel Pendyn32 - Version 4.0 -- [DQ.E159-01 - V.2 du 28/09/2016]

MATERIEL UTILISE : géotool Etalonné le 15/09/15 --- Coef.[Er] utilisé: 0.83

mouton de 64 kg, H.chute 0.75 m - équipage mobile 14.1 kg - tiges de 1 m. et de 6 kg - section pointe de 20 cm²

OBSERVATIONS : /

Edité le 29/08/2018

GINGER CEBTP

PENETROMETRE DYNAMIQUE PD05

annexe:

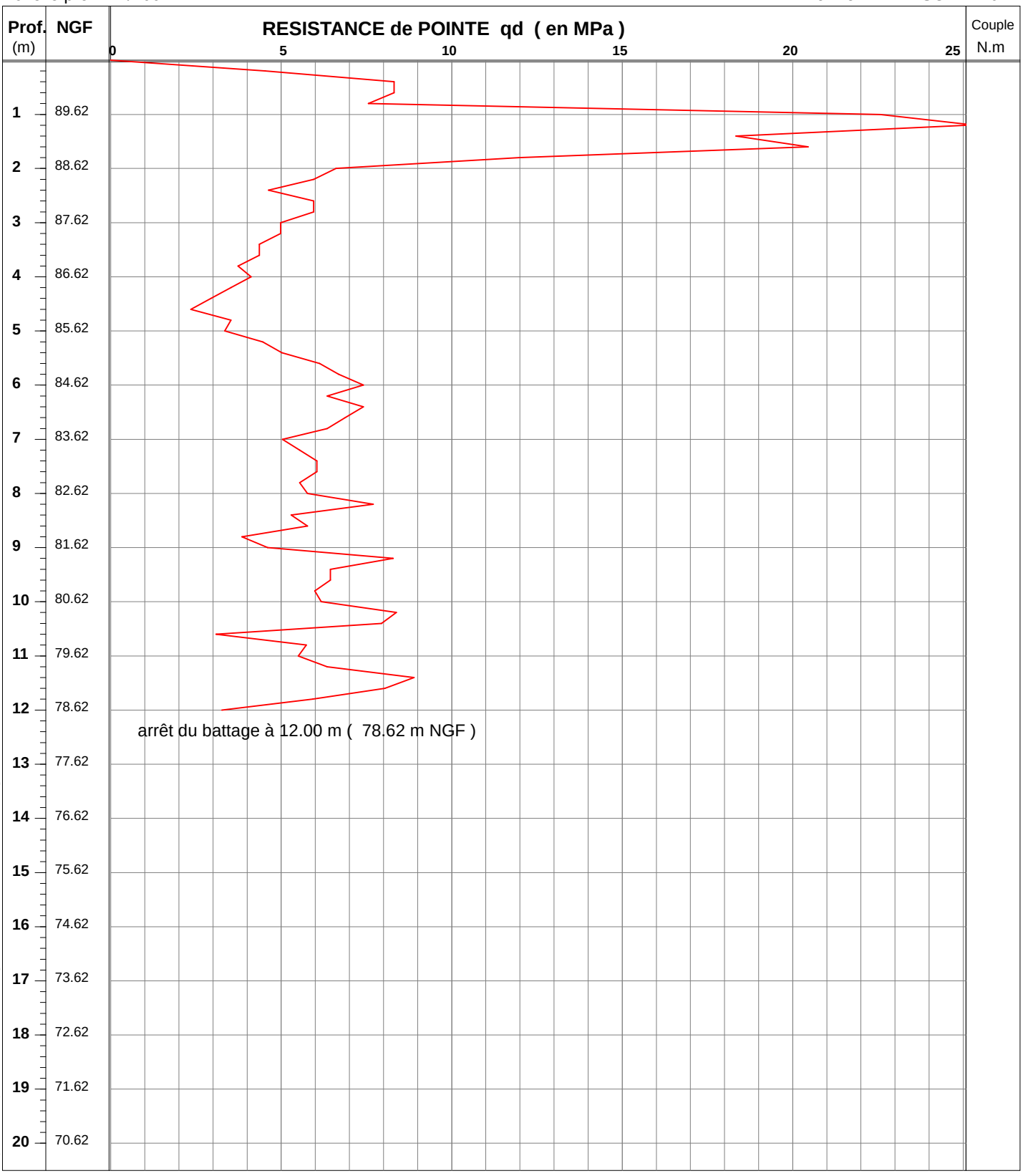
Chantier : Aménagement ZA logistique

Client : Champigny Les Sables SAS
Dossier : NRE2.I.192
Date essai : 22/08/2018

Localisation essai
- X : 769692.378
- Y : 6907383.48
- Z : 90.618 (NGF)

Echelle prof. : 1/100°

Norme NF EN ISO 22476-2



Logiciel Pendyn32 - Version 4.0 -- [DQ.E159-01 - V.2 du 28/09/2016]

MATERIEL UTILISE : géotool Etalonné le 15/09/15 --- Coef.[Er] utilisé: 0.83

mouton de 64 kg, H.chute 0.75 m - équipage mobile 14.1 kg - tiges de 1 m. et de 6 kg - section pointe de 20 cm²

OBSERVATIONS : /

Edité le 29/08/2018

GINGER CEBTP

PENETROMETRE DYNAMIQUE PD06

annexe:

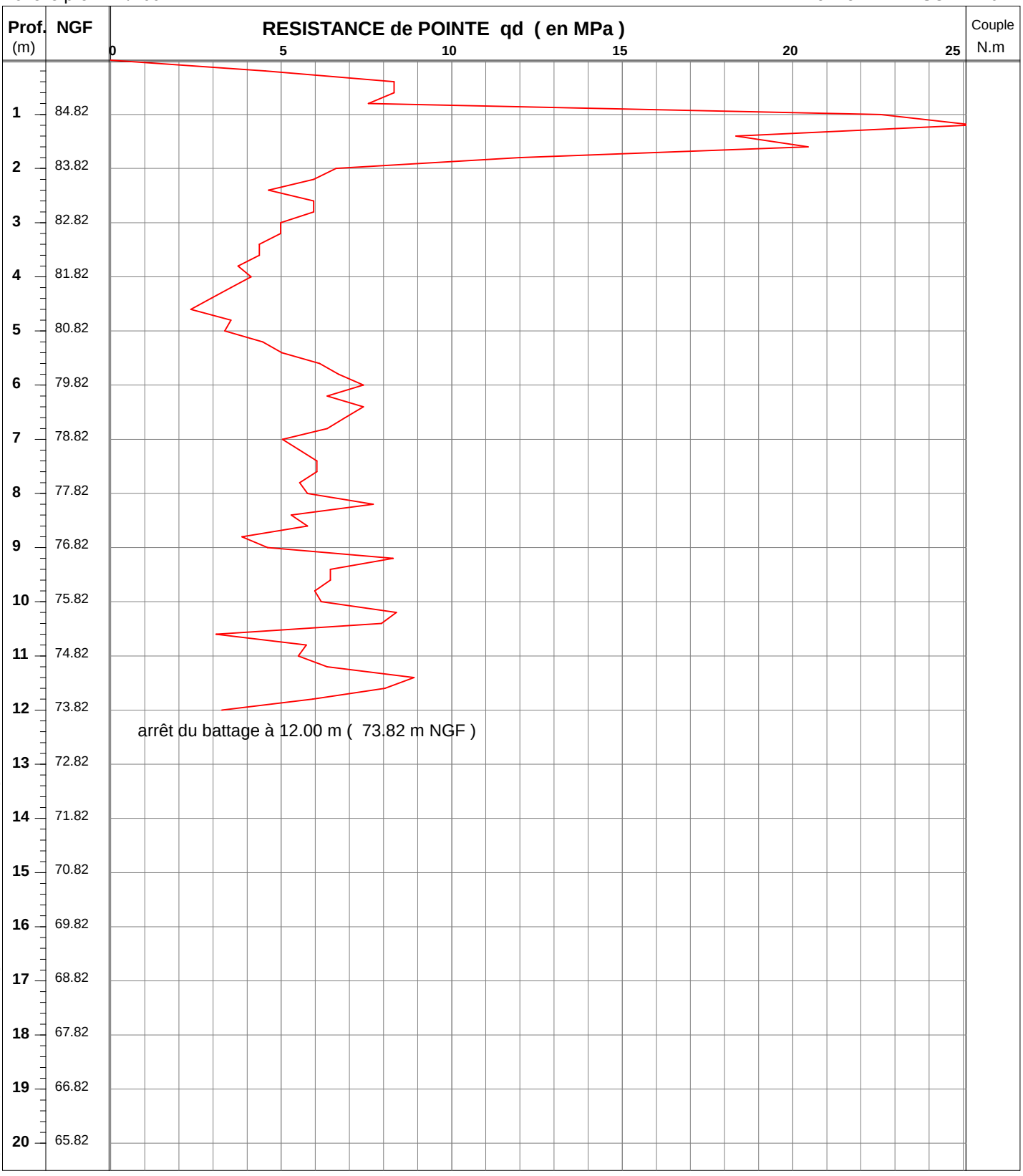
Chantier : Aménagement ZA logistique

Client : Champigny Les Sables SAS
Dossier : NRE2.I.192
Date essai : 22/08/2018

Localisation essai
- X : 769582.825
- Y : 6907190.107
- Z : 85.821 (NGF)

Echelle prof. : 1/100°

Norme NF EN ISO 22476-2



Logiciel Pendyn32 - Version 4.0 -- [DQ.E159-01 - V.2 du 28/09/2016]

MATERIEL UTILISE : géotool Etalonné le 15/09/15 --- Coef.[Er] utilisé: 0.83

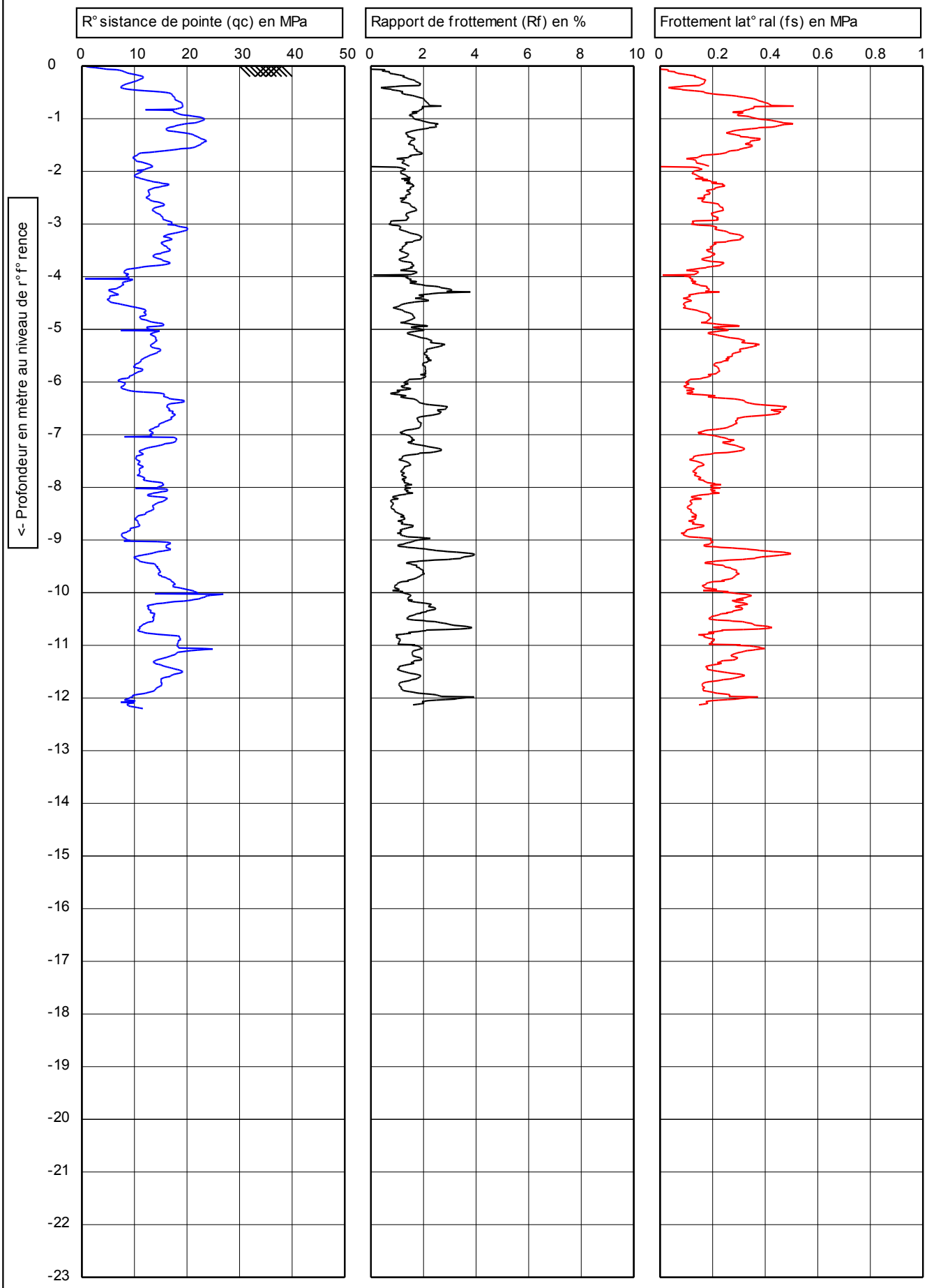
mouton de 64 kg, H.chute 0.75 m - équipage mobile 14.1 kg - tiges de 1 m. et de 6 kg - section pointe de 20 cm²

OBSERVATIONS : /

Edité le 29/08/2018

ANNEXE 5 – ESSAIS DE PENETRATION STATIQUE

- Pénétrogrammes,
- Coupes approximatives des sols éventuelles,
- Valeurs et rapports de frottements.



GINGER CEBTP

CPTask V1.28

u2
225 cm²
15 cm²

Test according NEN 5140 class 1

T.N. **0 NAP**

Niv. eau: **0**

Avant trou : **0**

Date: **13/09/2018**

Projet: **Aménagement ZA logistique**

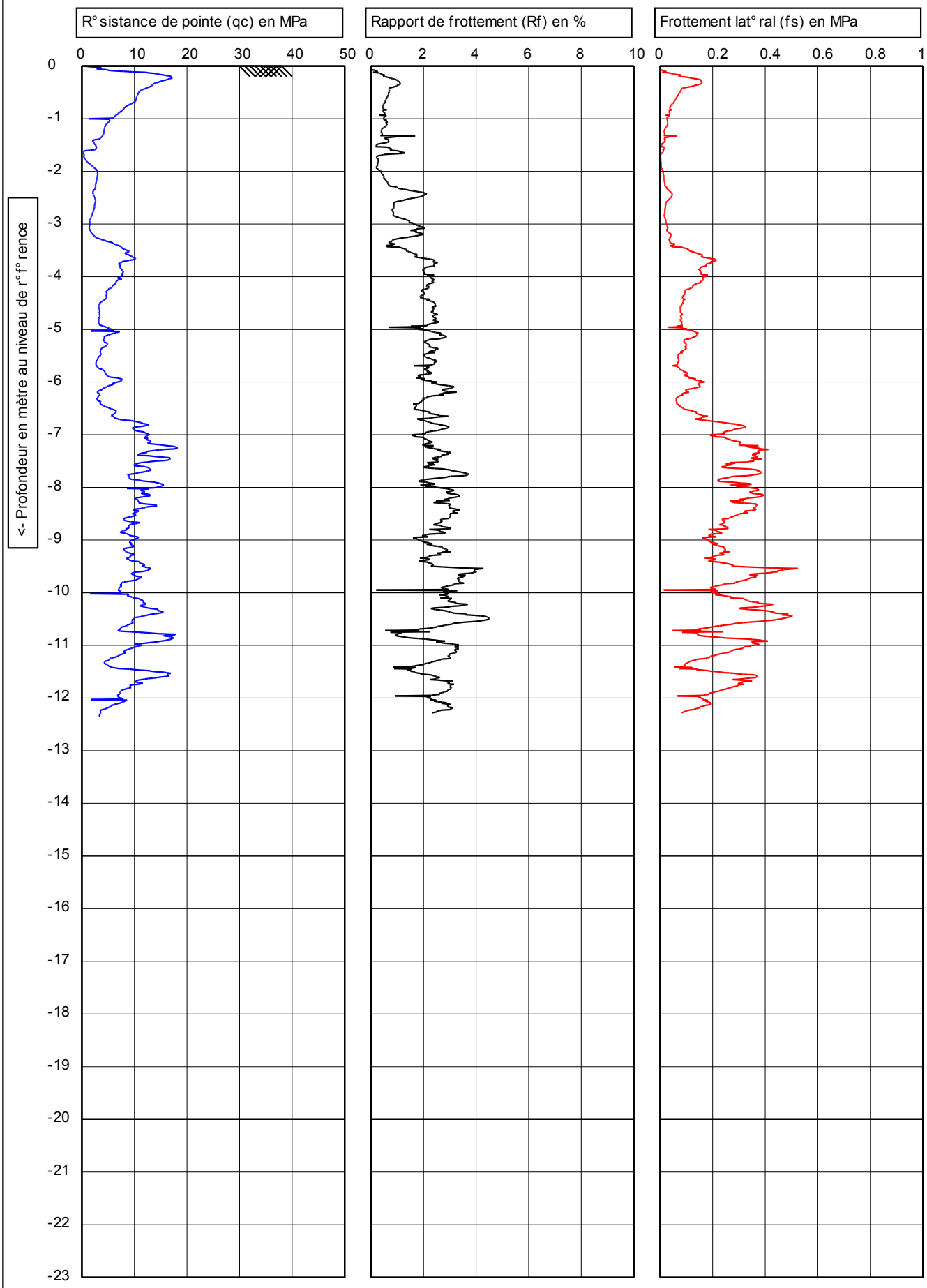
Site: **CHAMPIGNY (51)**

Position:

N° pointe: **S15CFIIP.S13415**

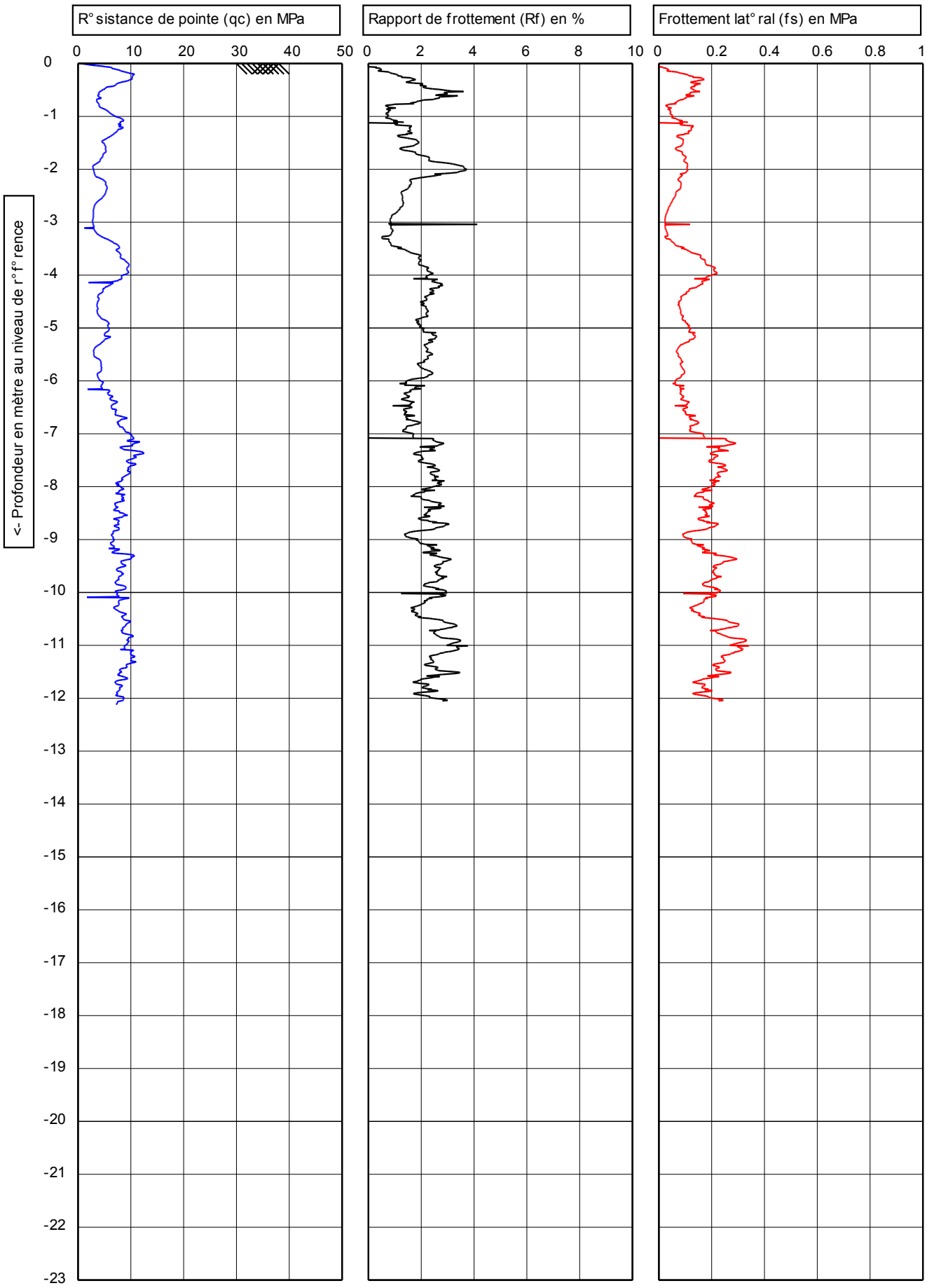
N° projet: **NRE2 I 192**

N° essai: **PS 1** **1/2**



GINGER CEBTP	r u2 / 225 cm² / 15 cm²	Test according NEN 5140 class 1	Avant trou : 0
		T.N. 0 NAP — Niv. eau: 0	Date: 13/09/2018
	Projet:	Aménagement ZA logistique	N° pointe: S15CFIIP.S13415
	Site:	CHAMPIGNY (51)	N° projet: NRE2 I 192
	Position:		N° essai: PS 2 — 1/2

CPTask V1.28



GINGER CEBTP

CPTask V1.28

u2
225 cm²
15 cm²

Test according NEN 5140 class 1

T.N. **0 NAP**

Niv. eau: **0**

Avant trou : **0**

Date: **13/09/2018**

Projet: **Aménagement ZA logistique**

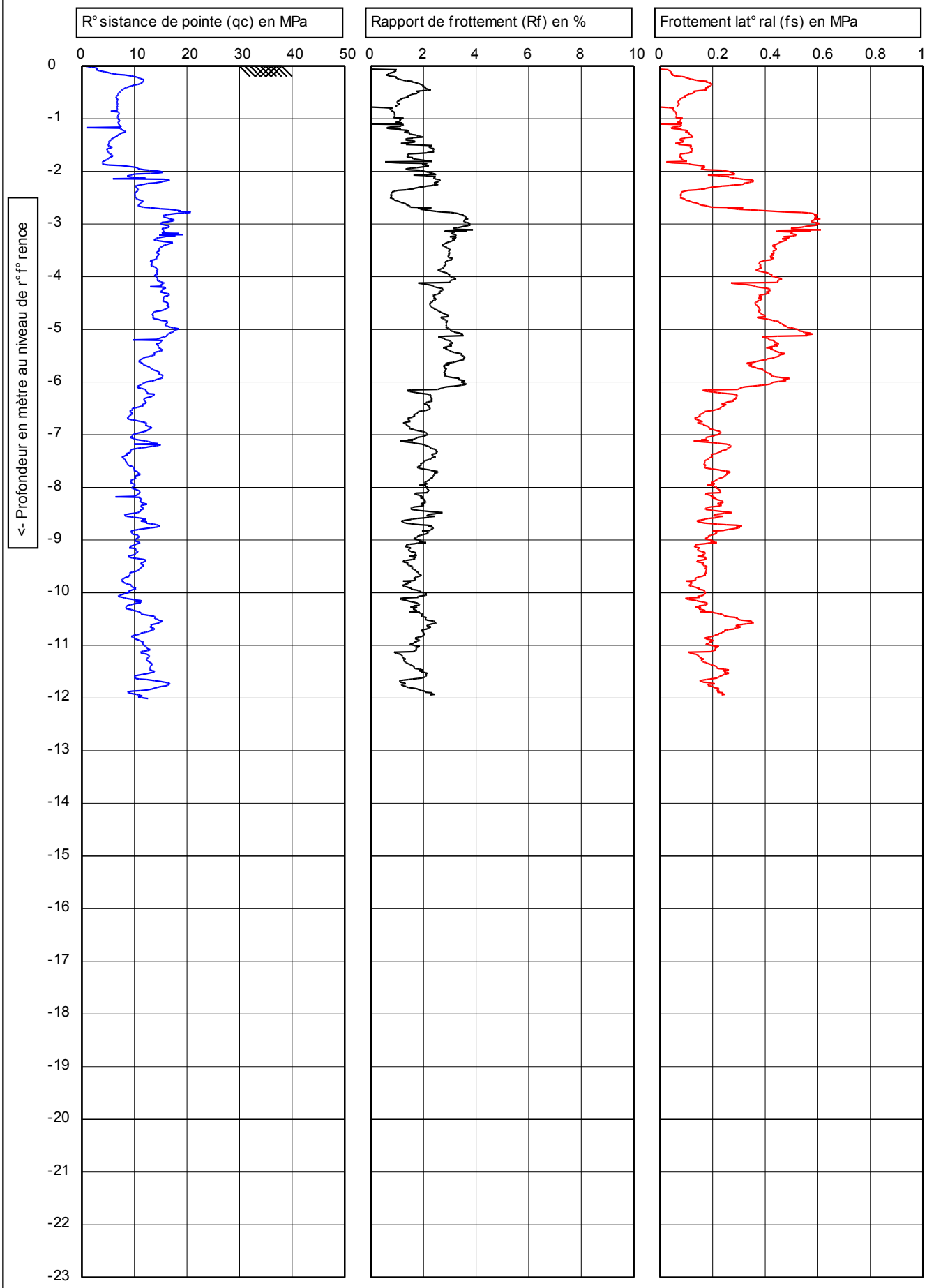
Site: **CHAMPIGNY (51)**

Position:

N° pointe: **S15CFIIP.S13415**

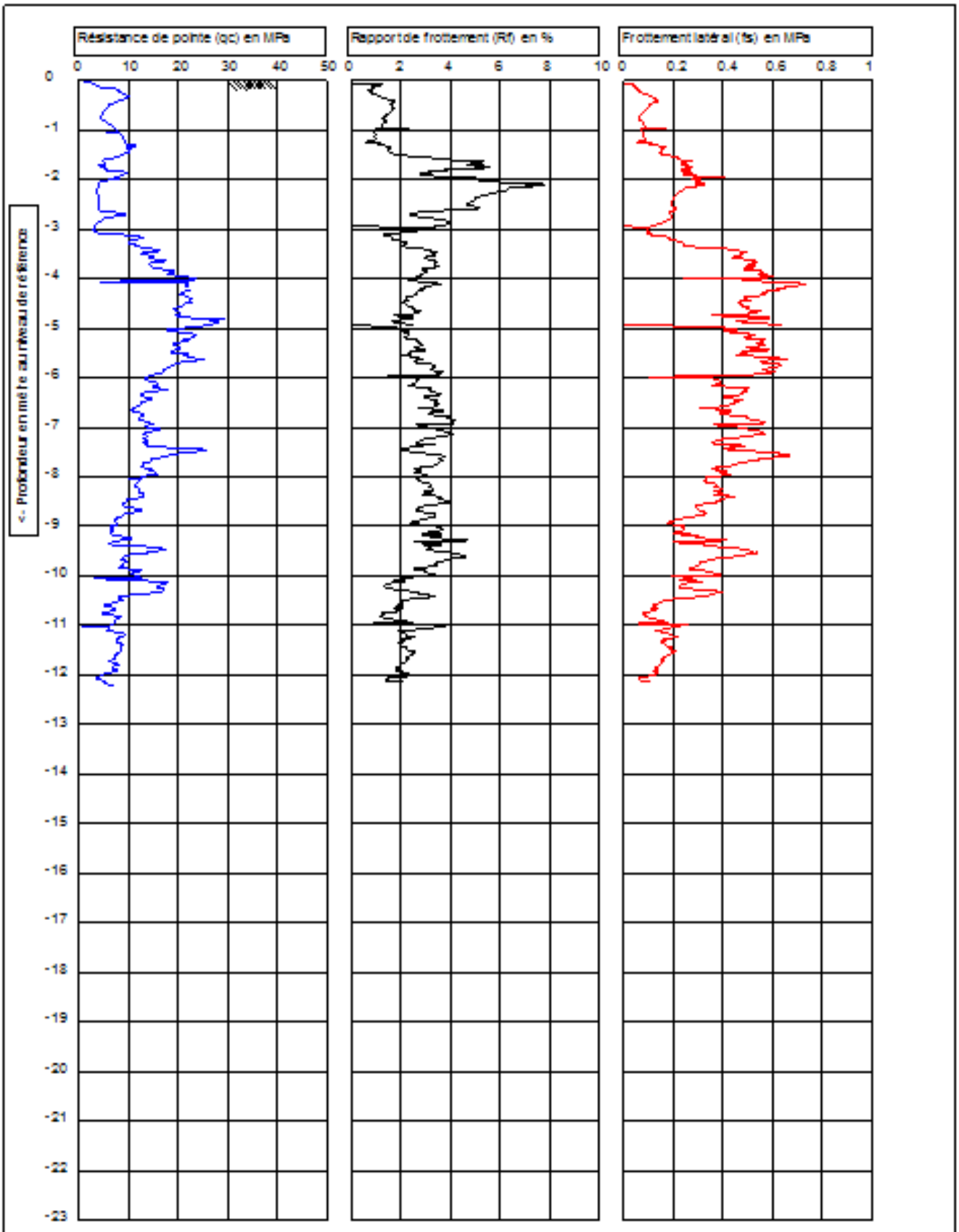
N° projet: **NRE2 I 192**

N° essai: **PS 3** **1/2**



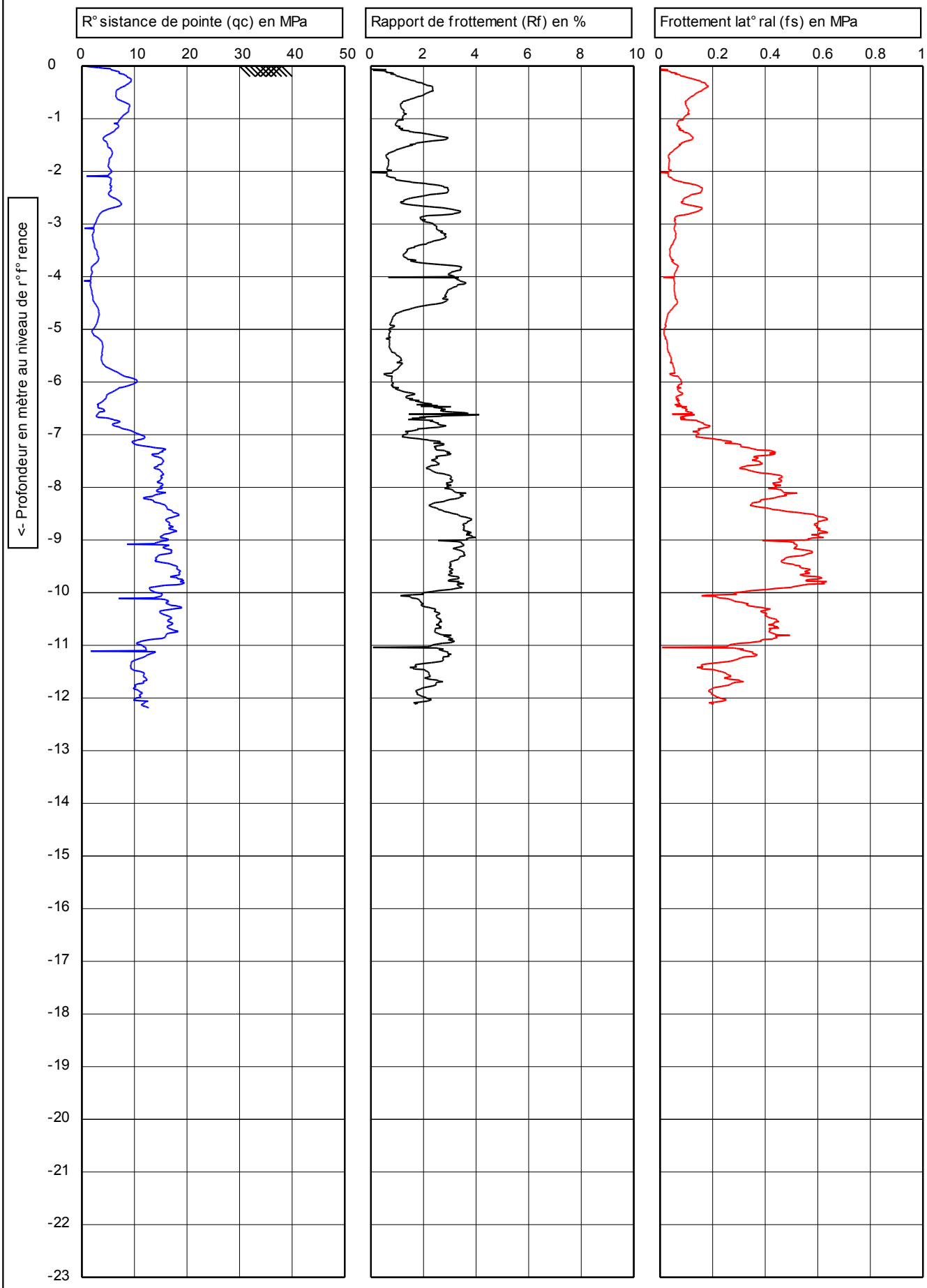
GINGER CEBTP	r u2 / 225 cm² / 15 cm²	Test according NEN 5140 class 1	Avant trou : 0
		T.N. 0 NAP — Niv. eau: 0	Date: 13/09/2018
	Projet:	Aménagement ZA logistique	N° pointe: S15CFIIP.S13415
	Site:	CHAMPIGNY (51)	N° projet: NRE2 I 192
	Position:		N° essai: PS 4 — 1/2

CPTask V1.28



GINGER CEBTP

Test according NEN 5140 class 1		Avant trou :	0
T.N. 0 NAP	Niv. eau :	Date:	13/09/2018
Projet: Aménagement ZA logistique		N° pointe:	S15CRIIP.S13415
Site: CHAMPIGNY (51)		N° projet:	NRE2 I 192
Position:		N° essai:	PS 5 1/2



GINGER CEBTP

CPTask V1.28

u2
225 cm²
15 cm²

Test according NEN 5140 class 1

T.N. **0 NAP**

Niv. eau: **0**

Avant trou : **0**

Date: **14/09/2018**

Projet: **Aménagement ZA logistique**

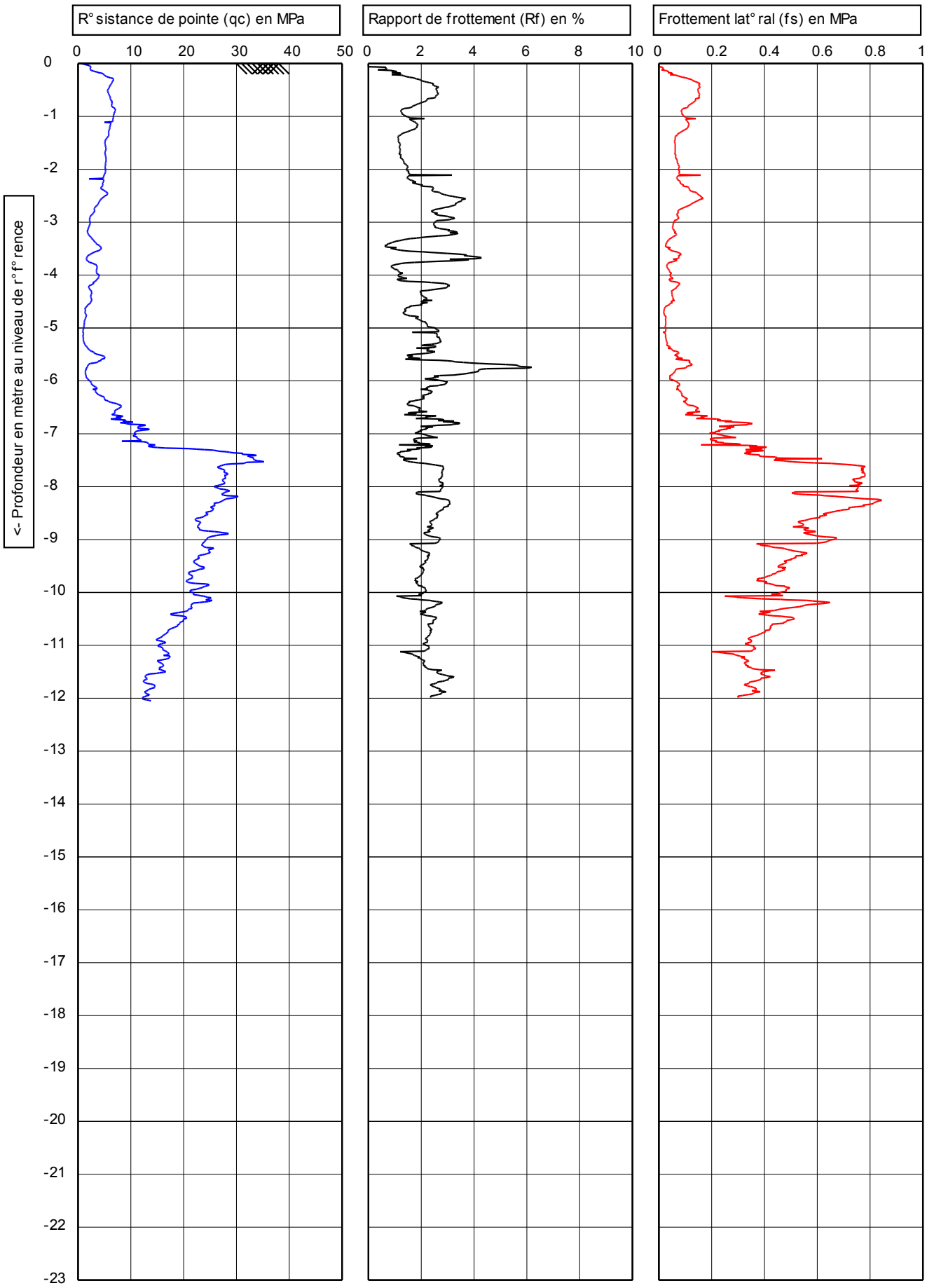
Site: **CHAMPIGNY (51)**

Position:

N° pointe: **S15CFIIP.S13415**

N° projet: **NRE2 I 192**

N° essai: **CPT 6** **1/2**



GINGER CEBTP

CPTask V1.28

u2
225 cm²
15 cm²

Test according NEN 5140 class 1

T.N. **0 NAP** Niv. eau: **0**

Projet: **Aménagement ZA logistique**

Site: **CHAMPIGNY (51)**

Position:

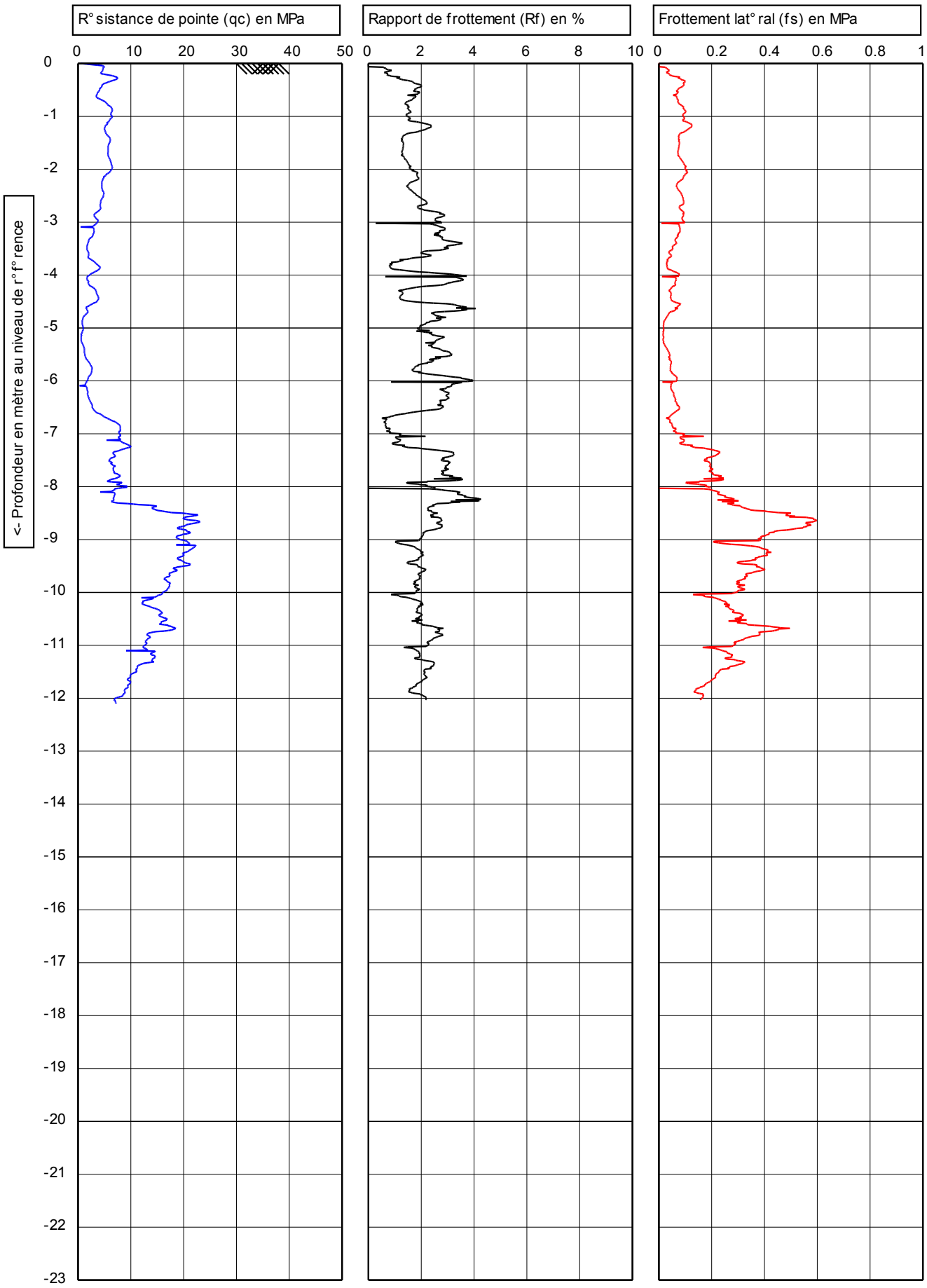
Avant trou : **0**

Date: **14/09/2018**

N° pointe: **S15CFIIP.S13415**

N° projet: **NRE2 I 192**

N° essai: **PS 7** **1/2**



GINGER CEBTP

CPTask V1.28

u2
225 cm²
15 cm²

Test according NEN 5140 class 1

T.N. **0 NAP**

Niv. eau: **0**

Avant trou : **0**

Date: **14/09/2018**

Projet: **Aménagement ZA logistique**

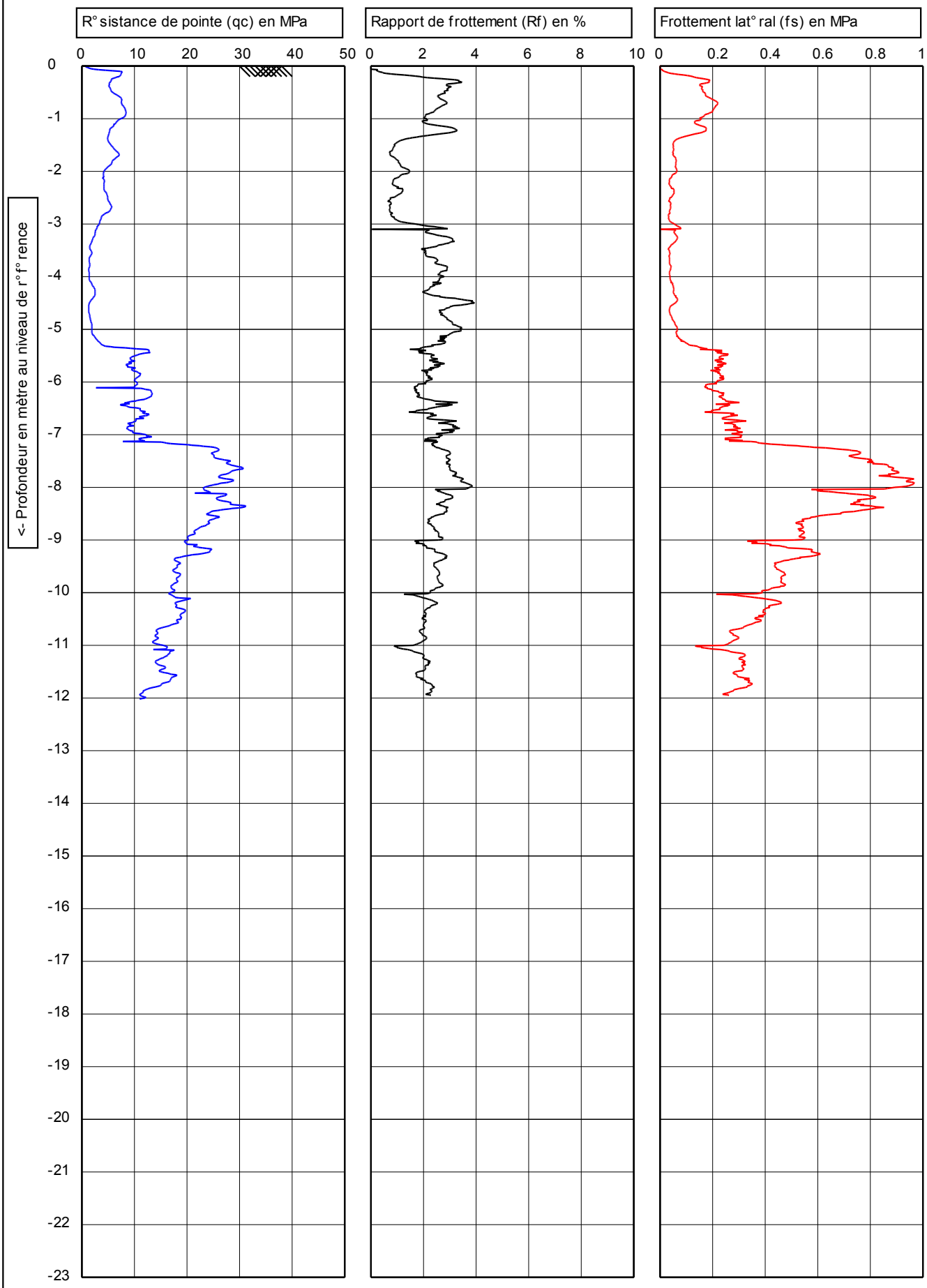
Site: **CHAMPIGNY (51)**

Position:

N° pointe: **S15CFIIP.S13415**

N° projet: **NRE2 I 192**

N° essai: **PS 8** **1/2**



GINGER CEBTP

CPTask V1.28

u2
225 cm²
15 cm²

Test according NEN 5140 class 1

T.N. **0 NAP** Niv. eau: **0**

Projet: **Aménagement ZA logistique**

Site: **CHAMPIGNY (51)**

Position:

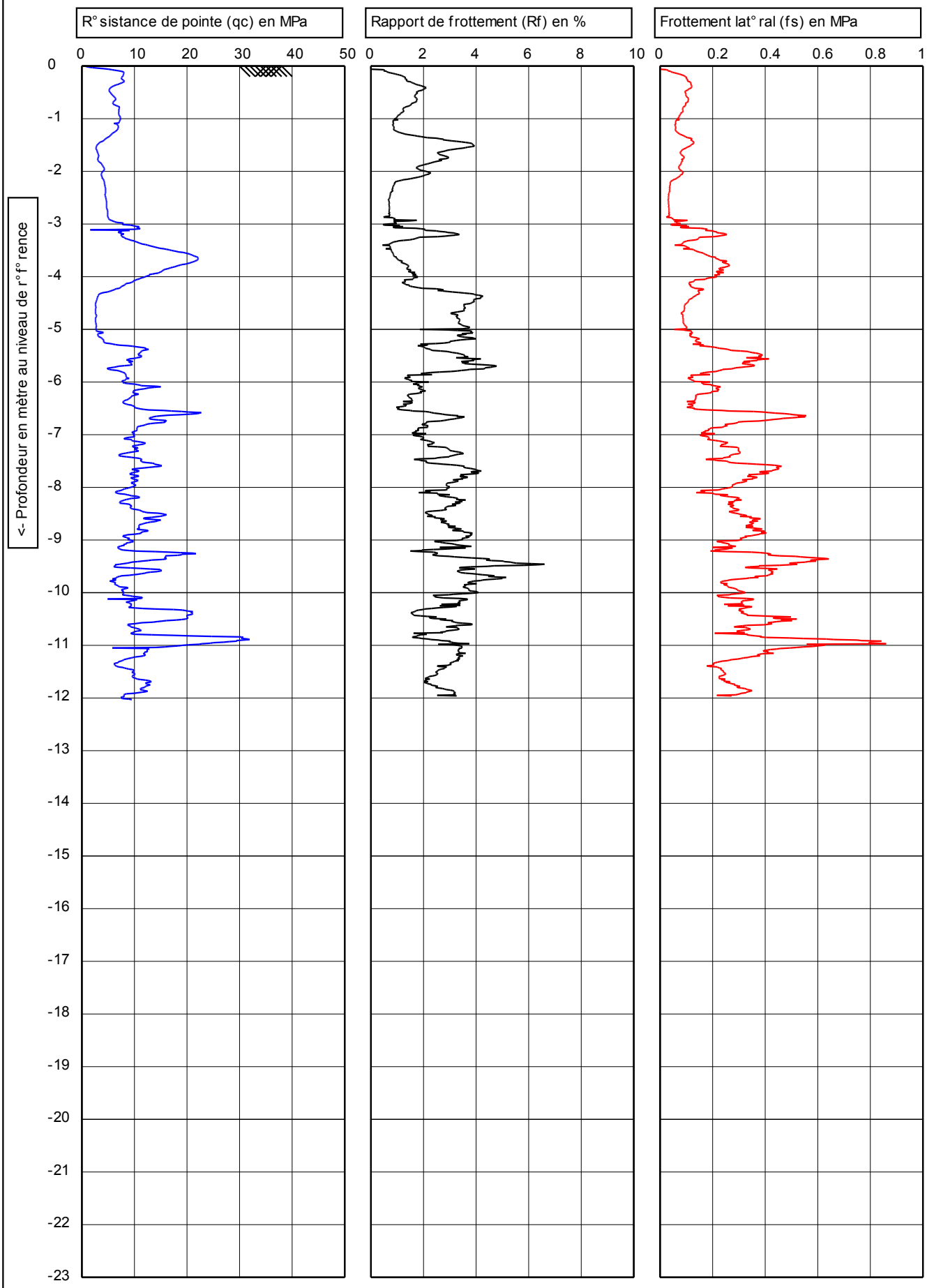
Avant trou : **0**

Date: **14/09/2018**

N° pointe: **S15CFIIP.S13415**

N° projet: **NRE2 I 192**

N° essai: **PS 9** **1/2**



GINGER CEBTP

CPTask V1.28

u2
225 cm²
15 cm²

Test according NEN 5140 class 1

T.N. **0 NAP** Niv. eau: **0**

Projet: **Aménagement ZA logistique**

Site: **CHAMPIGNY (51)**

Position:

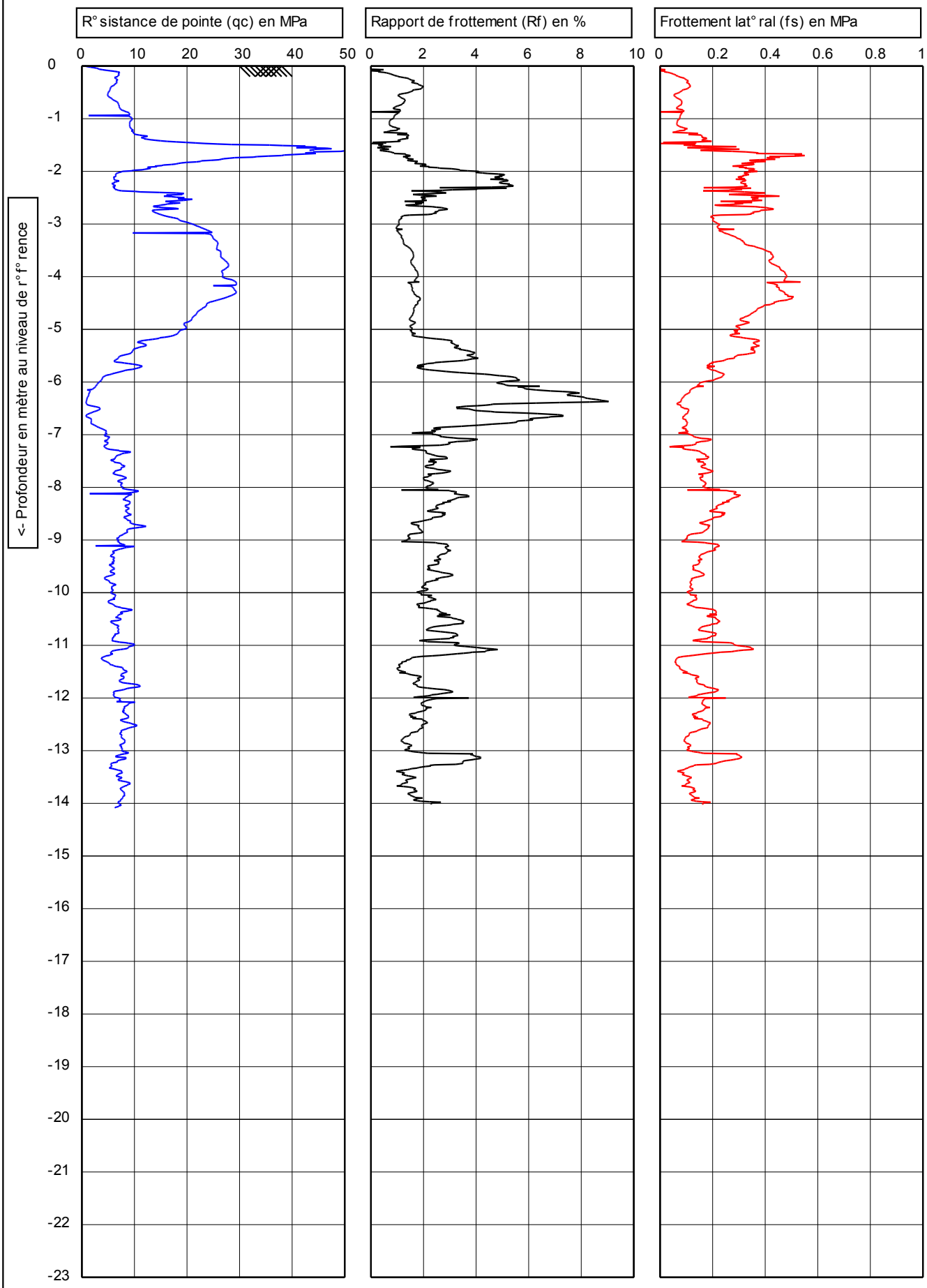
Avant trou : **0**

Date: **13/09/2018**

N° pointe: **S15CFIIP.S13415**

N° projet: **NRE2 I 192**

N° essai: **PS 10** **1/2**



GINGER CEBTP

CPTask V1.28

u2
225 cm²
15 cm²

Test according NEN 5140 class 1

T.N. **0 NAP** Niv. eau: **0**

Projet: **Aménagement ZA logistique**

Site: **CHAMPIGNY (51)**

Position:

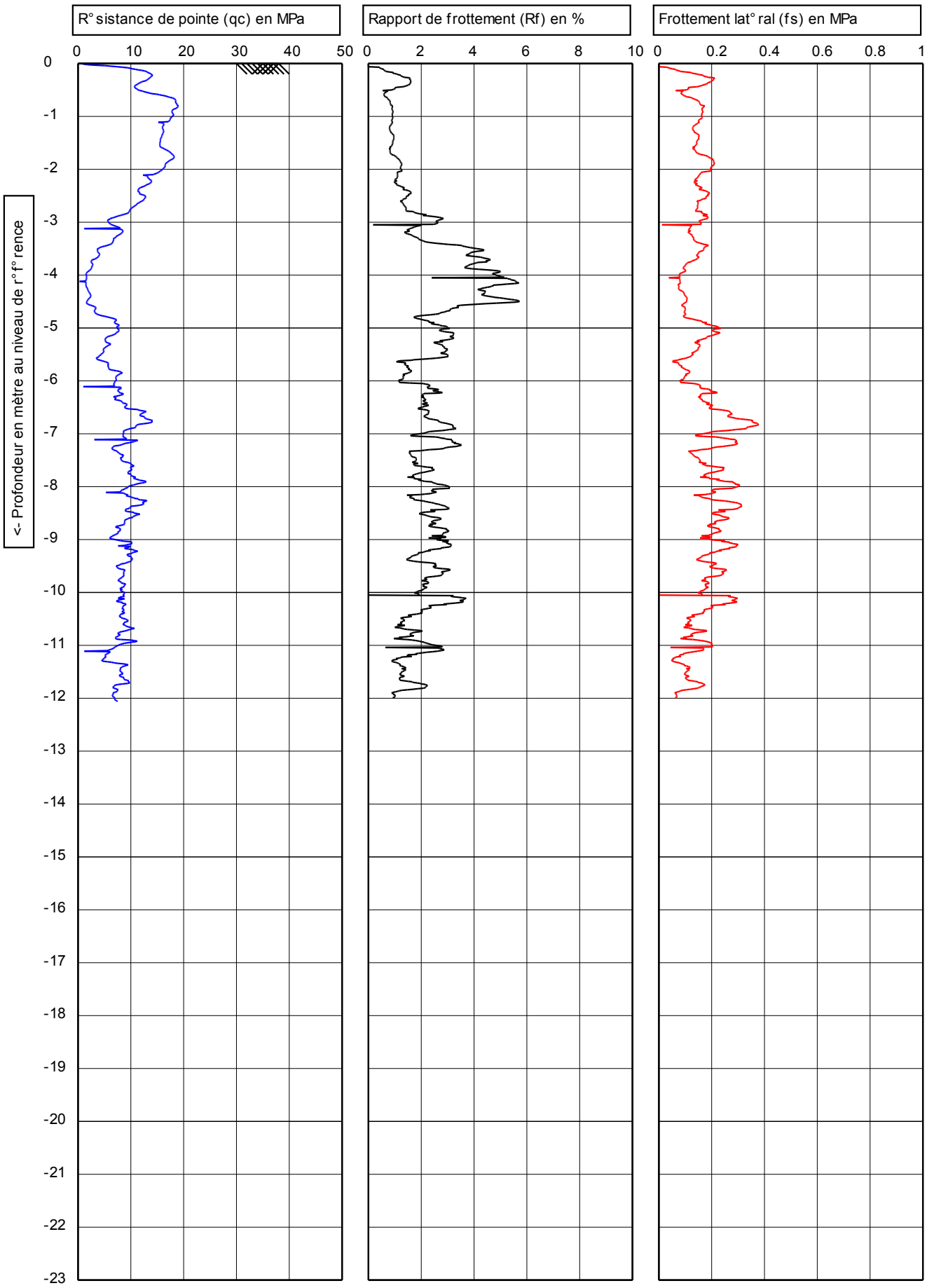
Avant trou : **0**

Date: **13/09/2018**

N° pointe: **S15CFIIP.S13415**

N° projet: **NRE2 I 192**

N° essai: **PS 11** **1/2**



GINGER CEBTP

CPTask V1.28

r u2
225 cm²
15 cm²

Test according NEN 5140 class 1

T.N. **0 NAP**

Niv. eau: **0**

Projet: **Aménagement ZA logistique**

Site: **CHAMPIGNY (51)**

Position:

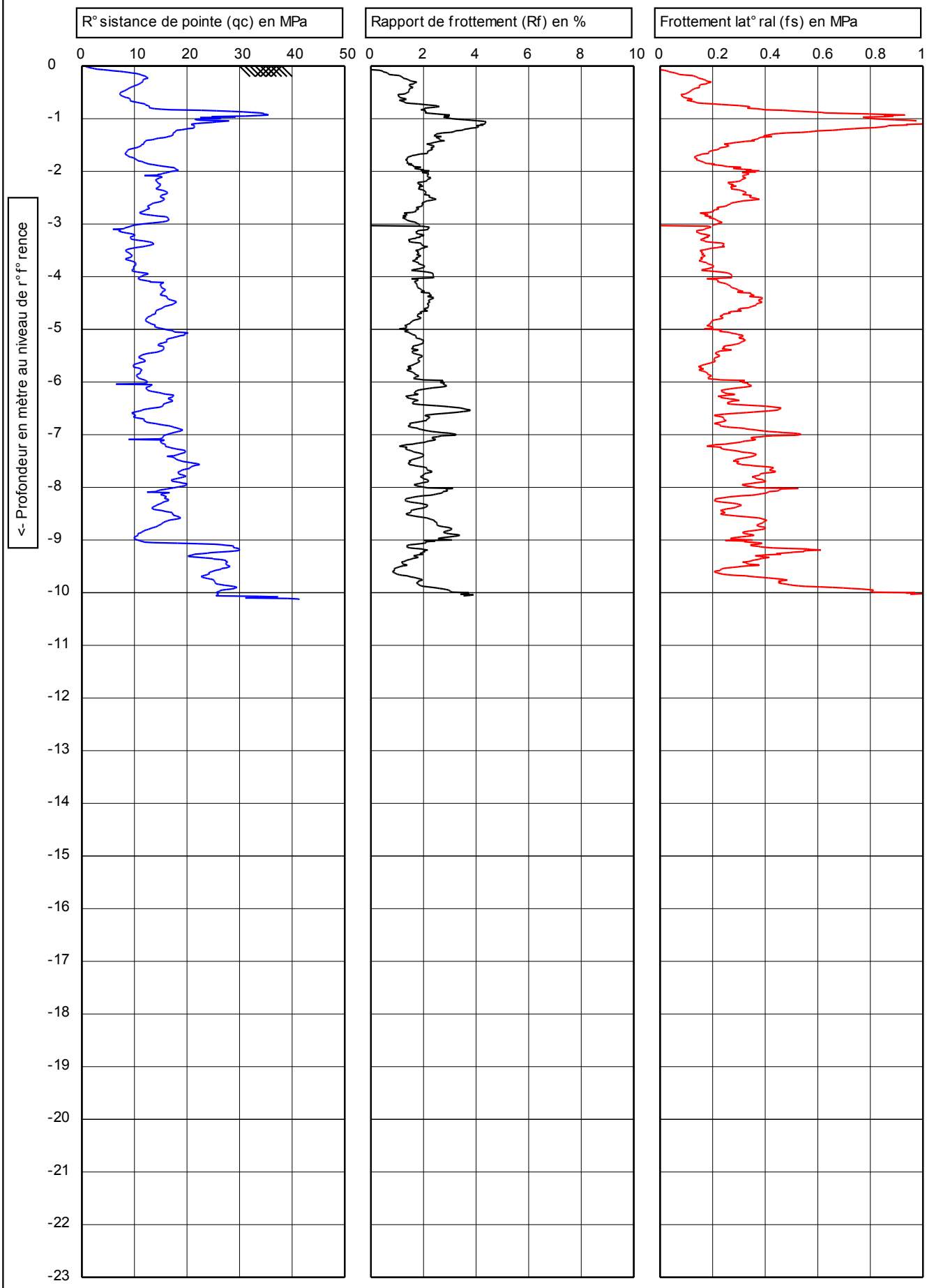
Avant trou : **0**

Date: **13/09/2018**

N° pointe: **S15CFIIP.S13415**

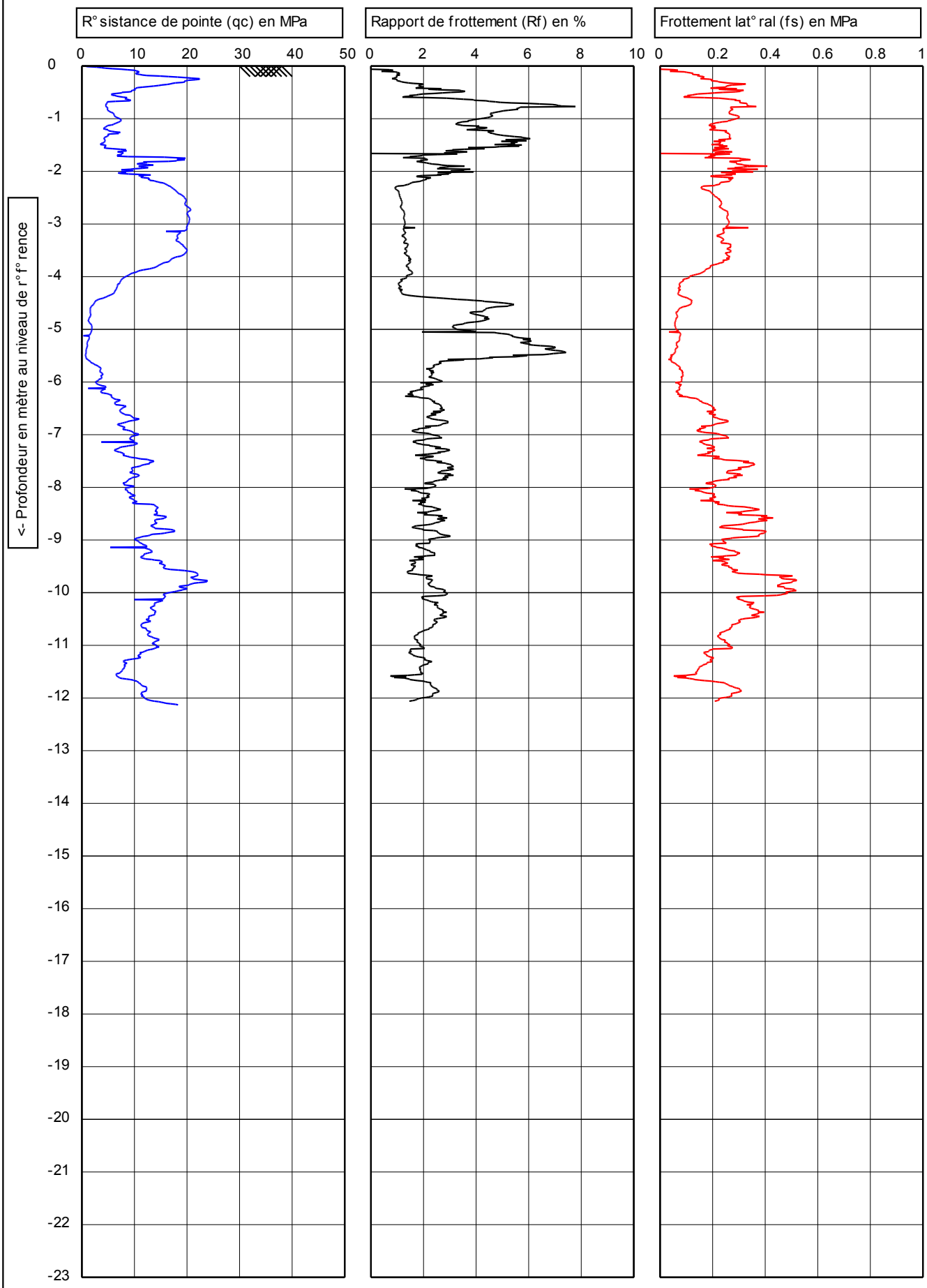
N° projet: **NRE2 I 192**

N° essai: **PS 12** **1/2**



GINGER CEBTP	u2 225 cm² 15 cm²	Test according NEN 5140 class 1	Avant trou : 0
		T.N. 0 NAP / Niv. eau: 0	Date: 13/09/2018
Projet: Aménagement ZA logistique			N° pointe: S15CFIIP.S13415
Site: CHAMPIGNY (51)			N° projet: NRE2 I 192
Position:			N° essai: PS 13 — 1/2

CPTask V1.28



GINGER CEBTP

CPTask V1.28

u2
225 cm²
15 cm²

Test according NEN 5140 class 1

T.N. **0 NAP** Niv. eau: **0**

Projet: **Aménagement ZA logistique**

Site: **CHAMPIGNY (51)**

Position:

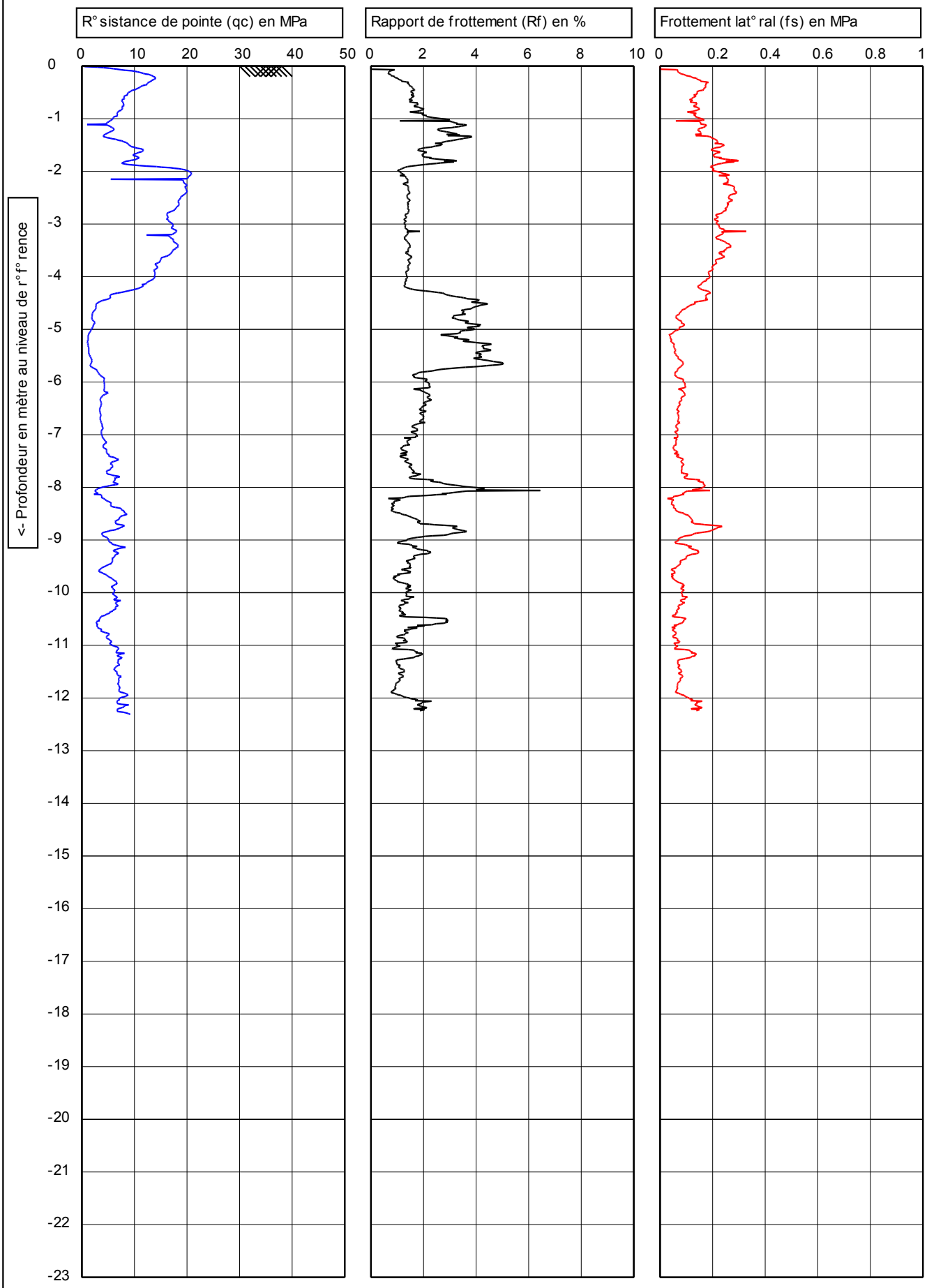
Avant trou : **0**

Date: **13/09/2018**

N° pointe: **S15CFIIP.S13415**

N° projet: **NRE2 I 192**

N° essai: **PS 14** **1/2**



GINGER CEBTP

CPTask V1.28

r u2
225 cm²
15 cm²

Test according NEN 5140 class 1

T.N. **0 NAP**

Niv. eau: **0**

Avant trou : **0**

Date: **13/09/2018**

Projet: **Aménagement ZA logistique**

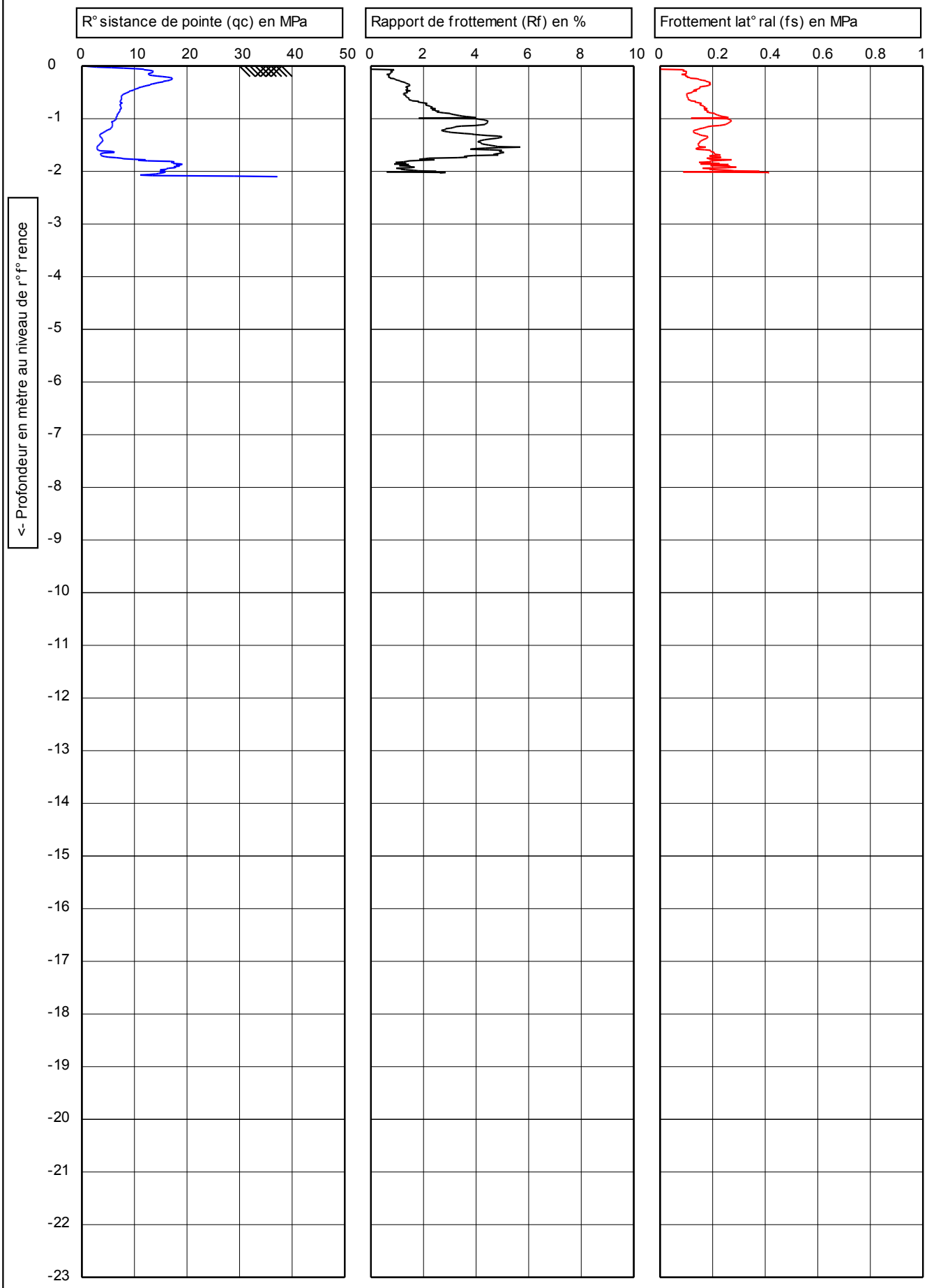
Site: **CHAMPIGNY (51)**

Position:

N° pointe: **S15CFIIP.S13415**

N° projet: **NRE2 I 192**

N° essai: **PS 15** **1/2**



GINGER CEBTP

CPTask V1.28

u2
225 cm²
15 cm²

Test according NEN 5140 class 1

T.N. **0 NAP**

Niv. eau: **0**

Avant trou : **0**

Date: **13/09/2018**

Projet: **Aménagement ZA logistique**

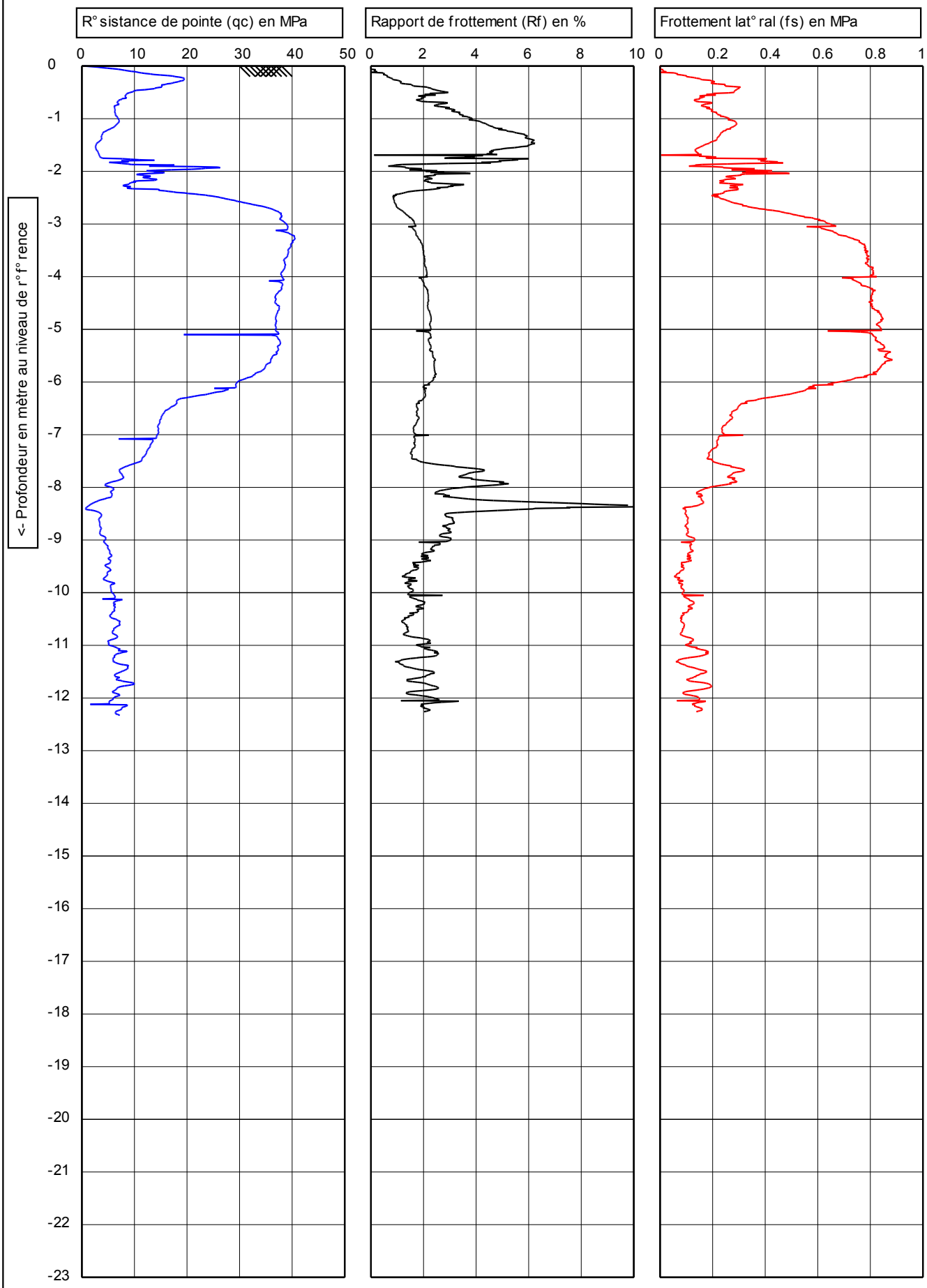
Site: **CHAMPIGNY (51)**

Position:

N° pointe: **S15CFIIP.S13415**

N° projet: **NRE2 I 192**

N° essai: **PS 16** **1/2**



GINGER CEBTP

CPTask V1.28

u2
225 cm²
15 cm²

Test according NEN 5140 class 1

T.N. **0 NAP** Niv. eau: **0**

Projet: **Aménagement ZA logistique**

Site: **CHAMPIGNY (51)**

Position:

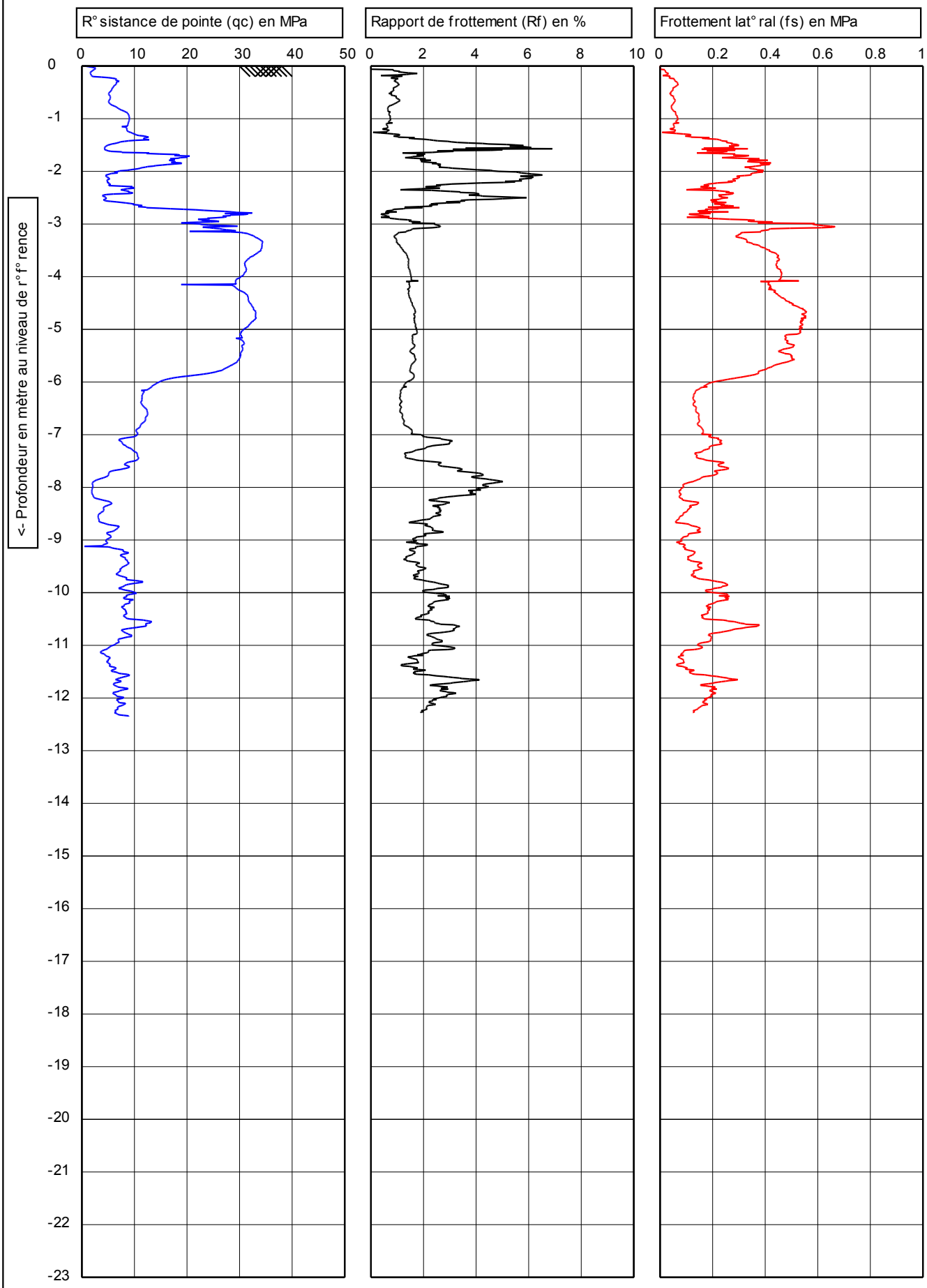
Avant trou : **0**

Date: **13/09/2018**

N° pointe: **S15CFIIP.S13415**

N° projet: **NRE2 I 192**

N° essai: **PS 16 bis** **1/2**



GINGER CEBTP

CPTask V1.28

u2
225 cm²
15 cm²

Test according NEN 5140 class 1

T.N. **0 NAP** Niv. eau: **0**

Projet: **Aménagement ZA logistique**

Site: **CHAMPIGNY (51)**

Position:

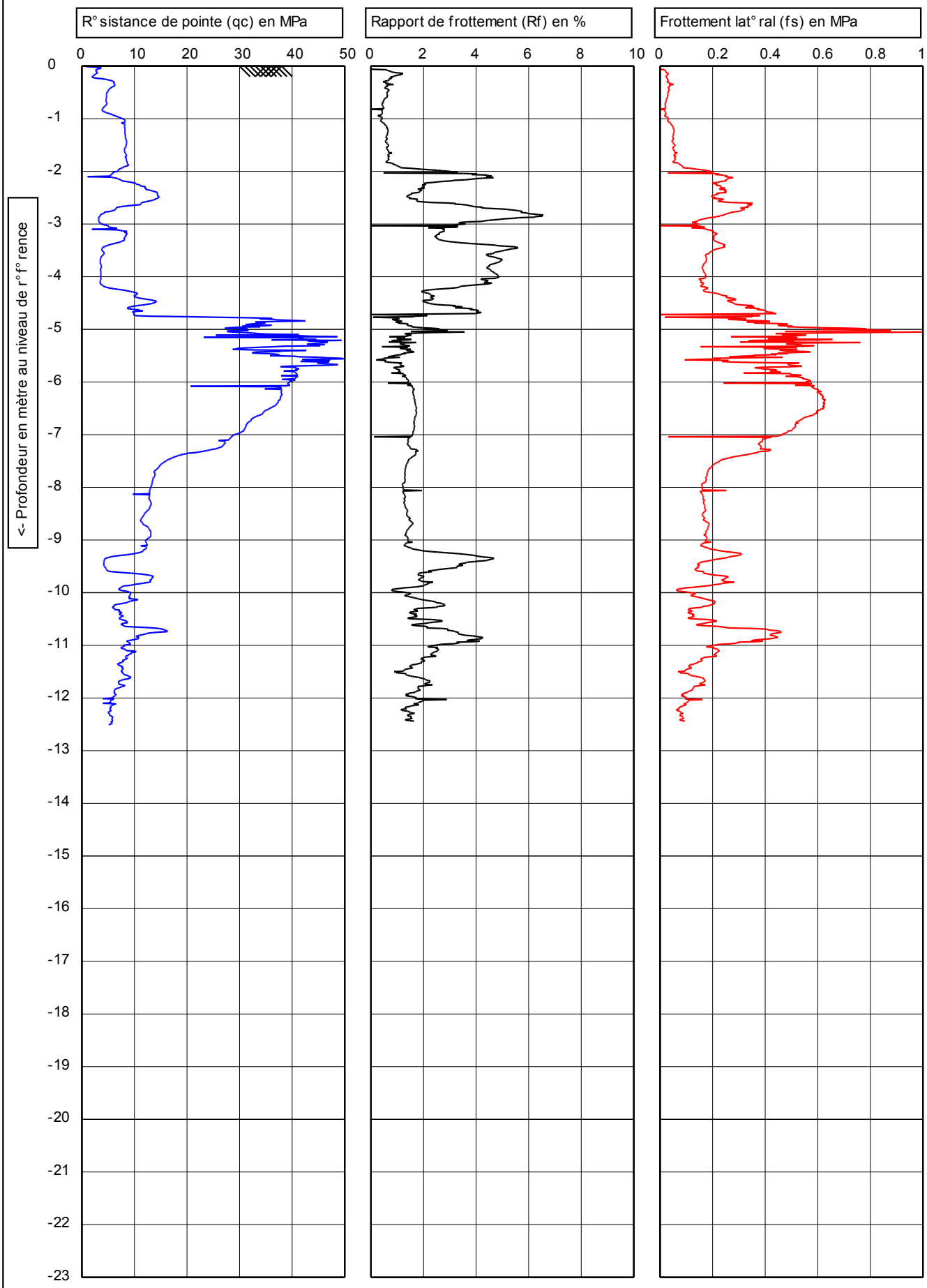
Avant trou : **0**

Date: **13/09/2018**

N° pointe: **S15CFIIP.S13415**

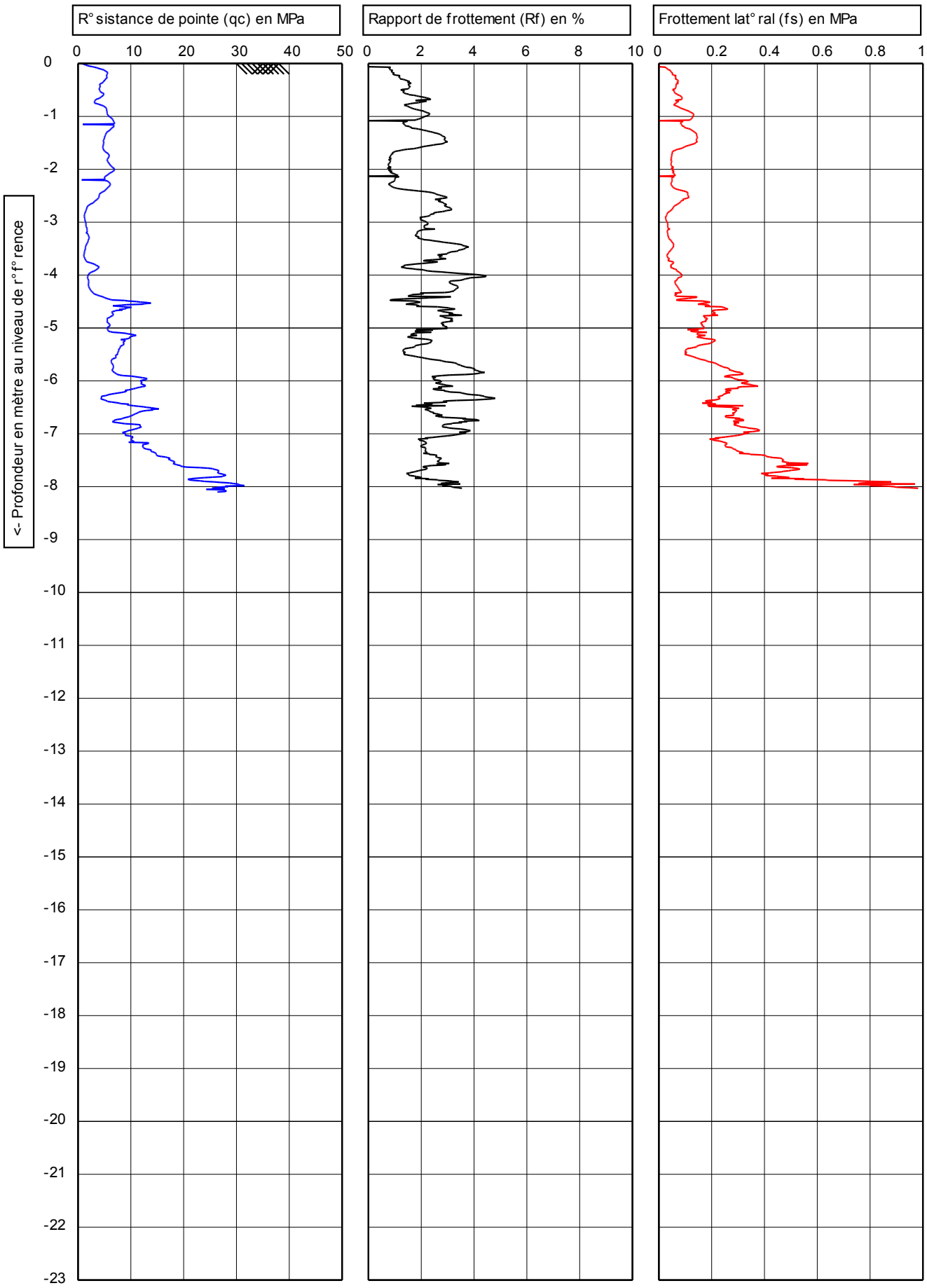
N° projet: **NRE2 I 192**

N° essai: **PS 17** **1/2**



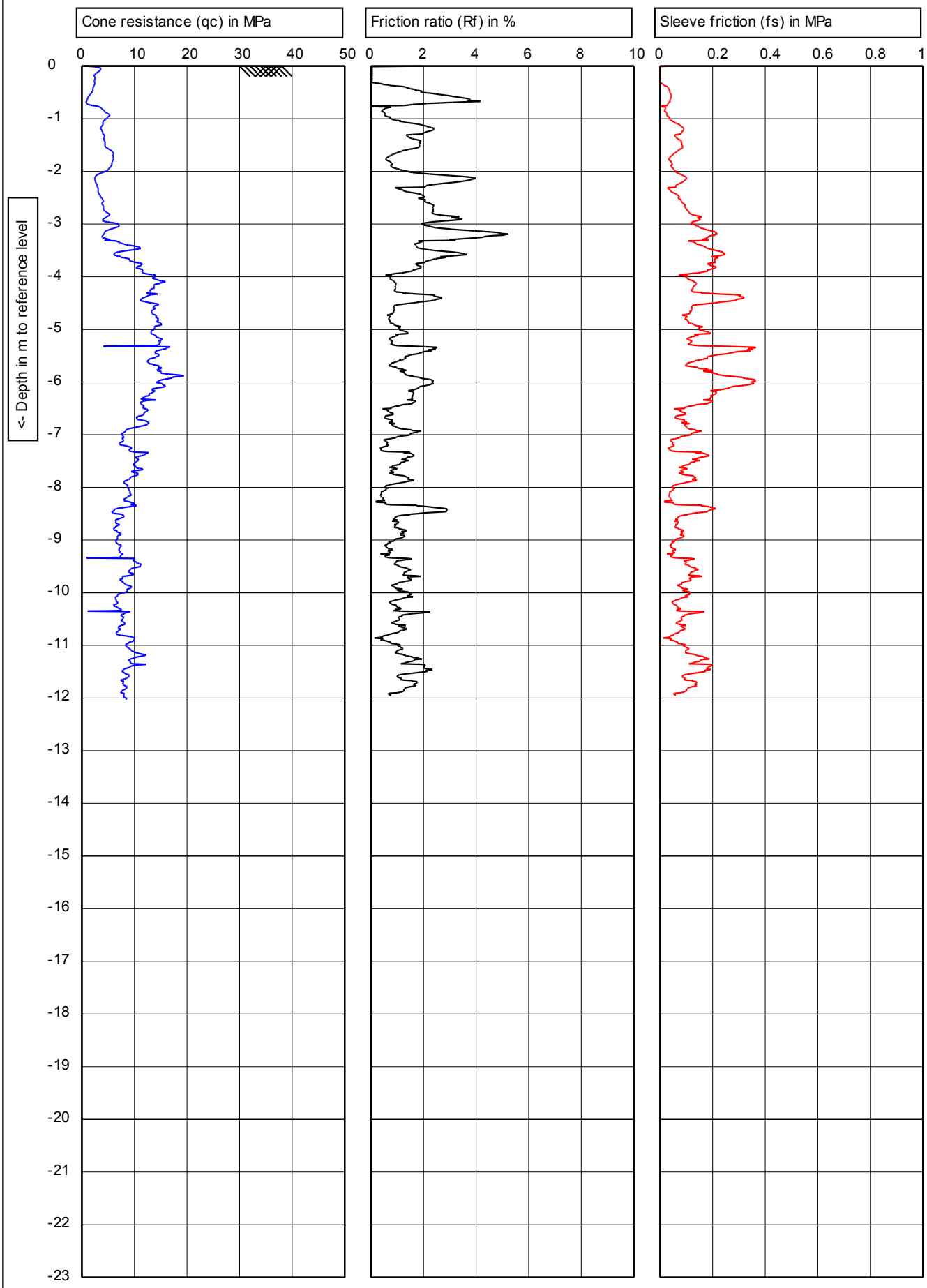
GINGER CEBTP	u2 225 cm² 15 cm²	Test according NEN 5140 class 1	Avant trou : 0
		T.N. 0 NAP / Niv. eau: 0	Date: 13/09/2018
Projet: Aménagement ZA logistique			N° pointe: S15CFIIP.S13415
Site: CHAMPIGNY (51)			N° projet: NRE2 I 192
Position:			N° essai: PS 18 — 1/2

CPTask V1.28



GINGER CEBTP	r u2 / 225 cm² / 15 cm²	Test according NEN 5140 class 1	Avant trou : 0
		T.N. 0 NAP — Niv. eau: 0	Date: 14/09/2018
Projet: Aménagement ZA logistique			N° pointe: S15CFIIP.S13415
Site: CHAMPIGNY (51)			N° projet: NRE2 I 192
Position:			N° essai: PS 19 — 1/2

CPTask V1.28



GINGER CEBTP

225 cm²
15 cm²

Test according NEN 5140 class 1

G.L. **0 NAP** W.L.: **0**

Project: **Aménagement ZA logistique**

Location: **CHAMPIGNY (51)**

Position:

Predrill : **0**

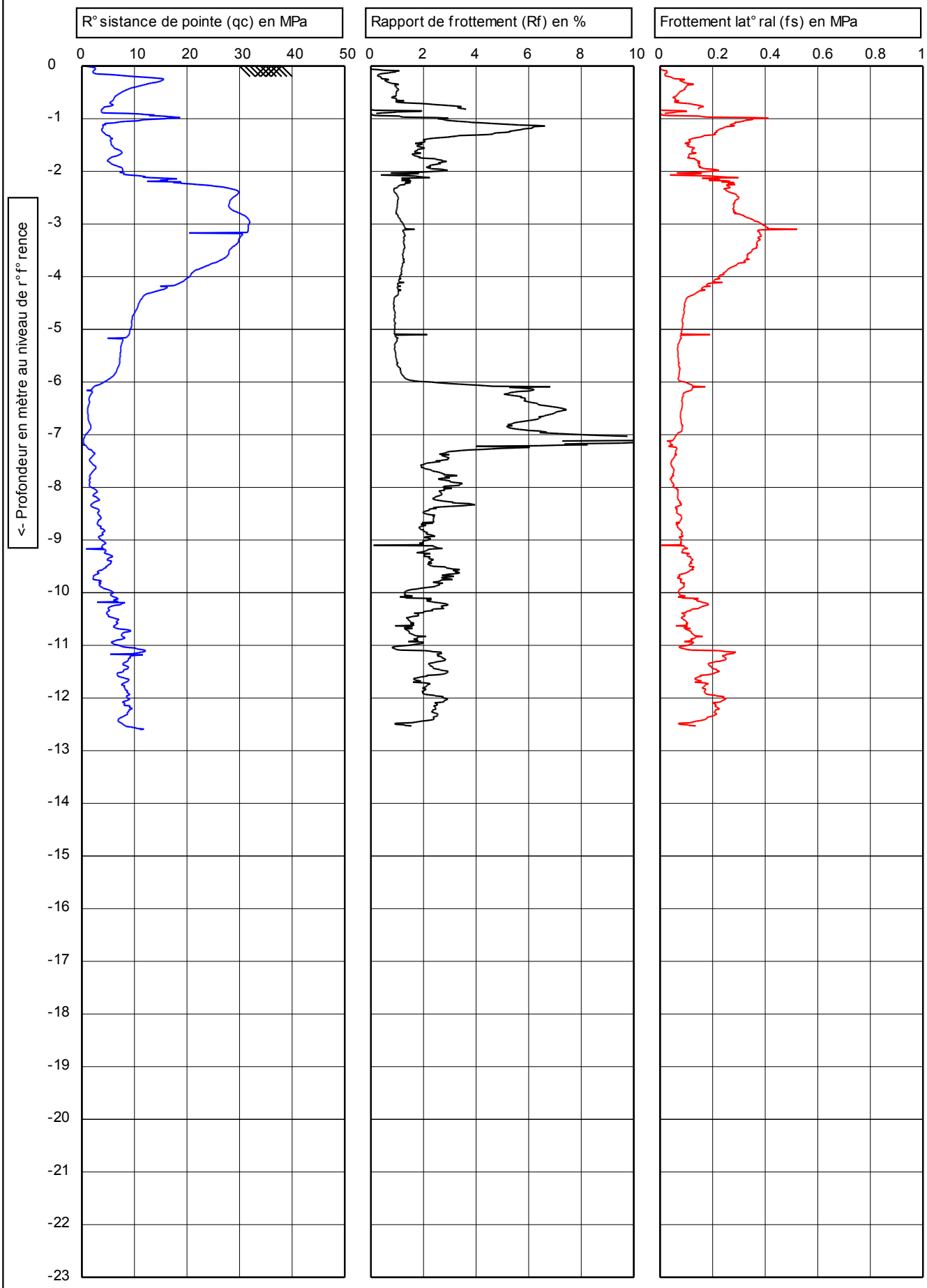
Date: **21/08/2018**

Cone no.: **S15CFII.S18282**

Project no.: **NRE2.I.192**

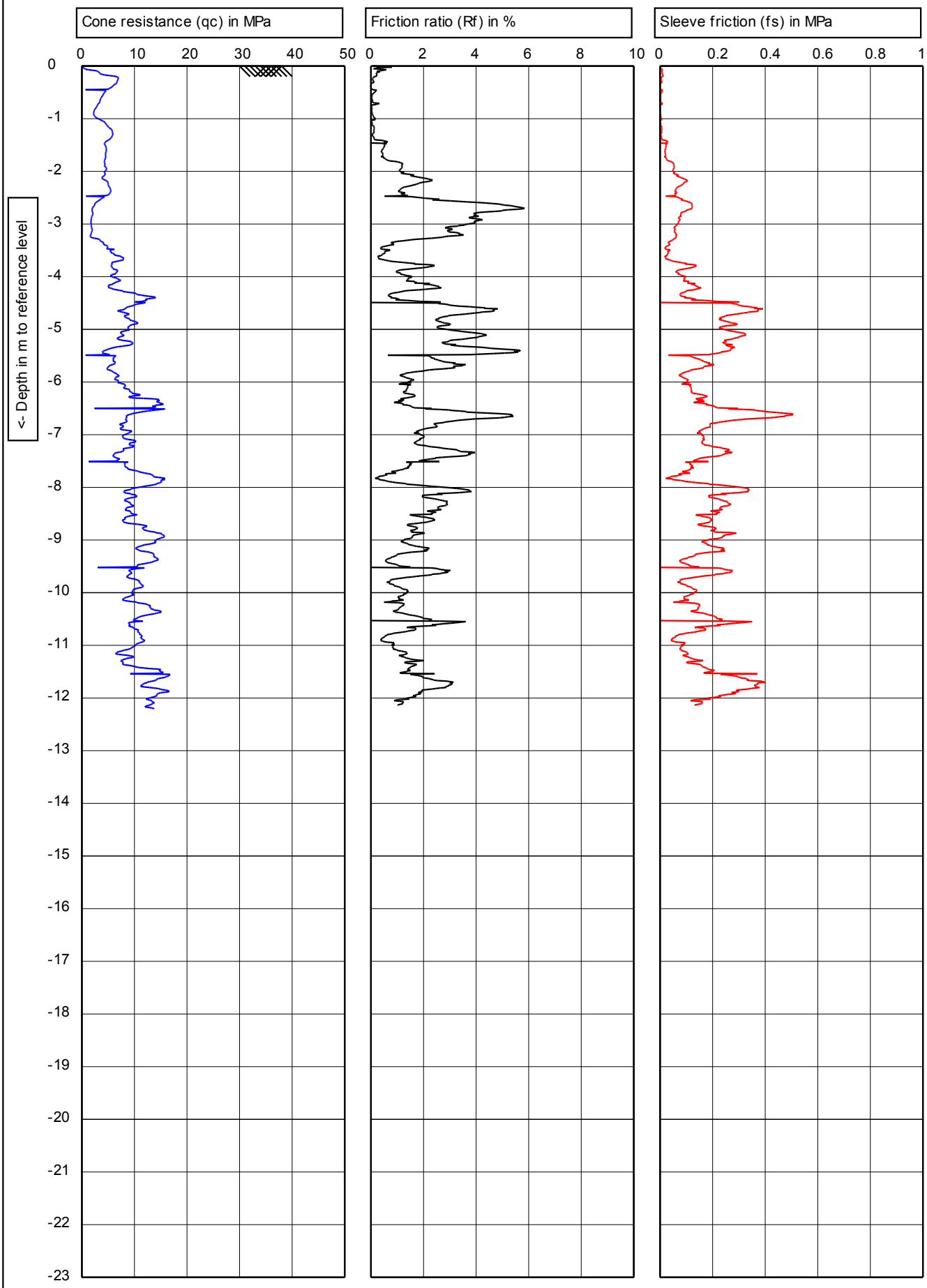
CPT no.: **PS20** **1/2**

CPTask V1.28



GINGER CEBTP	r u2 / 225 cm² / 15 cm²	Test according NEN 5140 class 1	Avant trou : 0
		T.N. 0 NAP — Niv. eau: 0	Date: 13/09/2018
Projet: Aménagement ZA logistique			N° pointe: S15CFIIP.S13415
Site: CHAMPIGNY (51)			N° projet: NRE2 I 192
Position:			N° essai: PS 21 — 1/2

CPTask V1.28



GINGER CEBTP

225 cm²
15 cm²

Test according NEN 5140 class 1

G.L. **0 NAP** | W.L.: **0**

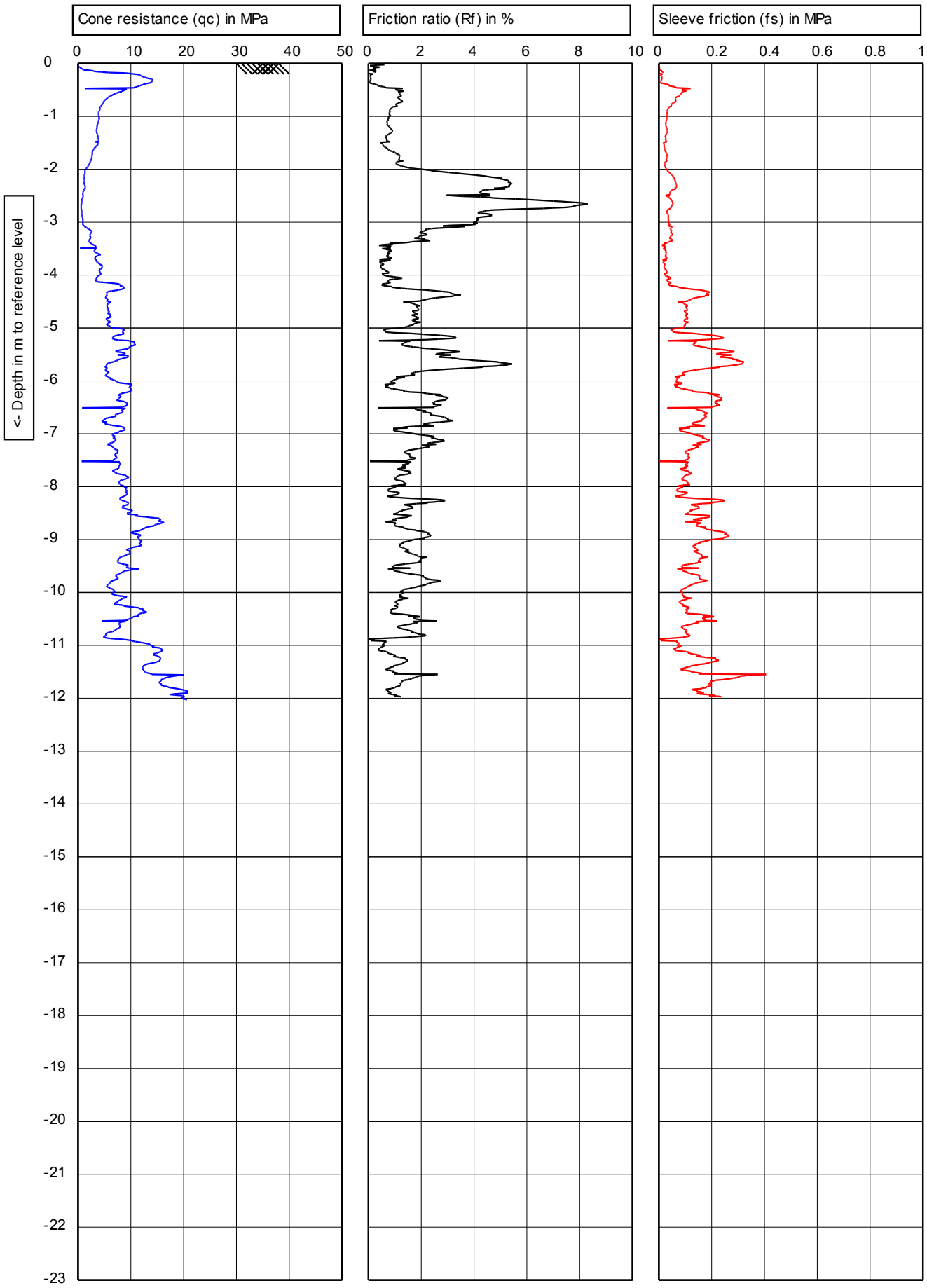
Project: **Aménagement ZA logistique**

Location: **CHAMPIGNY (51)**

Position:

Predrill :	**0**
Date:	**22/08/2018**
Cone no.:	**S15CFII.S18282**
Project no.:	**NRE2.I.192**
CPT no.:	**PS22** **1/2**

CPTask V1.28



GINGER CEBTP

225 cm²
15 cm²

Test according NEN 5140 class 1

G.L. **0 NAP** | W.L.: **0**

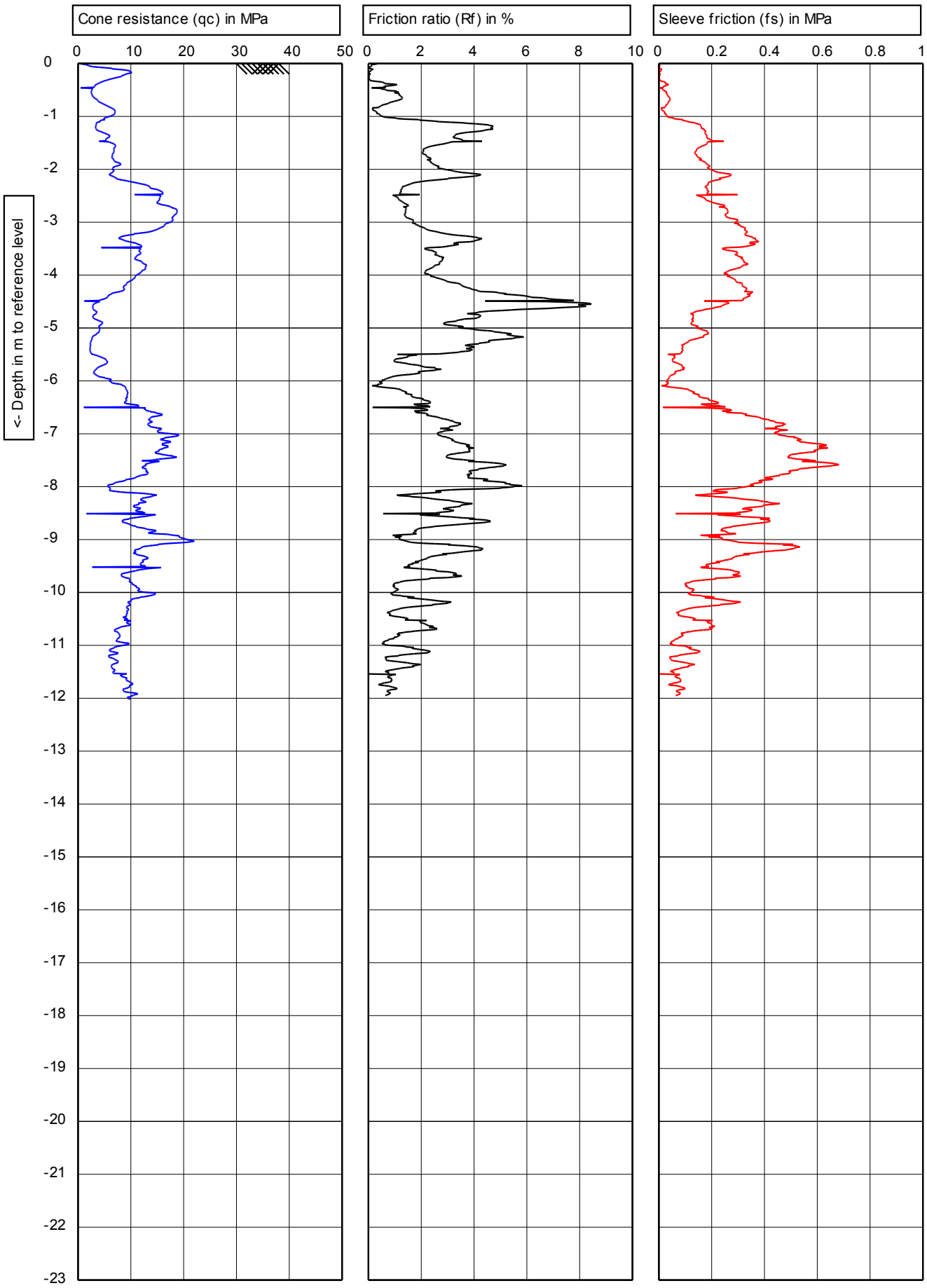
Project: **Aménagement ZA logistique**

Location: **CHAMPIGNY (51)**

Position:

Predrill :	**0**
Date:	**22/08/2018**
Cone no.:	**S15CFII.S18282**
Project no.:	**NRE2.I.192**
CPT no.:	**PS23** **1/2**

CPTask V1.28



GINGER CEBTP

225 cm²
15 cm²

Test according NEN 5140 class 1

G.L. **0 NAP** | W.L.: **0**

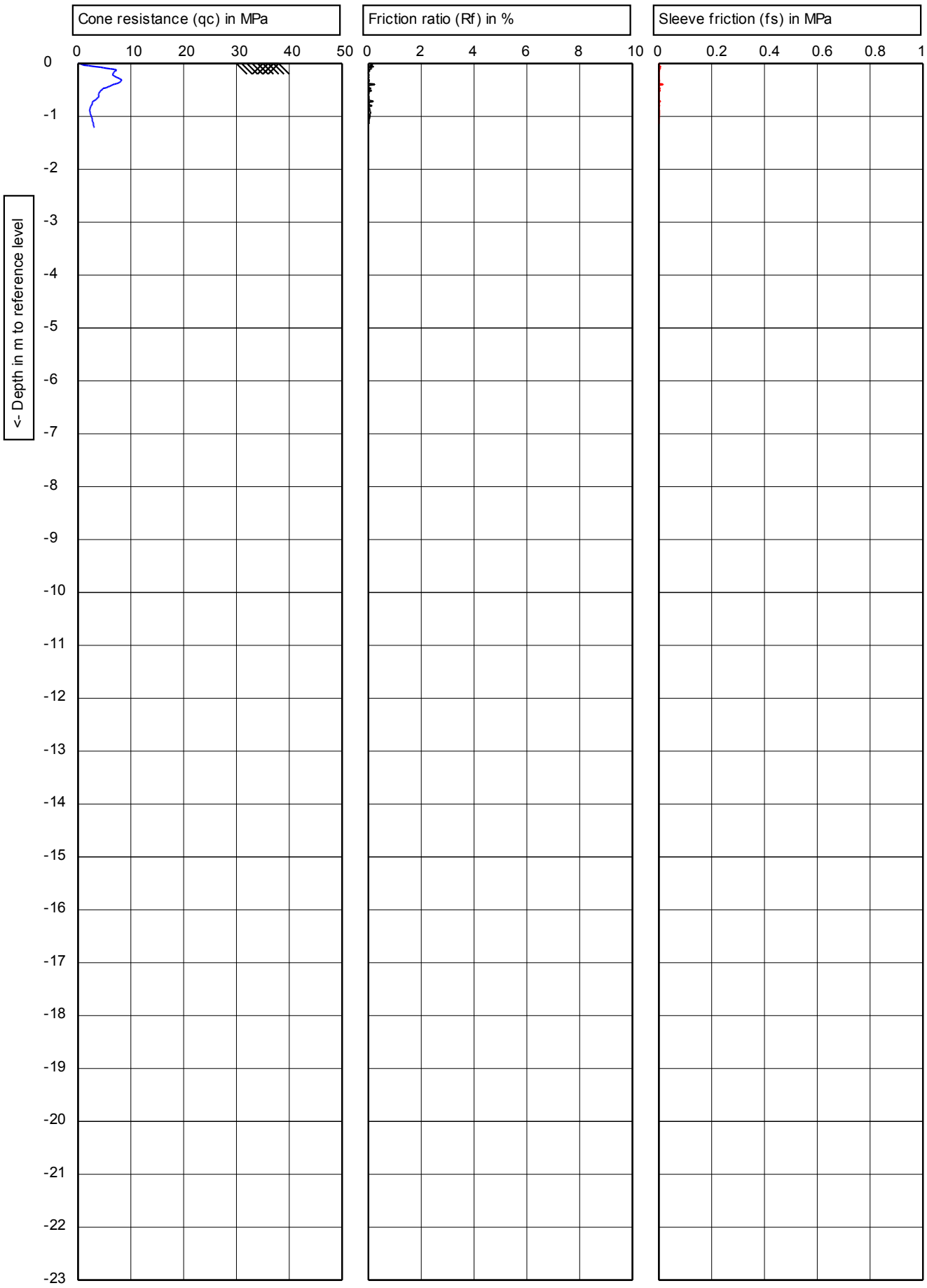
Project: **Aménagement ZA logistique**

Location: **CHAMPIGNY (51)**

Position:

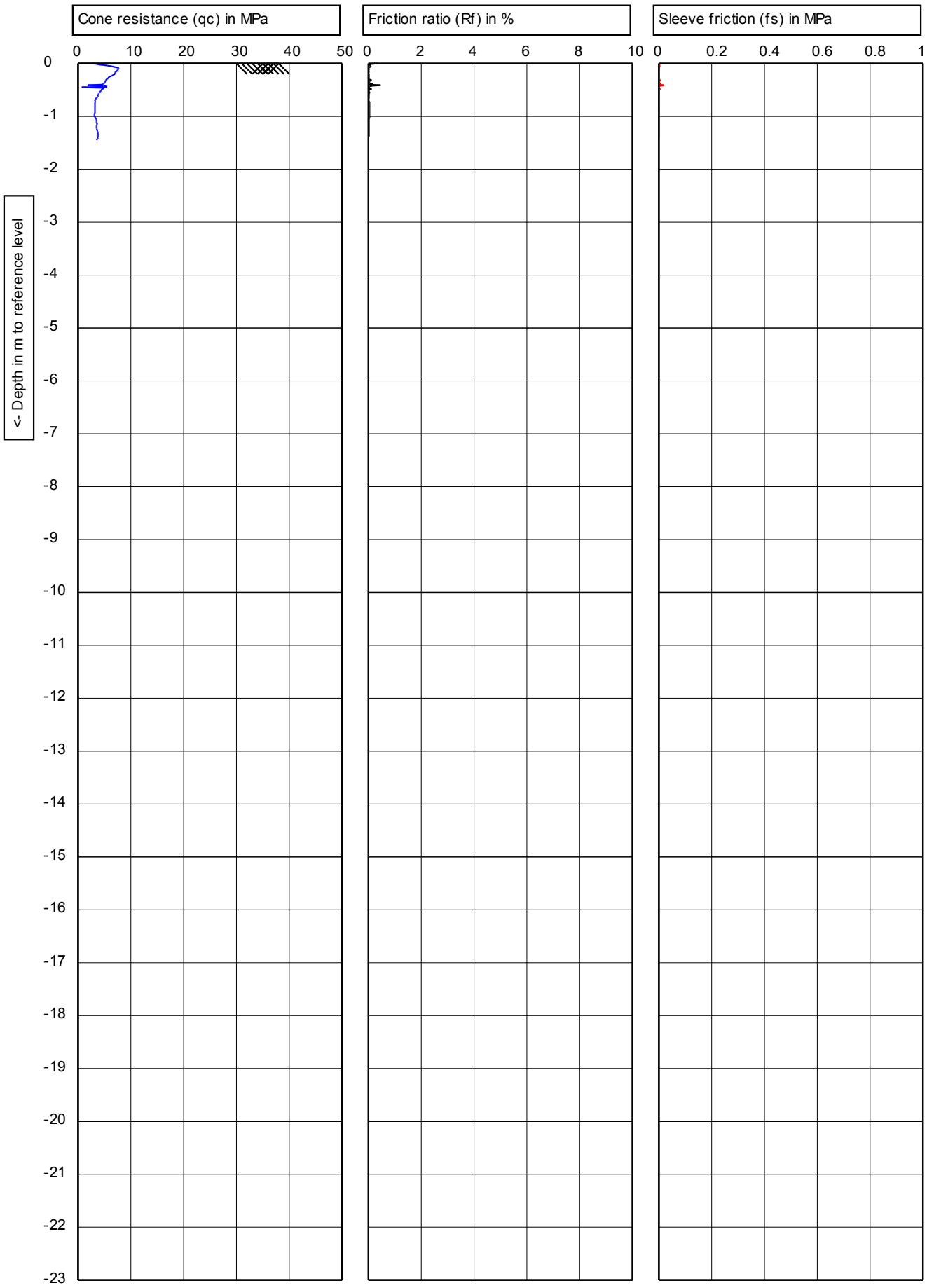
Predrill :	**0**
Date:	**22/08/2018**
Cone no.:	**S15CFII.S18282**
Project no.:	**NRE2.I.192**
CPT no.:	**PS24** **1/2**

CPTask V1.28



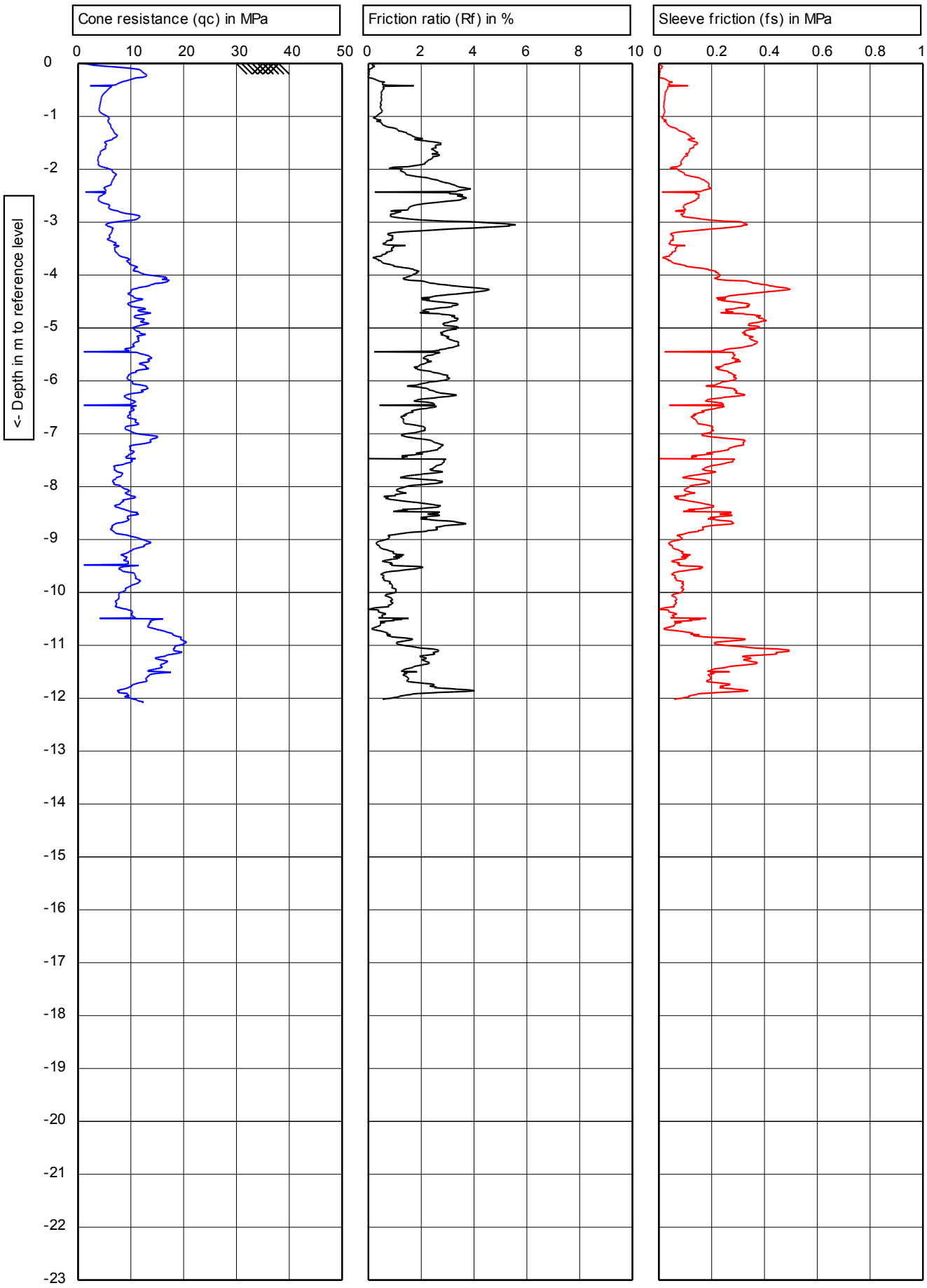
GINGER CEBTP	225 cm² / 15 cm²	Test according NEN 5140 class 1	Predrill : **0**
		G.L. **0 NAP** W.L.: **0**	Date: **22/08/2018**
	Project:	**Aménagement ZA logistique**	Cone no.: **S15CFII.S18282**
	Location:	**CHAMPIGNY (51)**	Project no.: **NRE2.I.192**
	Position:		CPT no.: **PS25** **1/2**

CPTask V1.28



GINGER CEBTP	225 cm² / 15 cm²	Test according NEN 5140 class 1	Predrill : **0**
		G.L. **0 NAP** — W.L.: **0**	Date: **22/08/2018**
	Project:	**Aménagement ZA logistique**	Cone no.: **S15CFII.S18282**
	Location:	**CHAMPIGNY (51)**	Project no.: **NRE2.I.192**
	Position:		CPT no.: **PS25BIS** — **1/2**

CPTask V1.28



GINGER CEBTP

225 cm²
15 cm²

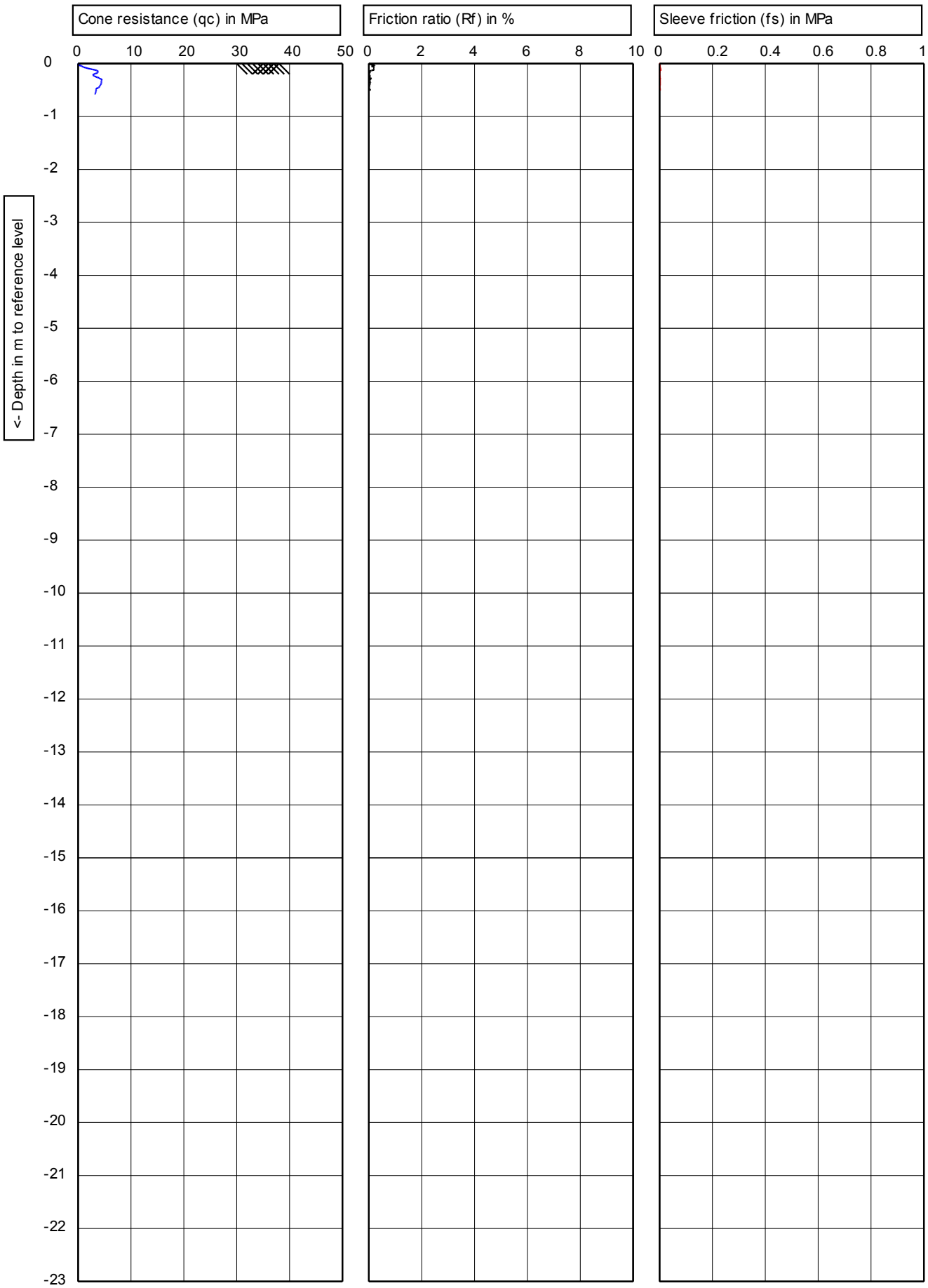
Test according NEN 5140 class 1

G.L. **0 NAP** W.L.: **0**

Project: **Aménagement ZA logistique**
Location: **CHAMPIGNY (51)**
Position:

Predrill : **0**
Date: **22/08/2018**
Cone no.: **S15CFII.S18282**
Project no.: **NRE2.I.192**
CPT no.: **PS25TER** **1/2**

CPTask V1.28



GINGER CEBTP

CPTask V1.28

225 cm²
15 cm²

Test according NEN 5140 class 1

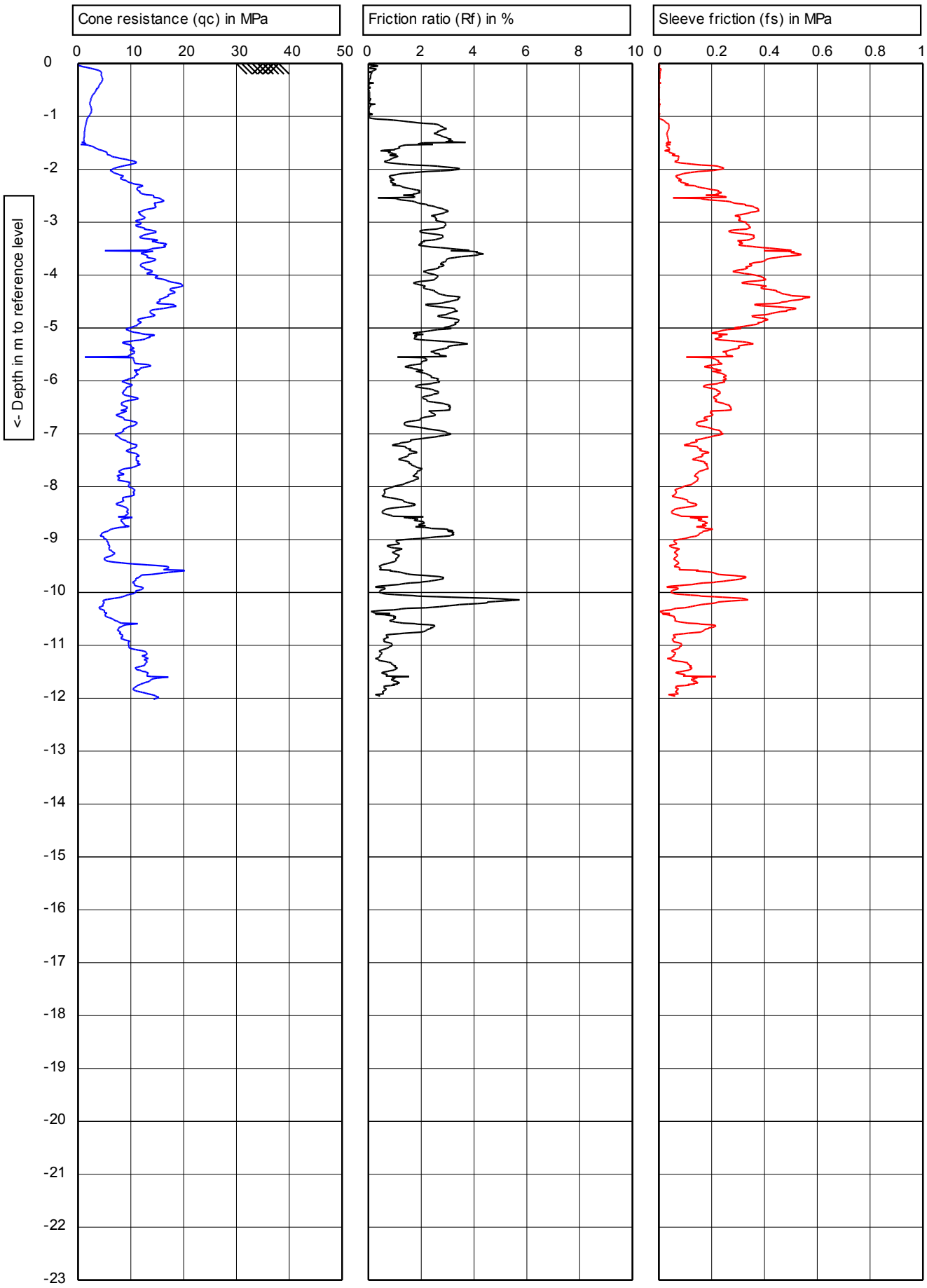
G.L. **0 NAP** | W.L.: **0**

Project: **Aménagement ZA logistique**

Location: **CHAMPIGNY (51)**

Position:

Predrill :	**0**
Date:	**22/08/2018**
Cone no.:	**S15CFII.S18282**
Project no.:	**NRE2.I.192**
CPT no.:	**PS26** **1/2**



GINGER CEBTP

225 cm²
15 cm²

Test according NEN 5140 class 1

G.L. **0 NAP** | W.L.: **0**

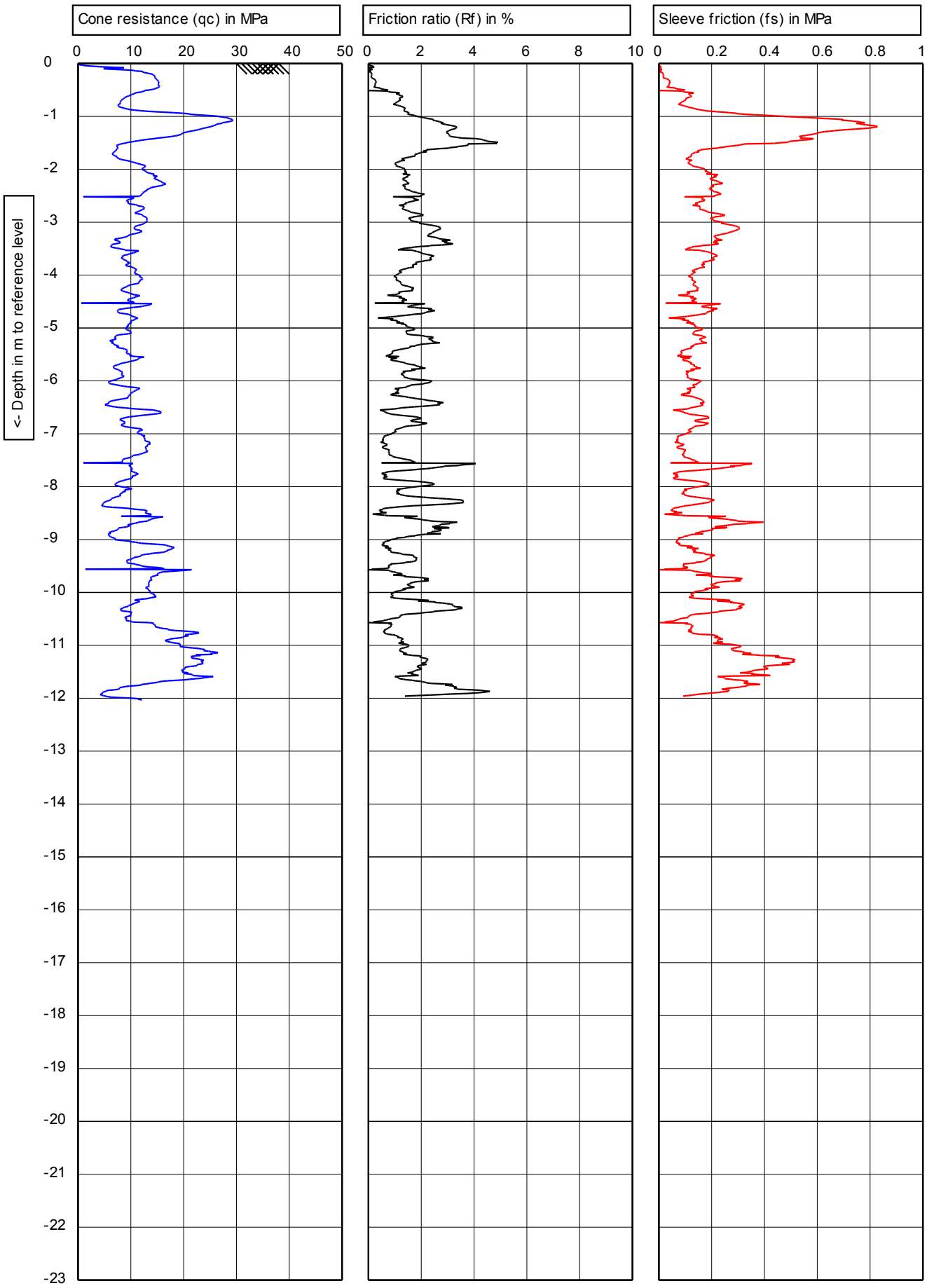
Project: **Aménagement ZA logistique**

Location: **CHAMPIGNY (51)**

Position:

Predrill :	**0**
Date:	**22/08/2018**
Cone no.:	**S15CFII.S18282**
Project no.:	**NRE2.I.192**
CPT no.:	**PS26BIS** **1/2**

CPTask V1.28



GINGER CEBTP

225 cm²
15 cm²

Test according NEN 5140 class 1

G.L. **0 NAP** W.L.: **0**

Predrill : **0**

Date: **22/08/2018**

Project: **Aménagement ZA logistique**

Location: **CHAMPIGNY (51)**

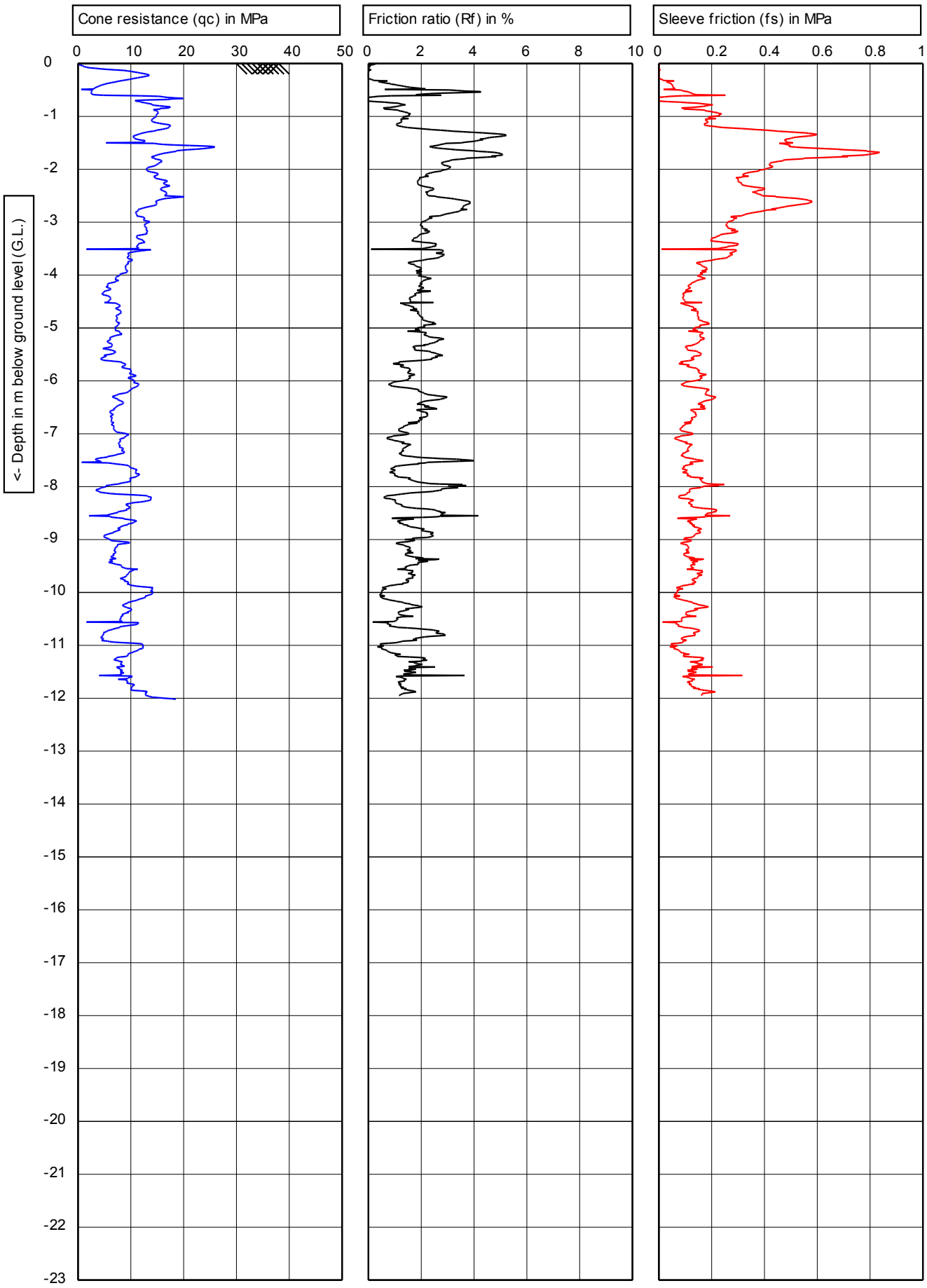
Position:

Cone no.: **S15CFII.S18282**

Project no.: **NRE2.I.192**

CPT no.: **PS27** **1/2**

CPTask V1.28



GINGER CEBTP

CPTask V1.28

225 cm²
15 cm²

Test according NEN 5140 class 1

G.L. **0 NAP** W.L.: **0**

Project: **Aménagement ZA logistique**

Location: **CHAMPIGNY (51)**

Position:

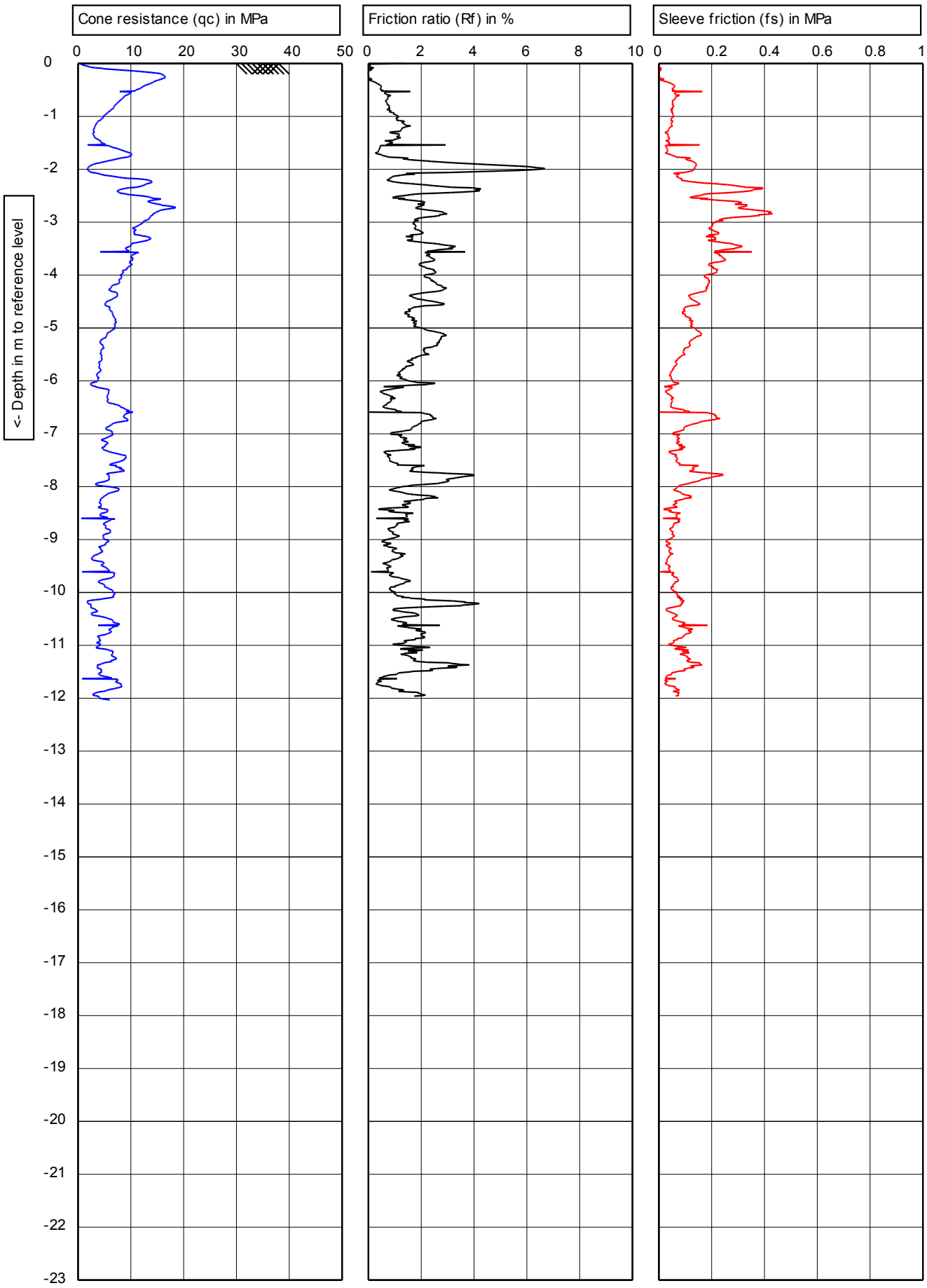
Predrill : **0**

Date: **22/08/2018**

Cone no.: **S15CFII.S18282**

Project no.: **NRE2.I.192**

CPT no.: **PS28** **1/2**



GINGER CEBTP

CPTask V1.28

225 cm²
15 cm²

Test according NEN 5140 class 1

G.L. **0 NAP** W.L.: **0**

Project: **Aménagement ZA logistique**

Location: **CHAMPIGNY (51)**

Position:

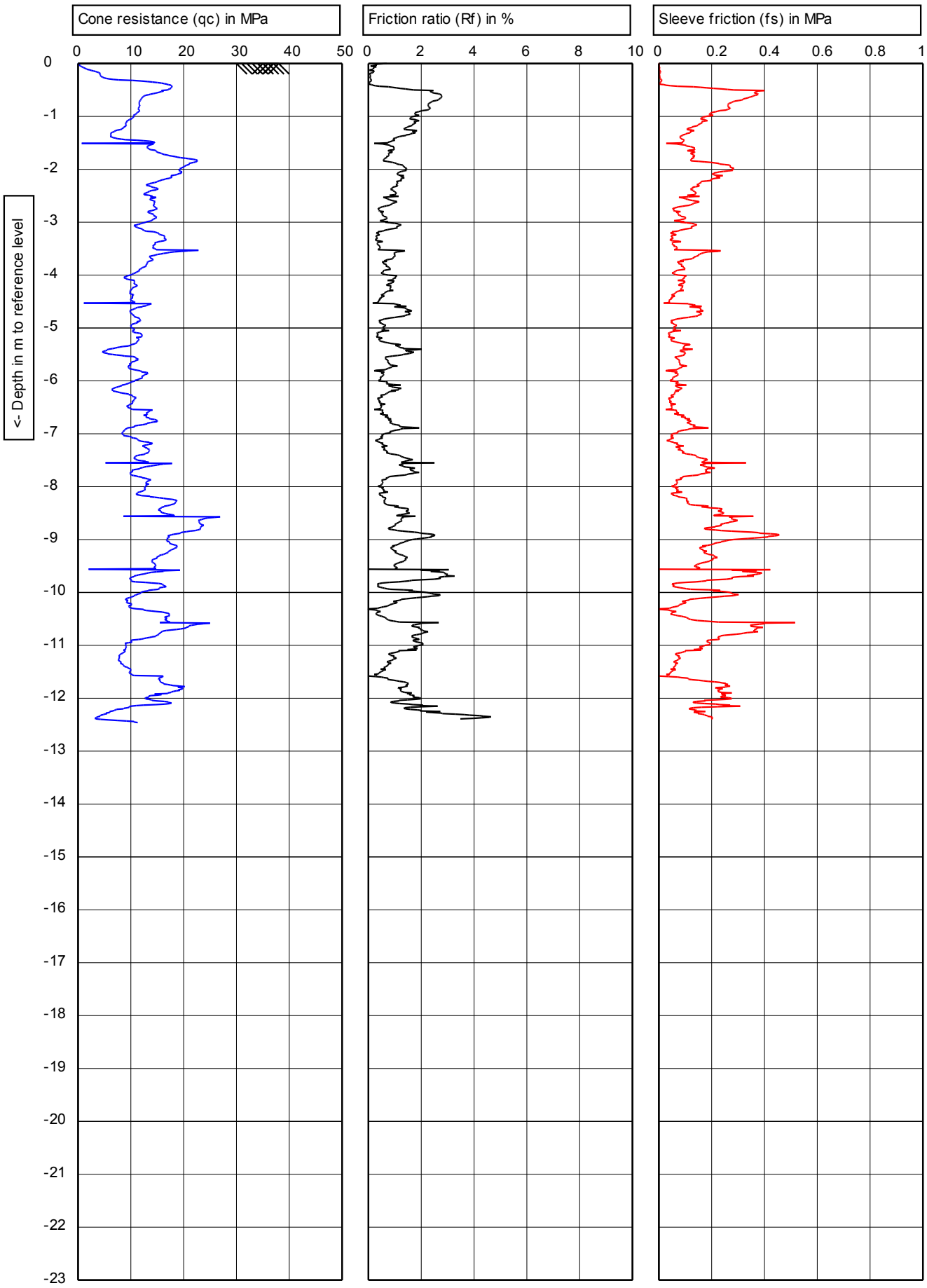
Predrill : **0**

Date: **22/08/2018**

Cone no.: **S15CFII.S18282**

Project no.: **NRE2.I.192**

CPT no.: **PS29** **1/2**



GINGER CEBTP

CPTask V1.28

225 cm²
15 cm²

Test according NEN 5140 class 1

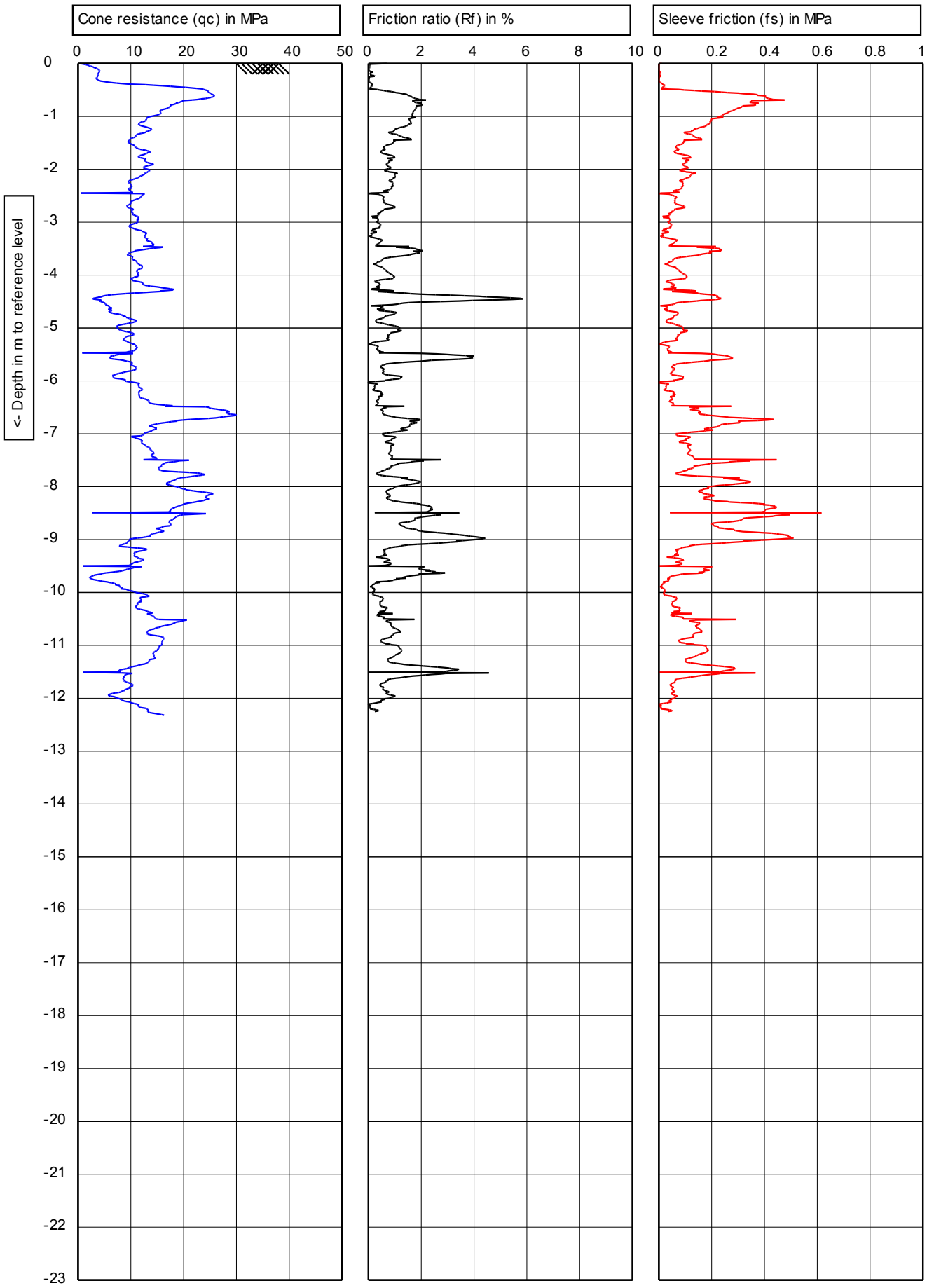
G.L. **0 NAP** W.L.: **0**

Project: **Aménagement ZA logistique**

Location: **CHAMPIGNY (51)**

Position:

Predrill :	**0**
Date:	**22/08/2018**
Cone no.:	**S15CFII.S18282**
Project no.:	**NRE2.I.192**
CPT no.:	**PS30** **1/2**



GINGER CEBTP

225 cm²
15 cm²

Test according NEN 5140 class 1

G.L. **0 NAP** W.L.: **0**

Predrill : **0**

Date: **22/08/2018**

Project: **Aménagement ZA logistique**

Location: **CHAMPIGNY (51)**

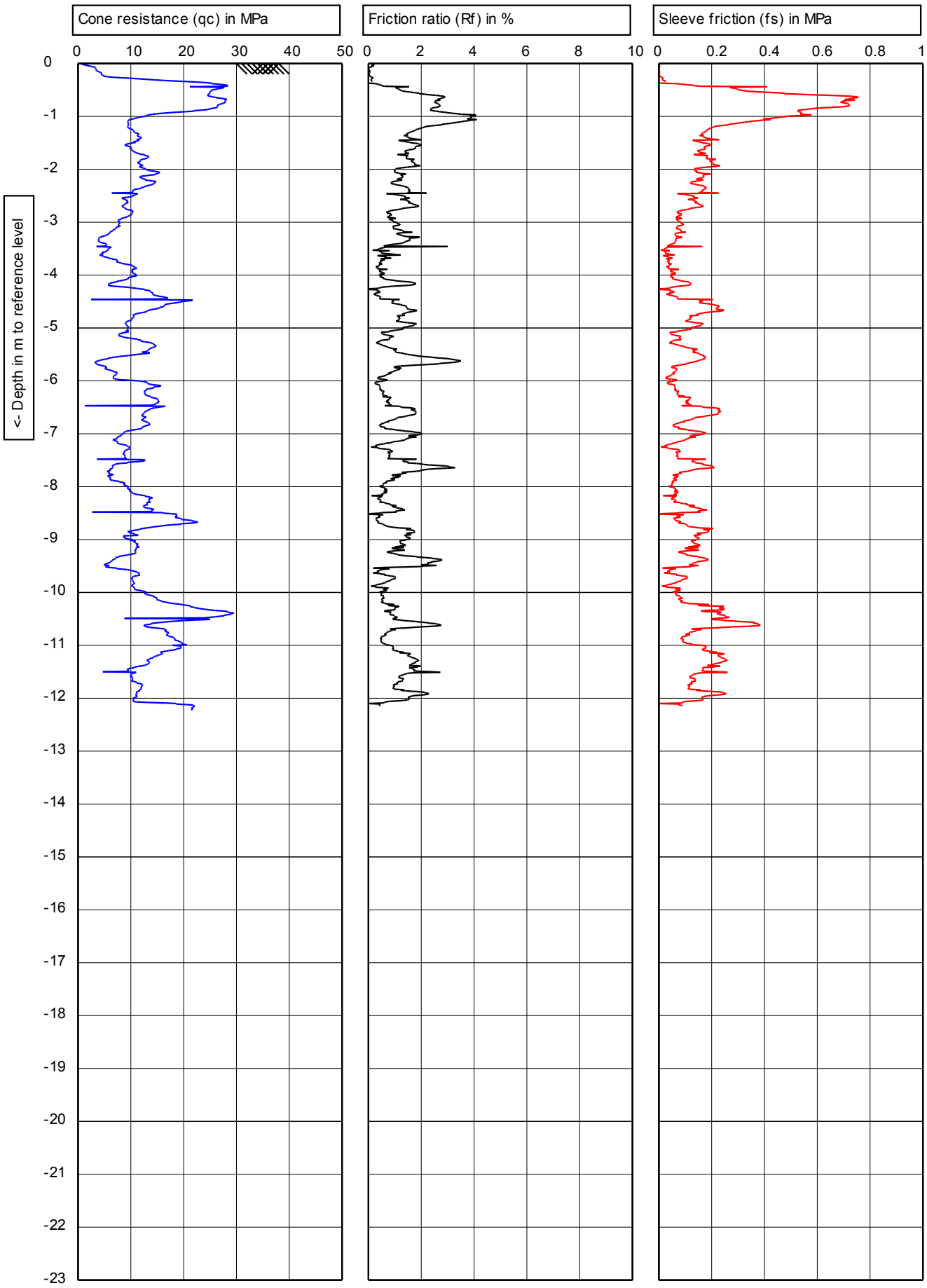
Position:

Cone no.: **S15CFII.S18282**

Project no.: **NRE2.I.192**

CPT no.: **PS31** **1/2**

CPTask V1.28



GINGER CEBTP

CPTask V1.28

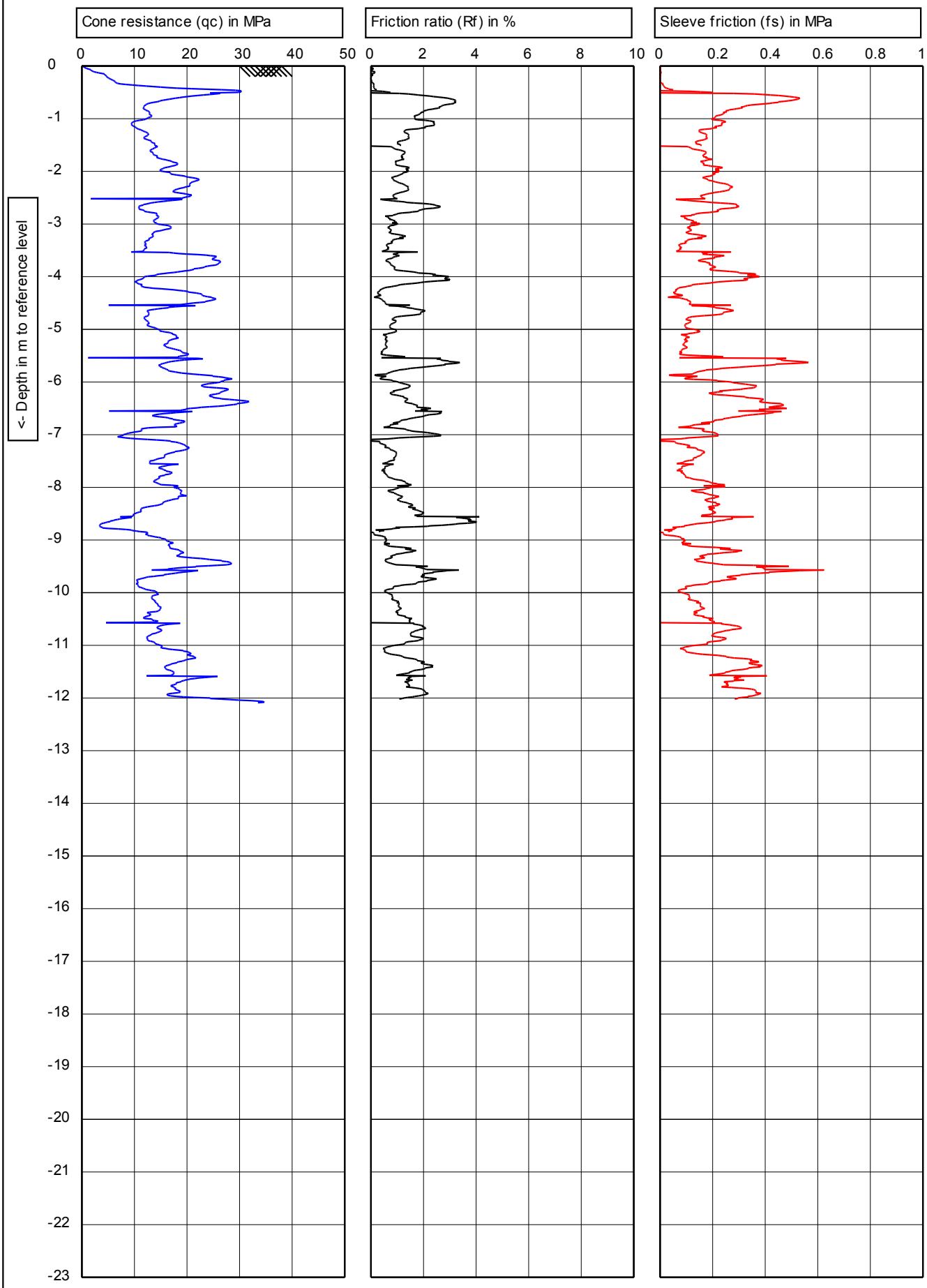
225 cm²
15 cm²

Test according NEN 5140 class 1

G.L. **0 NAP** W.L.: **0**

Project: **Aménagement ZA logistique**
Location: **CHAMPIGNY (51)**
Position:

Predrill :	**0**
Date:	**22/08/2018**
Cone no.:	**S15CFII.S18282**
Project no.:	**NRE2.I.192**
CPT no.:	**PS32** **1/2**



GINGER CEBTP

225 cm²
15 cm²

Test according NEN 5140 class 1

G.L. **0 NAP** | W.L.: **0**

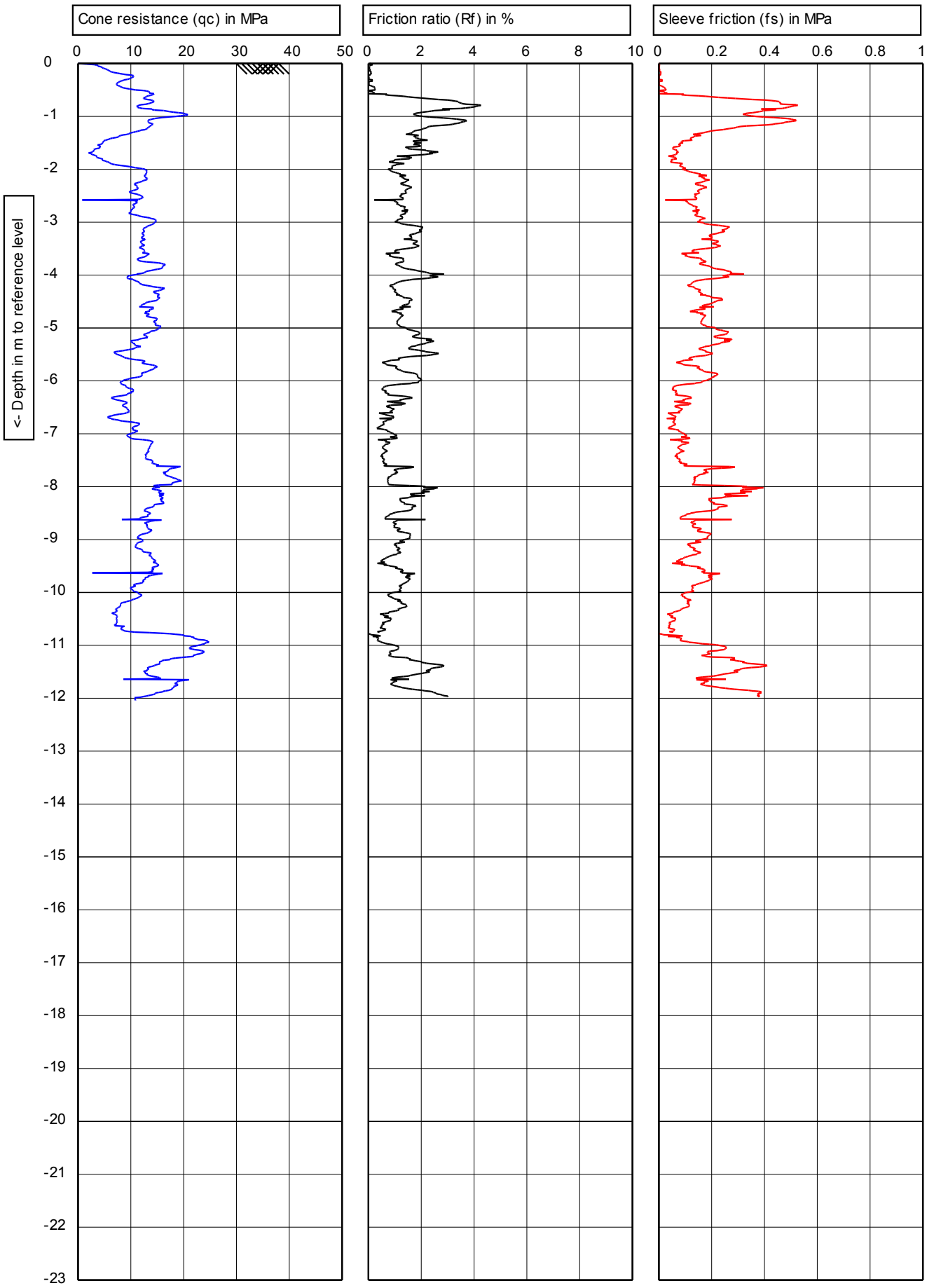
Project: **Aménagement ZA logistique**

Location: **CHAMPIGNY (51)**

Position:

Predrill :	**0**
Date:	**22/08/2018**
Cone no.:	**S15CFII.S18282**
Project no.:	**NRE2.I.192**
CPT no.:	**PS33** **1/2**

CPTask V1.28



GINGER CEBTP

225 cm²
15 cm²

Test according NEN 5140 class 1

G.L. **0 NAP** W.L.: **0**

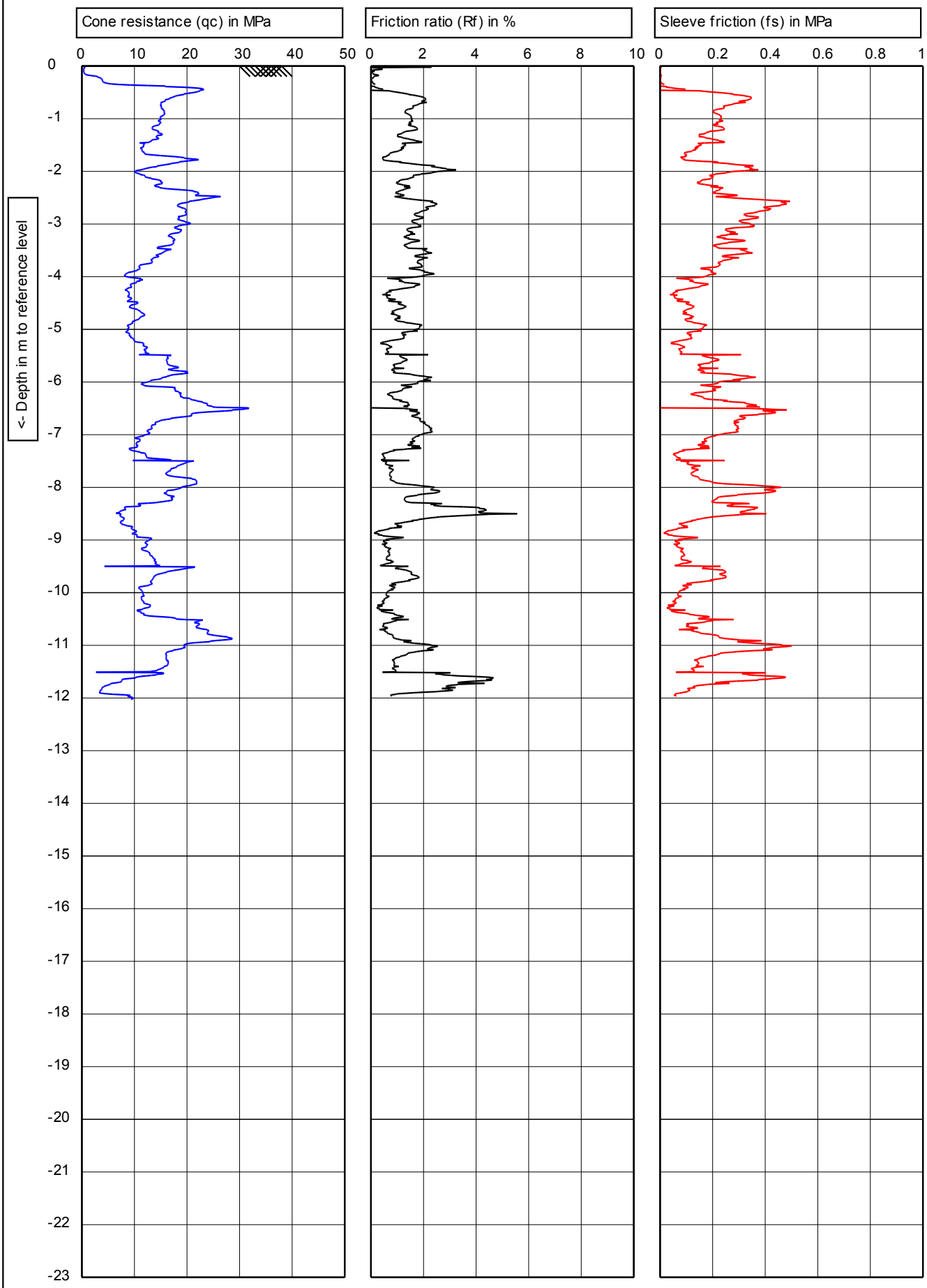
Project: **Aménagement ZA logistique**

Location: **CHAMPIGNY (51)**

Position:

Predrill :	**0**
Date:	**21/08/2018**
Cone no.:	**S15CFII.S18282**
Project no.:	**NRE2.I.192**
CPT no.:	**PS34** **1/2**

CPTask V1.28



GINGER CEBTP

225 cm²
15 cm²

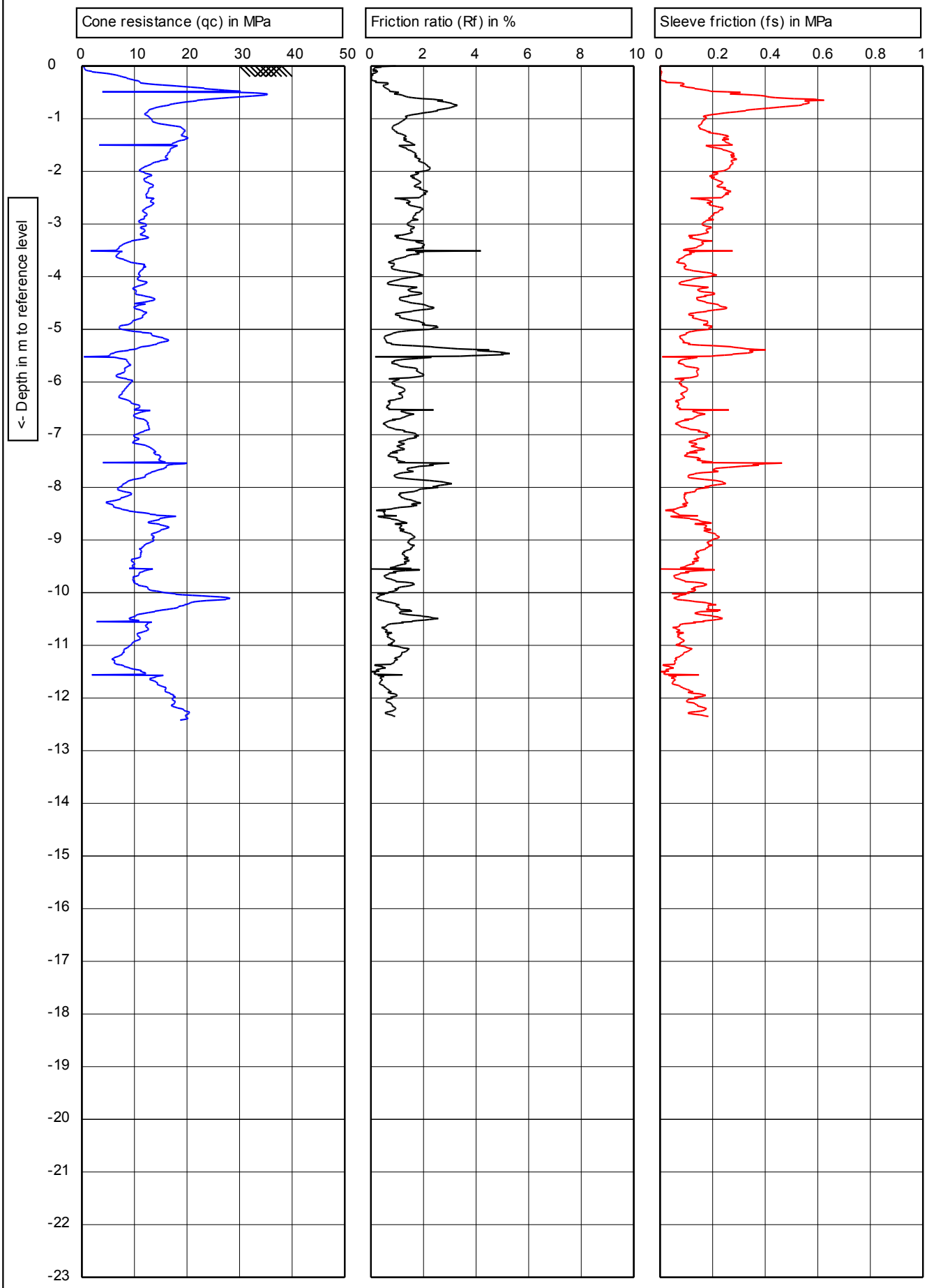
Test according NEN 5140 class 1

G.L. **0 NAP** W.L.: **0**

Project: **Aménagement ZA logistique**
Location: **CHAMPIGNY (51)**
Position:

Predrill : **0**
Date: **22/08/2018**
Cone no.: **S15CFII.S18282**
Project no.: **NRE2.I.192**
CPT no.: **PS35** **1/2**

CPTask V1.28



GINGER CEBTP

CPTask V1.28

225 cm²
15 cm²

Test according NEN 5140 class 1

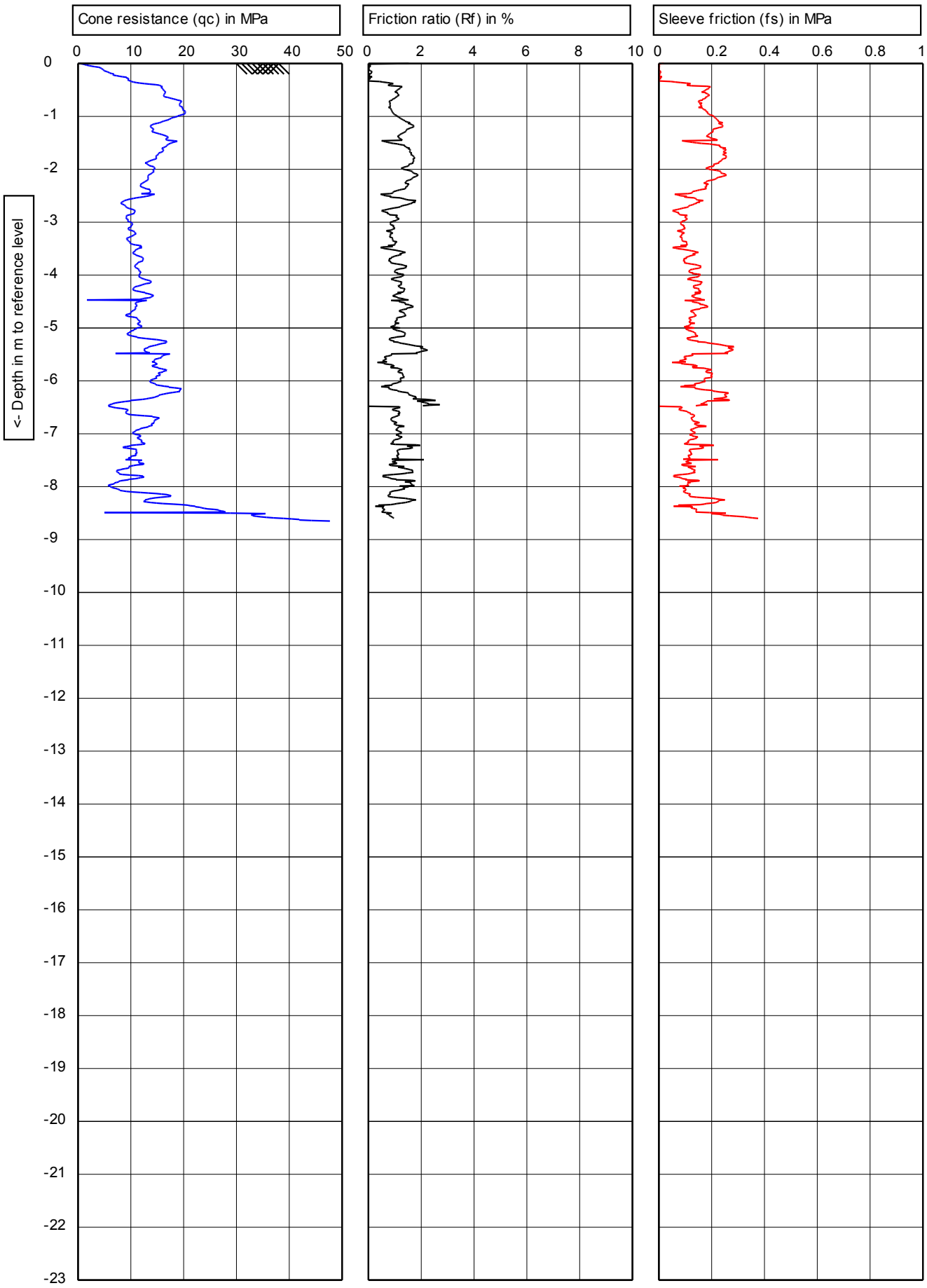
G.L. **0 NAP** W.L.: **0**

Project: **Aménagement ZA logistique**

Location: **CHAMPIGNY (51)**

Position:

Predrill :	**0**
Date:	**22/08/2018**
Cone no.:	**S15CFII.S18282**
Project no.:	**NRE2.I.192**
CPT no.:	**PS36** **1/2**



GINGER CEBTP

225 cm²
15 cm²

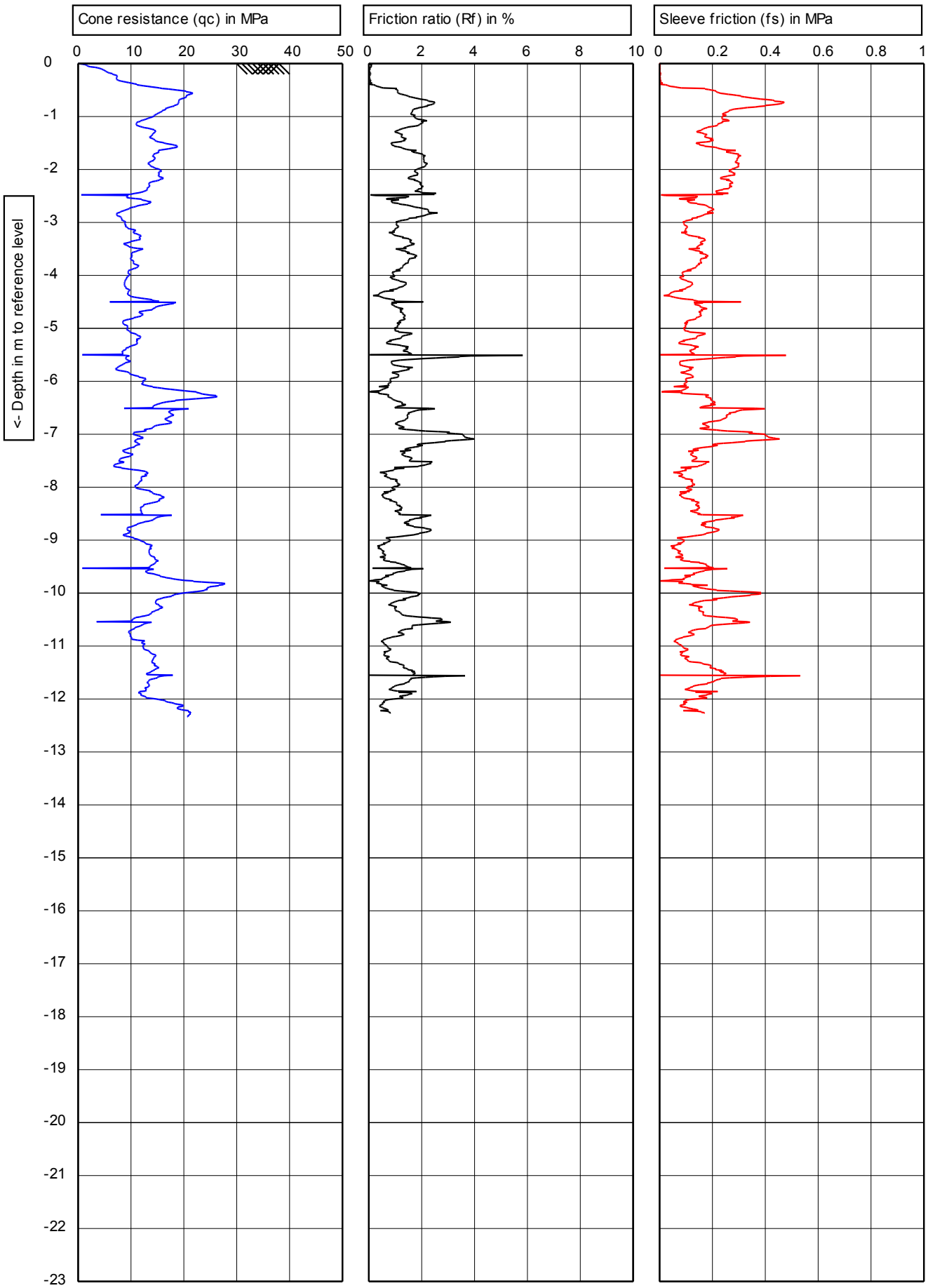
Test according NEN 5140 class 1

G.L. **0 NAP** W.L.: **0**

Project: **Aménagement ZA logistique**
Location: **CHAMPIGNY (51)**
Position:

Predrill :	**0**
Date:	**22/08/2018**
Cone no.:	**S15CFII.S18282**
Project no.:	**NRE2.I.192**
CPT no.:	**PS37** **1/2**

CPTask V1.28



GINGER CEBTP

225 cm²
15 cm²

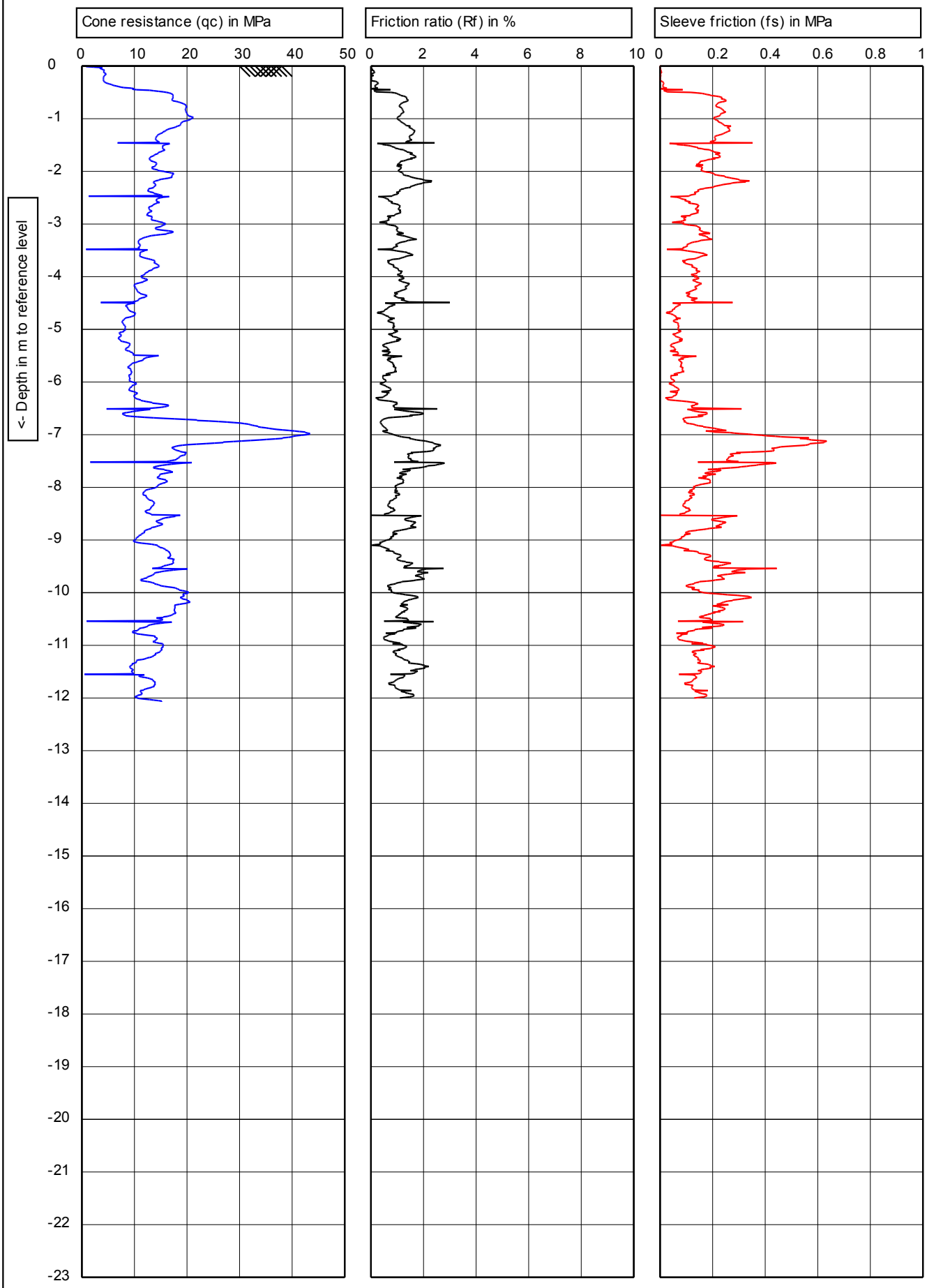
Test according NEN 5140 class 1

G.L. **0 NAP** W.L.: **0**

Project: **Aménagement ZA logistique**
Location: **CHAMPIGNY (51)**
Position:

Predrill :	**0**
Date:	**22/08/2018**
Cone no.:	**S15CFII.S18282**
Project no.:	**NRE2.I.192**
CPT no.:	**PS38** **1/2**

CPTask V1.28



GINGER CEBTP

CPTask V1.28

225 cm²
15 cm²

Test according NEN 5140 class 1

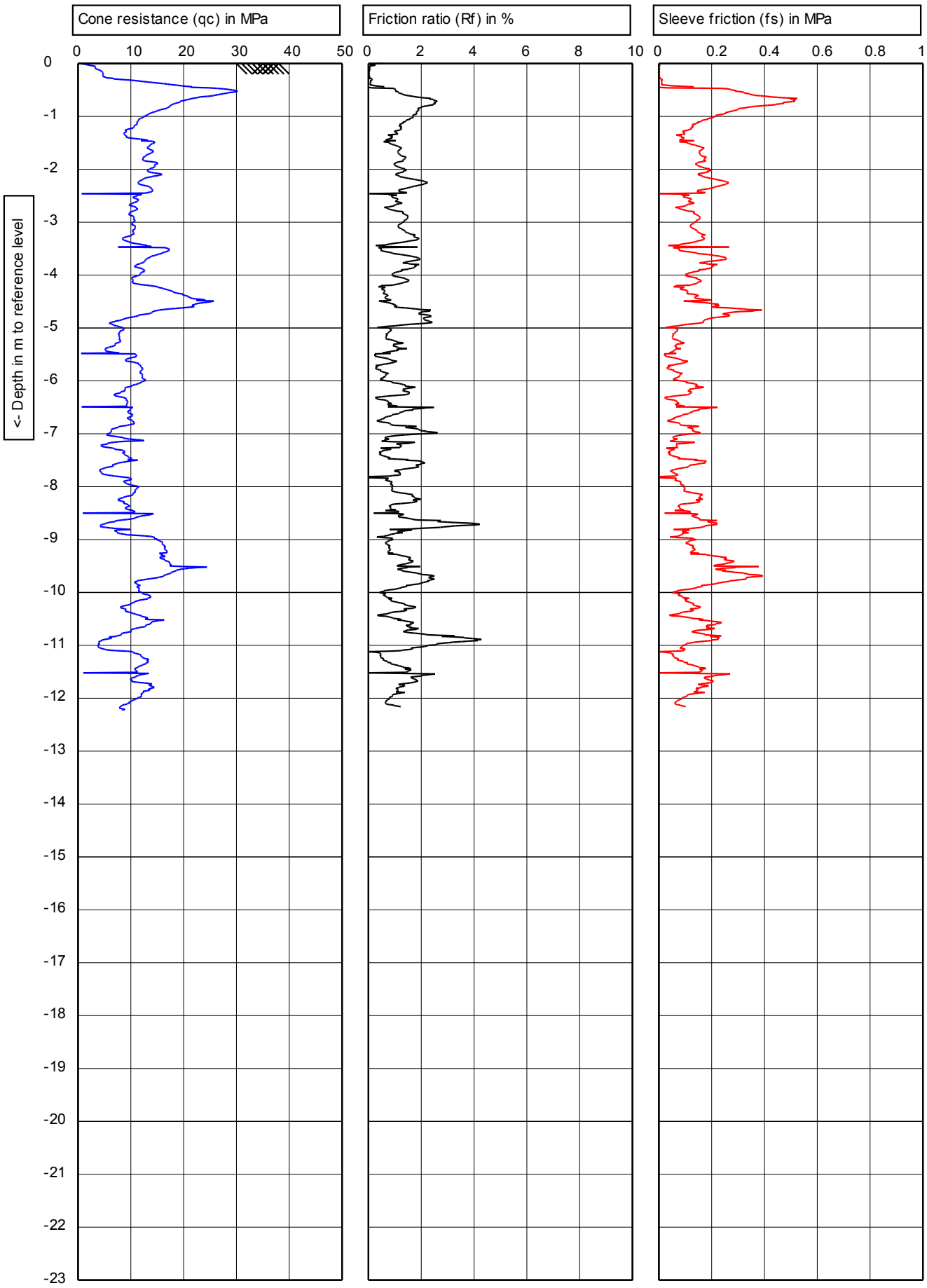
G.L. **0 NAP** W.L.: **0**

Project: **Aménagement ZA logistique**

Location: **CHAMPIGNY (51)**

Position:

Predrill :	**0**
Date:	**23/08/2018**
Cone no.:	**S15CFII.S18282**
Project no.:	**NRE2.I.192**
CPT no.:	**PS39** **1/2**



GINGER CEBTP

CPTask V1.28

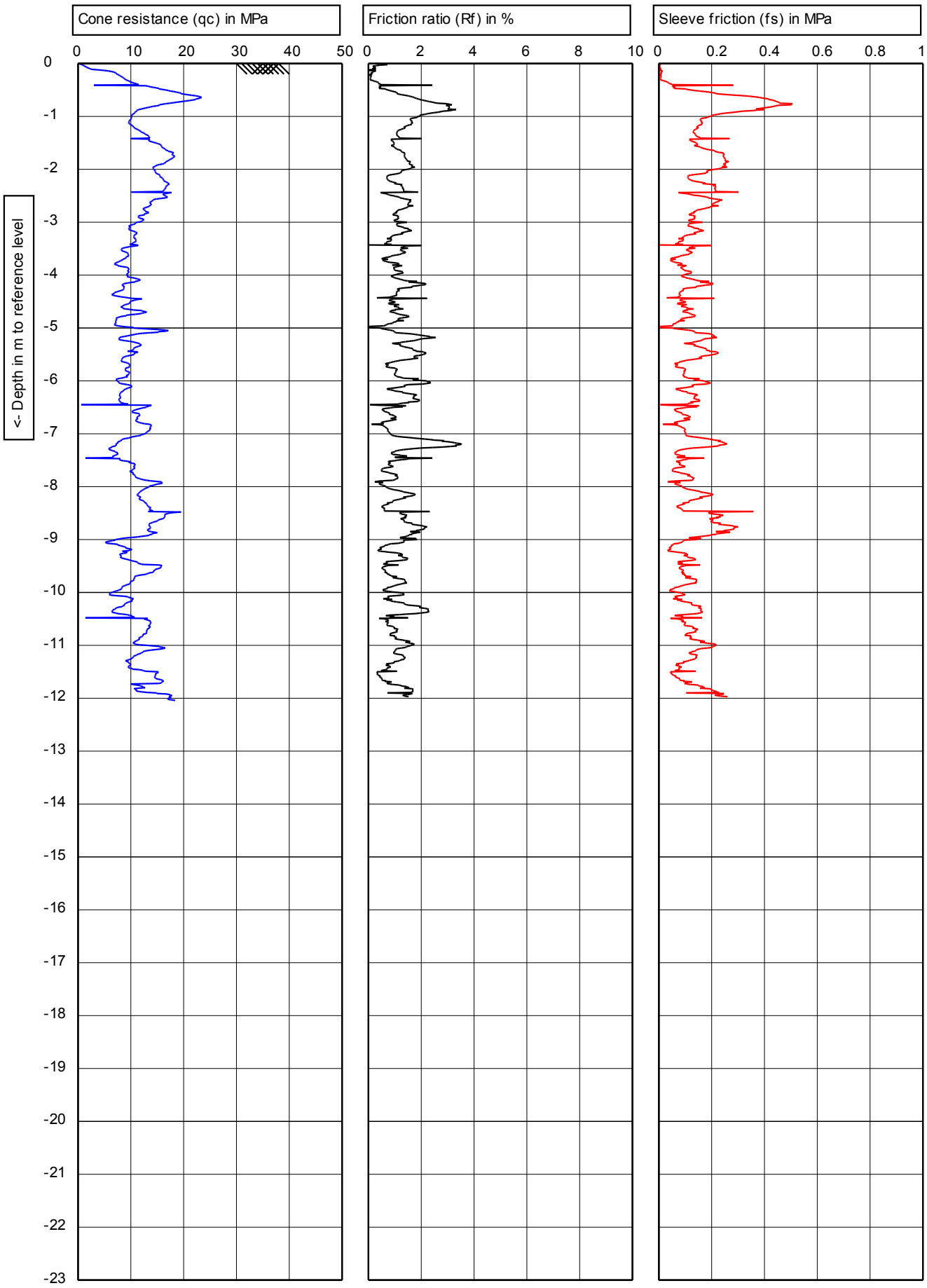
225 cm²
15 cm²

Test according NEN 5140 class 1

G.L. **0 NAP** W.L.: **0**

Project: **Aménagement ZA logistique**
Location: **CHAMPIGNY (51)**
Position:

Predrill :	**0**
Date:	**22/08/2018**
Cone no.:	**S15CFII.S18282**
Project no.:	**NRE2.I.192**
CPT no.:	**PS40** **1/2**



GINGER CEBTP

225 cm²
15 cm²

Test according NEN 5140 class 1

G.L. **0 NAP** | W.L.: **0**

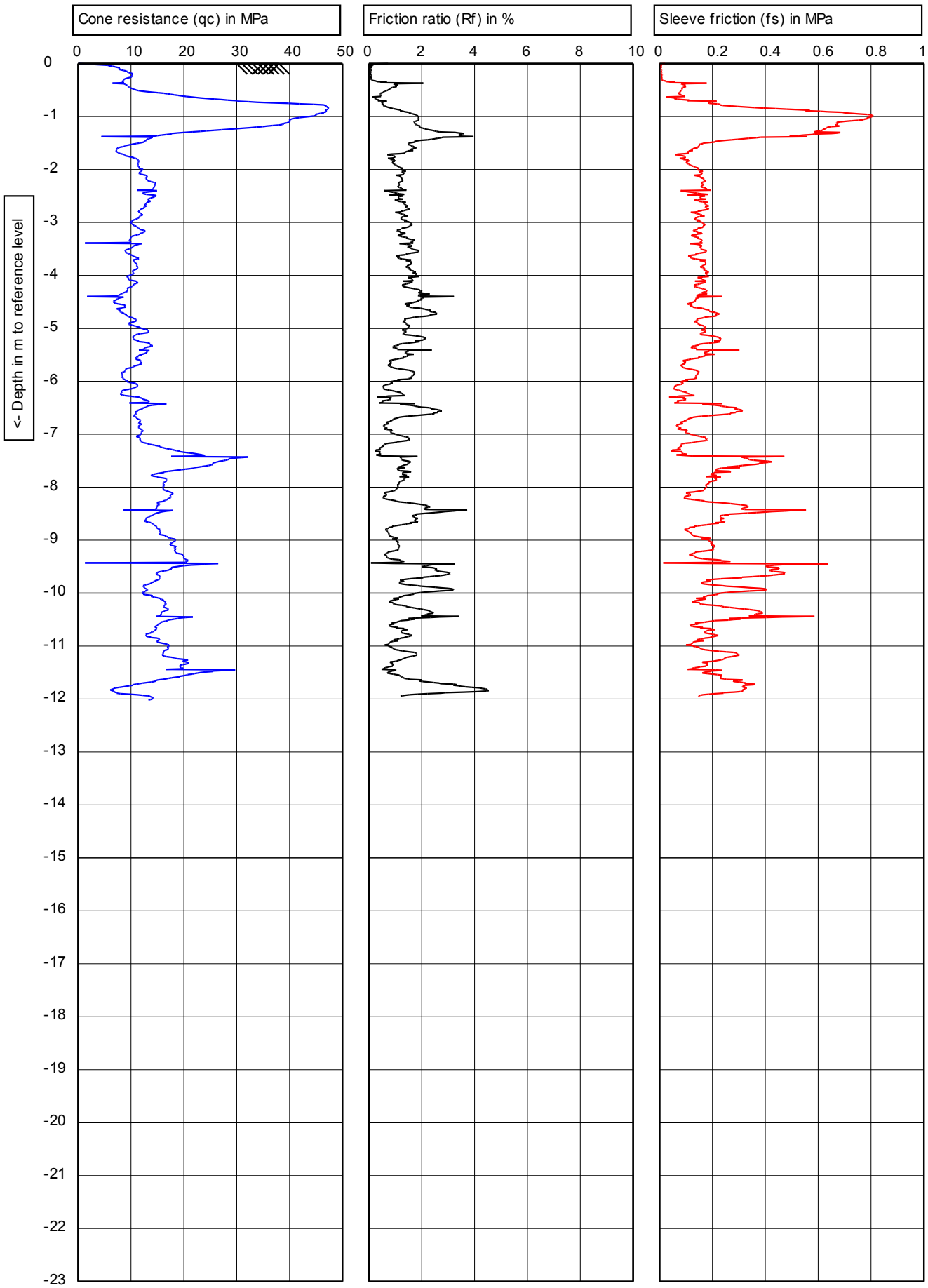
Project: **Aménagement ZA logistique**

Location: **CHAMPIGNY (51)**

Position:

Predrill :	**0**
Date:	**23/08/2018**
Cone no.:	**S15CFII.S18282**
Project no.:	**NRE2.I.192**
CPT no.:	**PS41** **1/2**

CPTask V1.28



GINGER CEBTP

225 cm²
15 cm²

Test according NEN 5140 class 1

G.L. **0 NAP** W.L.: **0**

Predrill : **0**

Date: **23/08/2018**

Project: **Aménagement ZA logistique**

Location: **CHAMPIGNY (51)**

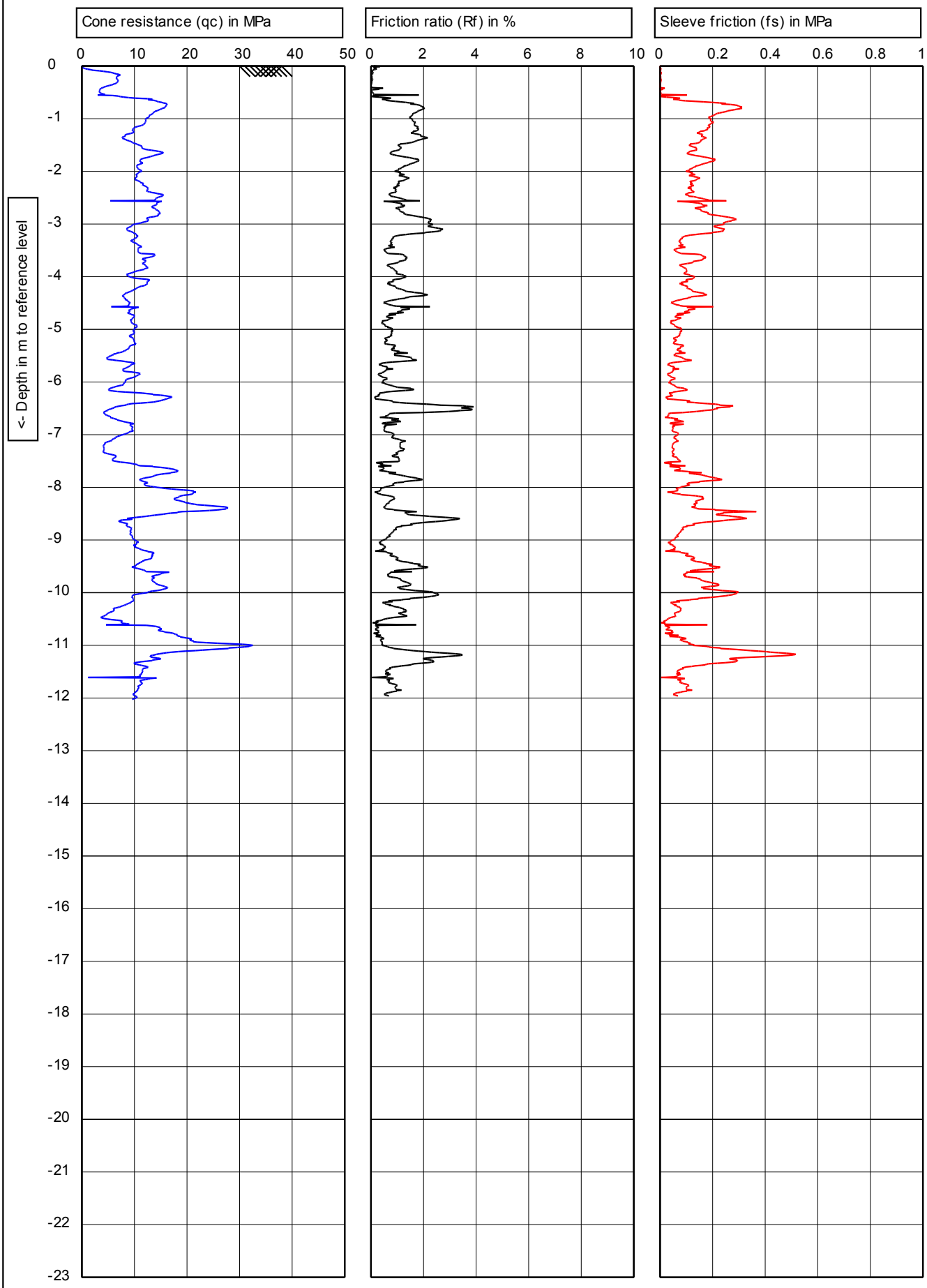
Position:

Cone no.: **S15CFII.S18282**

Project no.: **NRE2.I.192**

CPT no.: **PS42** **1/2**

CPTask V1.28



GINGER CEBTP

225 cm²
15 cm²

Test according NEN 5140 class 1

G.L. **0 NAP** | W.L.: **0**

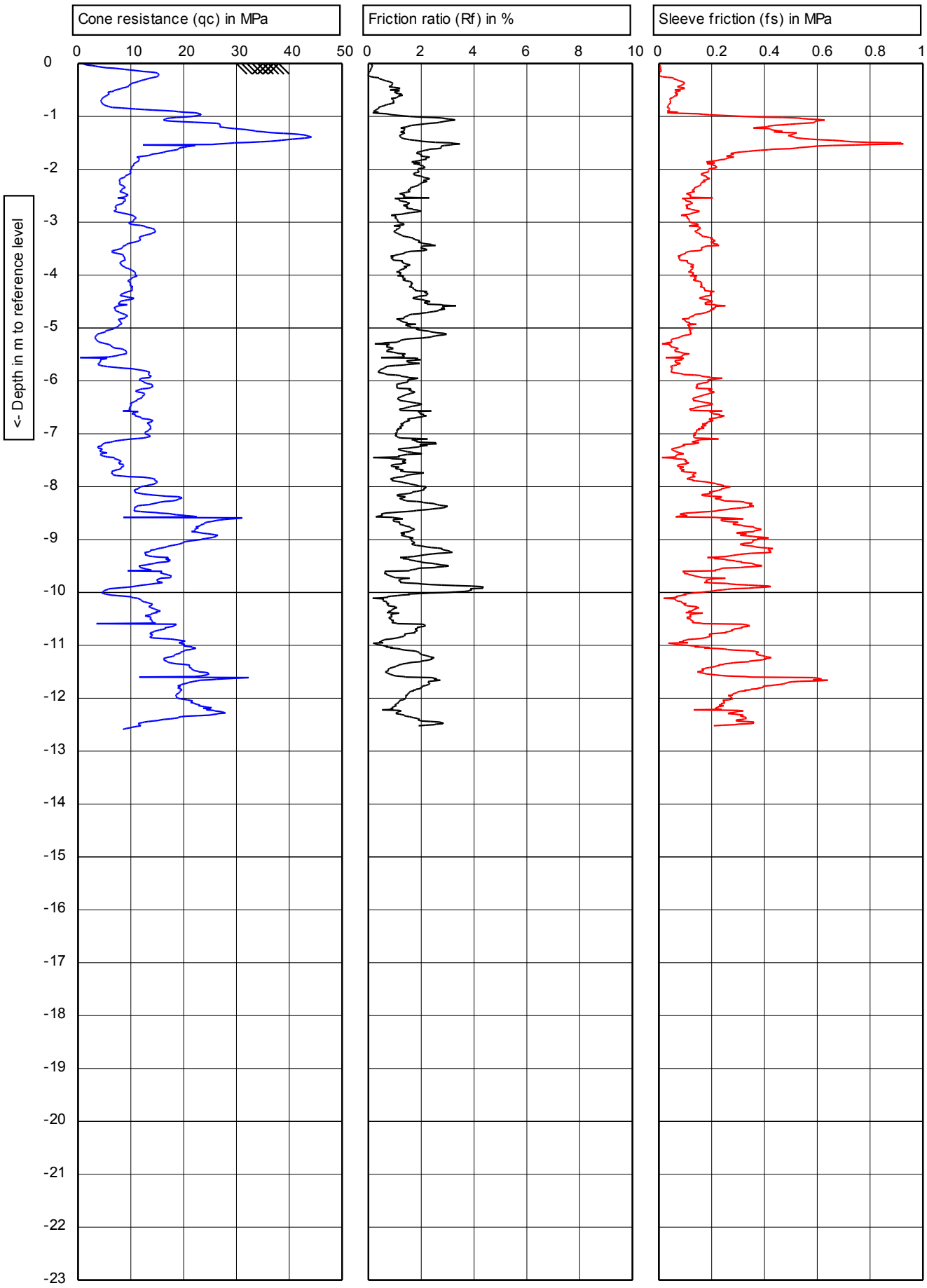
Project: **Aménagement ZA logistique**

Location: **CHAMPIGNY (51)**

Position:

Predrill :	**0**
Date:	**22/08/2018**
Cone no.:	**S15CFII.S18282**
Project no.:	**NRE2.I.192**
CPT no.:	**PS43** **1/2**

CPTask V1.28



GINGER CEBTP

CPTask V1.28

225 cm²
15 cm²

Test according NEN 5140 class 1

G.L. **0 NAP** W.L.: **0**

Project: **Aménagement ZA logistique**

Location: **CHAMPIGNY (51)**

Position:

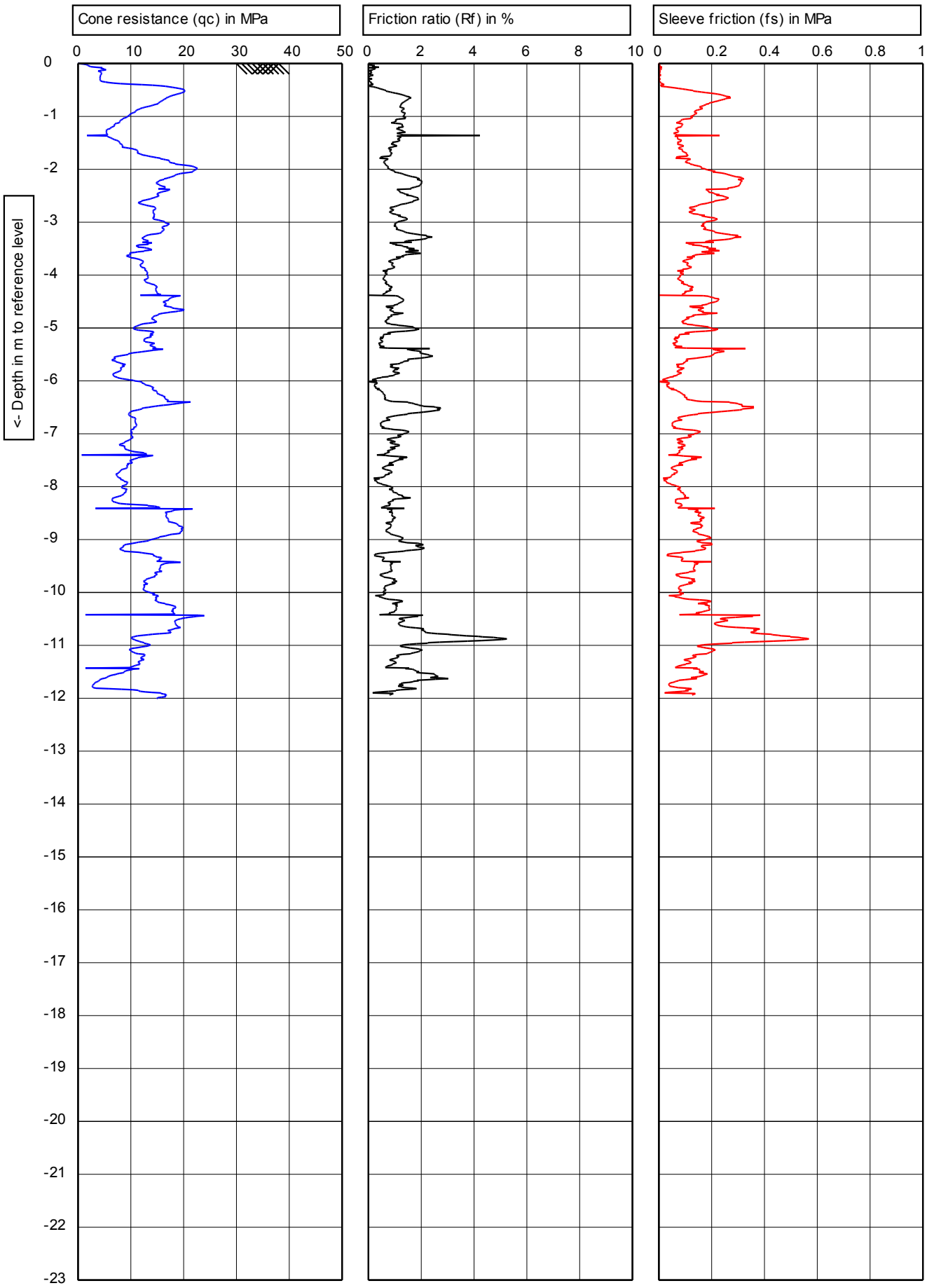
Predrill : **0**

Date: **21/08/2018**

Cone no.: **S15CFII.S18282**

Project no.: **NRE2.I.192**

CPT no.: **PS44** **1/2**



GINGER CEBTP

225 cm²
15 cm²

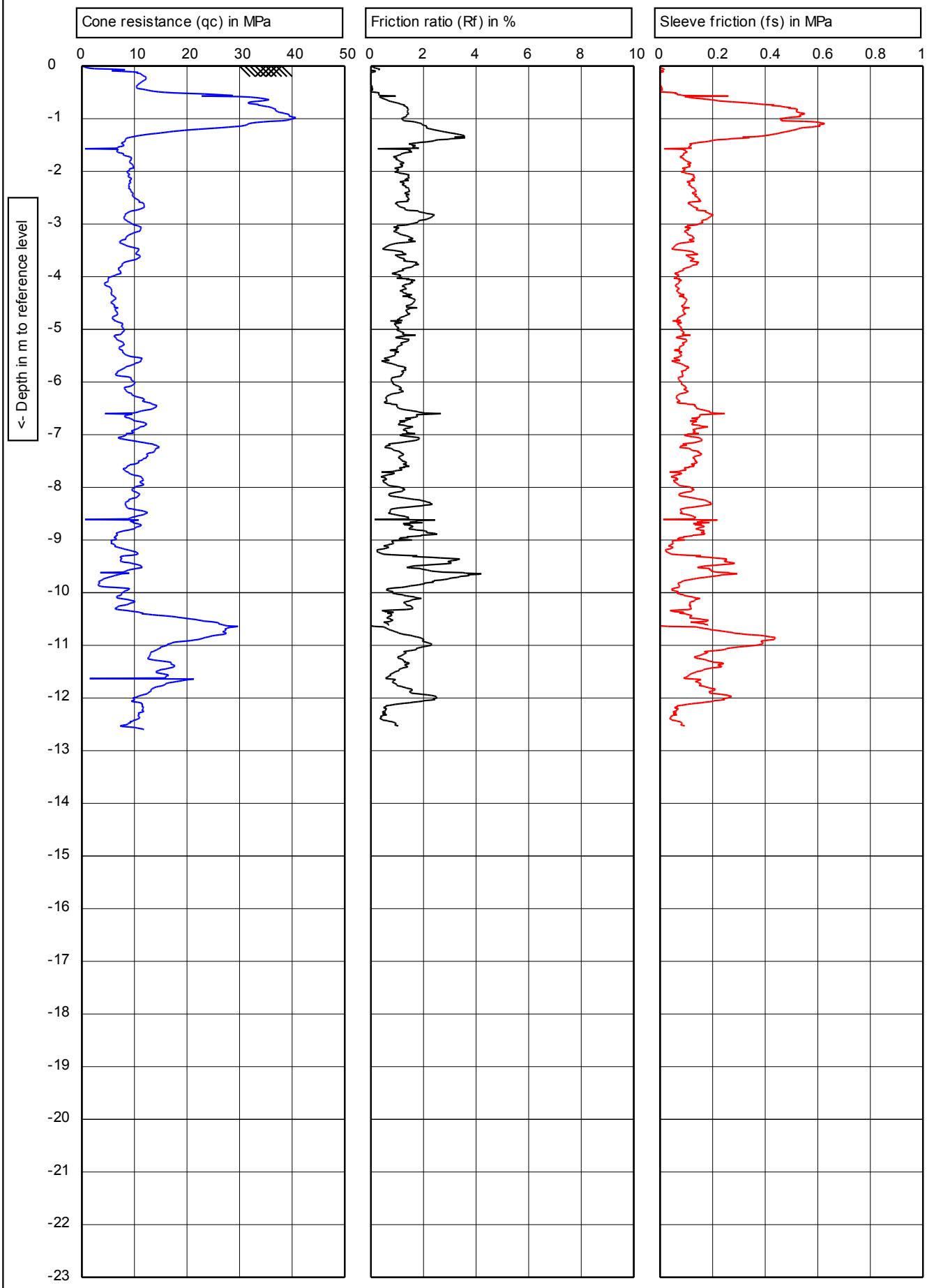
Test according NEN 5140 class 1

G.L. **0 NAP** W.L.: **0**

Project: **Aménagement ZA logistique**
Location: **CHAMPIGNY (51)**
Position:

Predrill : **0**
Date: **21/08/2018**
Cone no.: **S15CFII.S18282**
Project no.: **NRE2.I.192**
CPT no.: **PS45** **1/2**

CPTask V1.28



GINGER CEBTP

CPTask V1.28

225 cm²
15 cm²

Test according NEN 5140 class 1

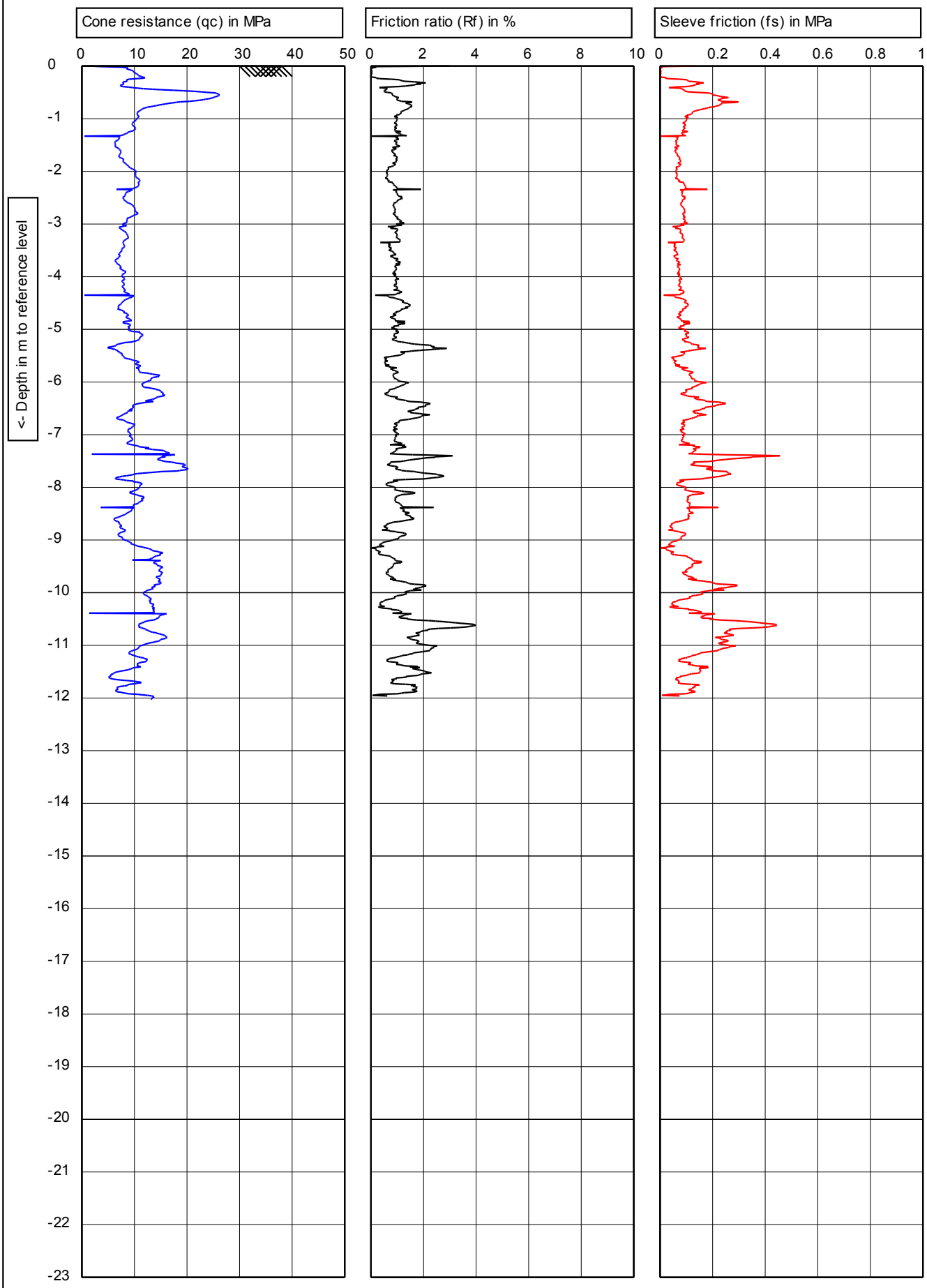
G.L. **0 NAP** W.L.: **0**

Project: **Aménagement ZA logistique**

Location: **CHAMPIGNY (51)**

Position:

Predrill :	**0**
Date:	**21/08/2018**
Cone no.:	**S15CFII.S18282**
Project no.:	**NRE2.I.192**
CPT no.:	**PS46** **1/2**



GINGER CEBTP

225 cm²
15 cm²

Test according NEN 5140 class 1

G.L. **0 NAP** | W.L.: **0**

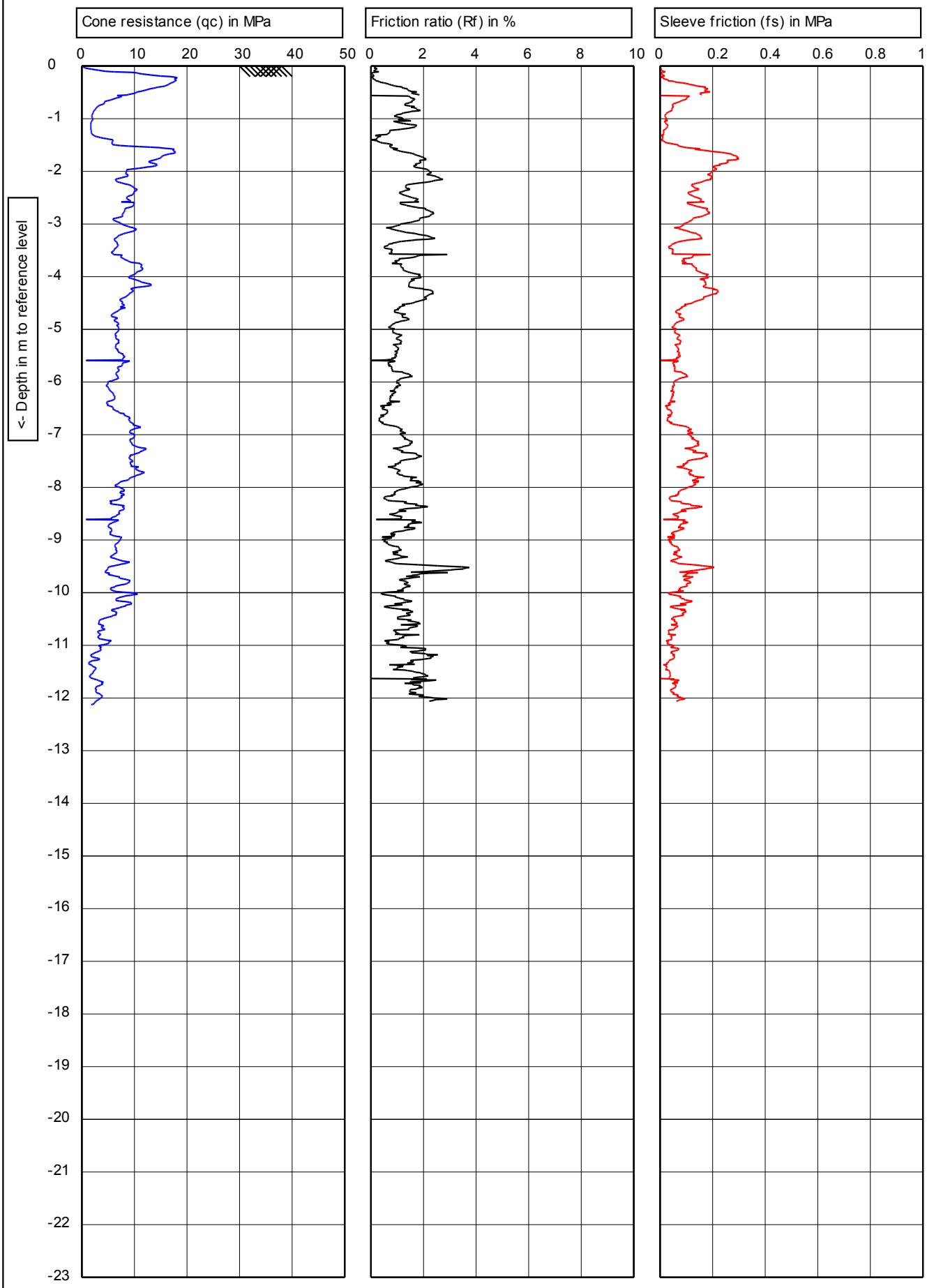
Project: **Aménagement ZA logistique**

Location: **CHAMPIGNY (51)**

Position:

Predrill :	**0**
Date:	**21/08/2018**
Cone no.:	**S15CFII.S18282**
Project no.:	**NRE2.I.192**
CPT no.:	**PS47** **1/2**

CPTask V1.28



GINGER CEBTP

225 cm²
15 cm²

Test according NEN 5140 class 1

G.L. **0 NAP** | W.L.: **0**

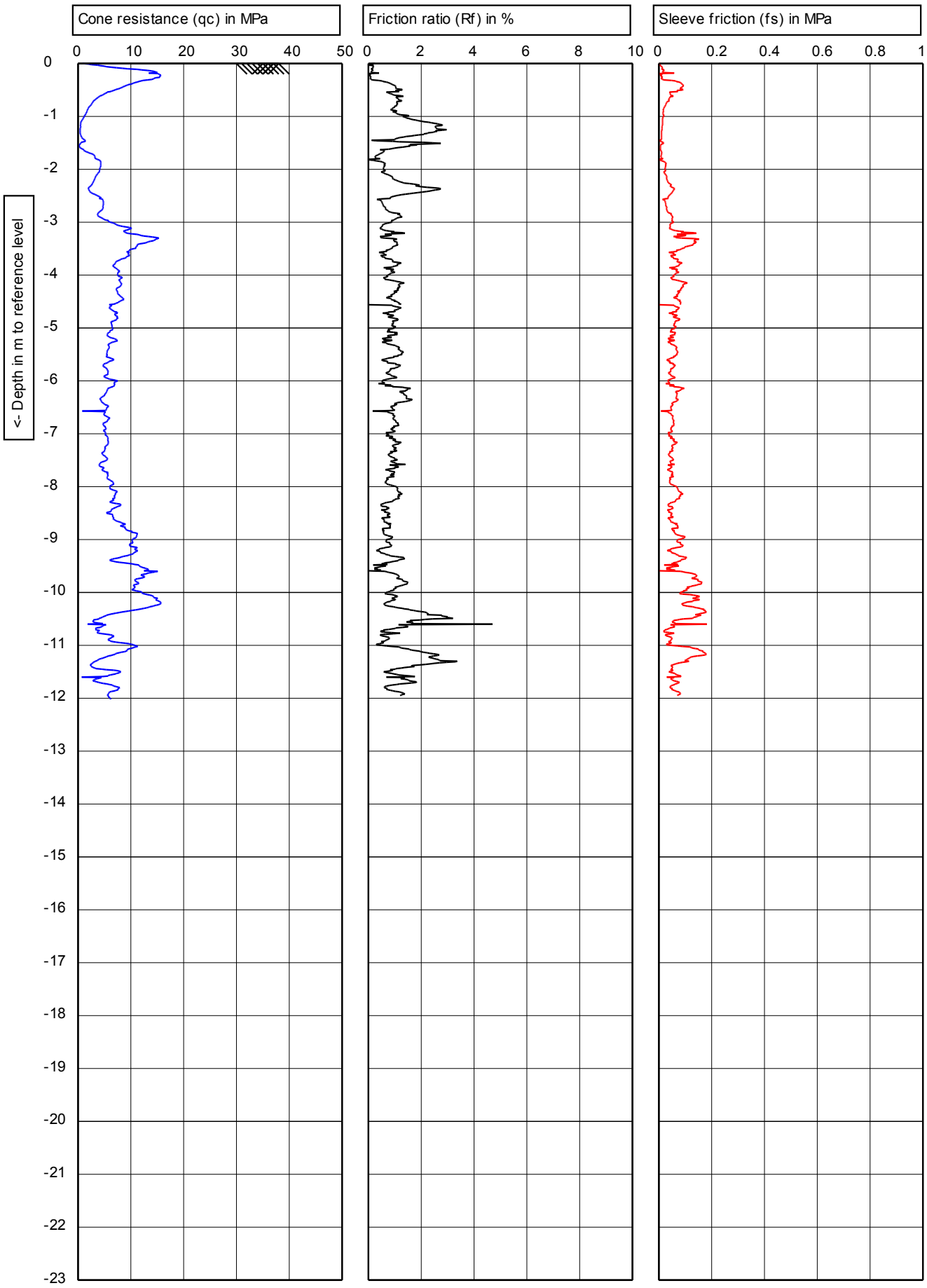
Project: **Aménagement ZA logistique**

Location: **CHAMPIGNY (51)**

Position:

Predrill :	**0**
Date:	**21/08/2018**
Cone no.:	**S15CFII.S18282**
Project no.:	**NRE2.I.192**
CPT no.:	**PS48** **1/2**

CPTask V1.28



GINGER CEBTP

225 cm²
15 cm²

Test according NEN 5140 class 1

G.L. **0 NAP** W.L.: **0**

Project: **Aménagement ZA logistique**

Location: **CHAMPIGNY (51)**

Position:

Predrill : **0**

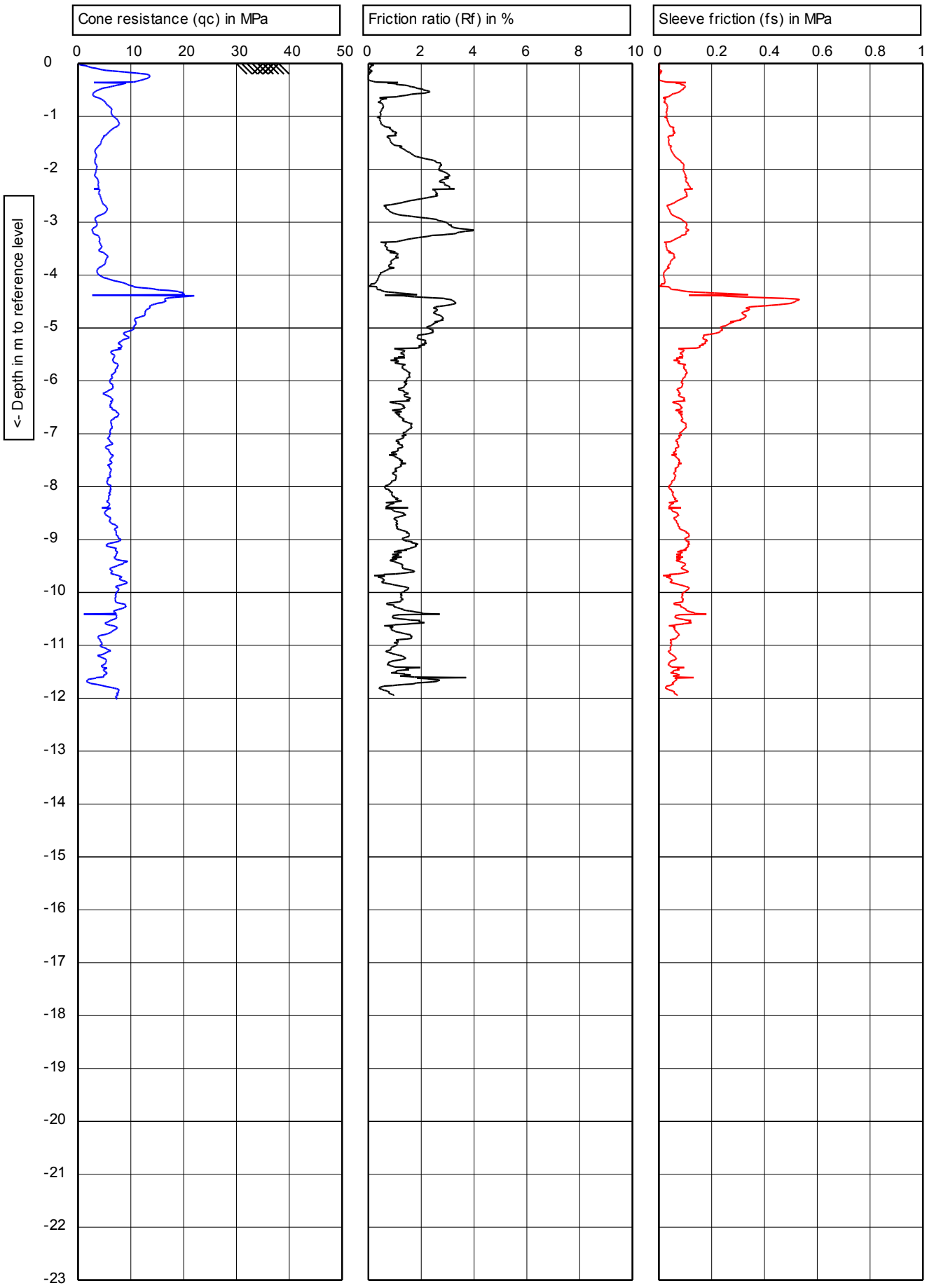
Date: **21/08/2018**

Cone no.: **S15CFII.S18282**

Project no.: **NRE2.I.192**

CPT no.: **PS49** **1/2**

CPTask V1.28



GINGER CEBTP

225 cm²
15 cm²

Test according NEN 5140 class 1

G.L. **0 NAP** | W.L.: **0**

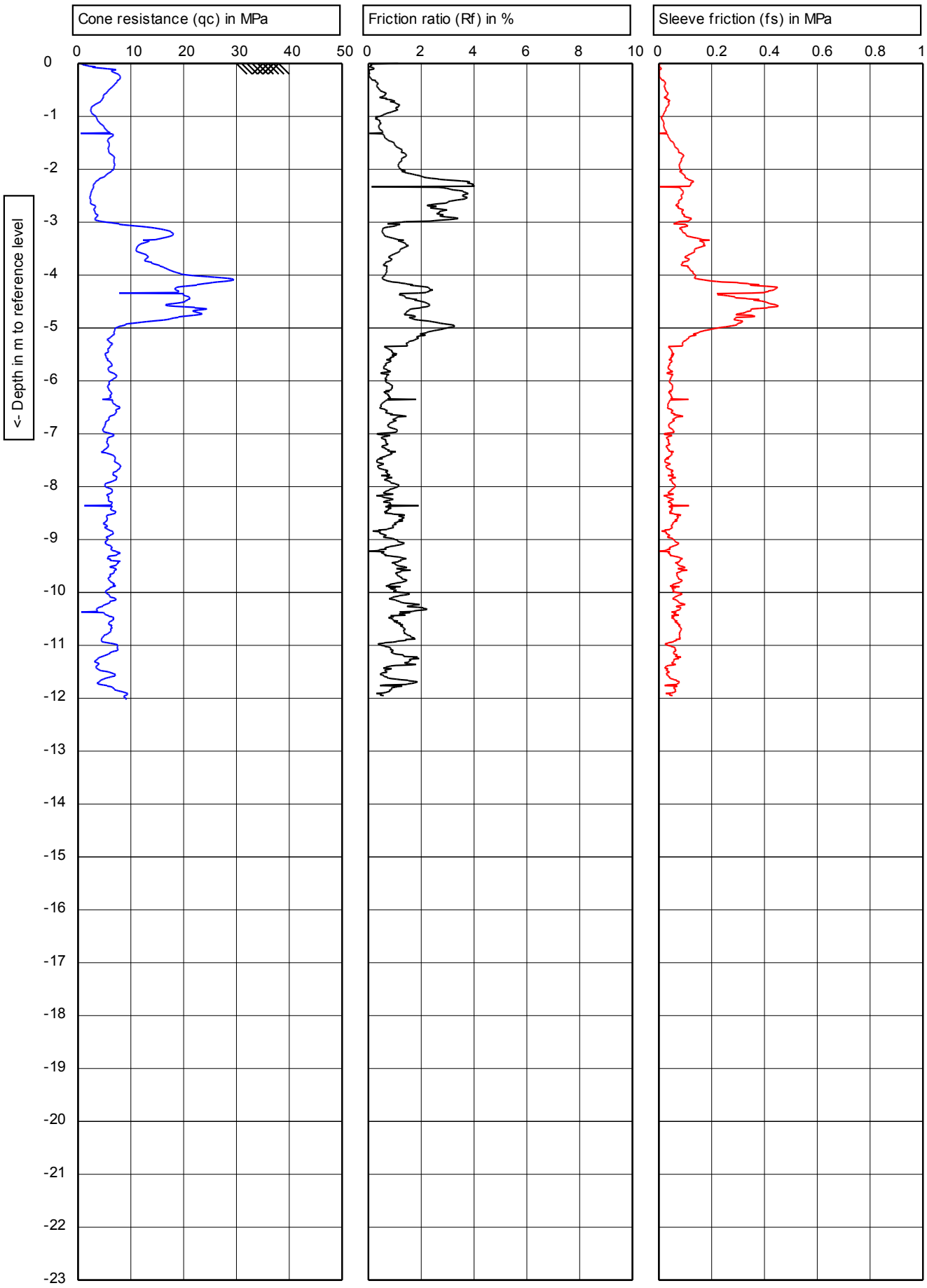
Project: **Aménagement ZA logistique**

Location: **CHAMPIGNY (51)**

Position:

Predrill :	**0**
Date:	**21/08/2018**
Cone no.:	**S15CFII.S18282**
Project no.:	**NRE2.I.192**
CPT no.:	**PS50** **1/2**

CPTask V1.28



GINGER CEBTP

CPTask V1.28

225 cm²
15 cm²

Test according NEN 5140 class 1

G.L. **0 NAP** W.L.: **0**

Project: **Aménagement ZA logistique**

Location: **CHAMPIGNY (51)**

Position:

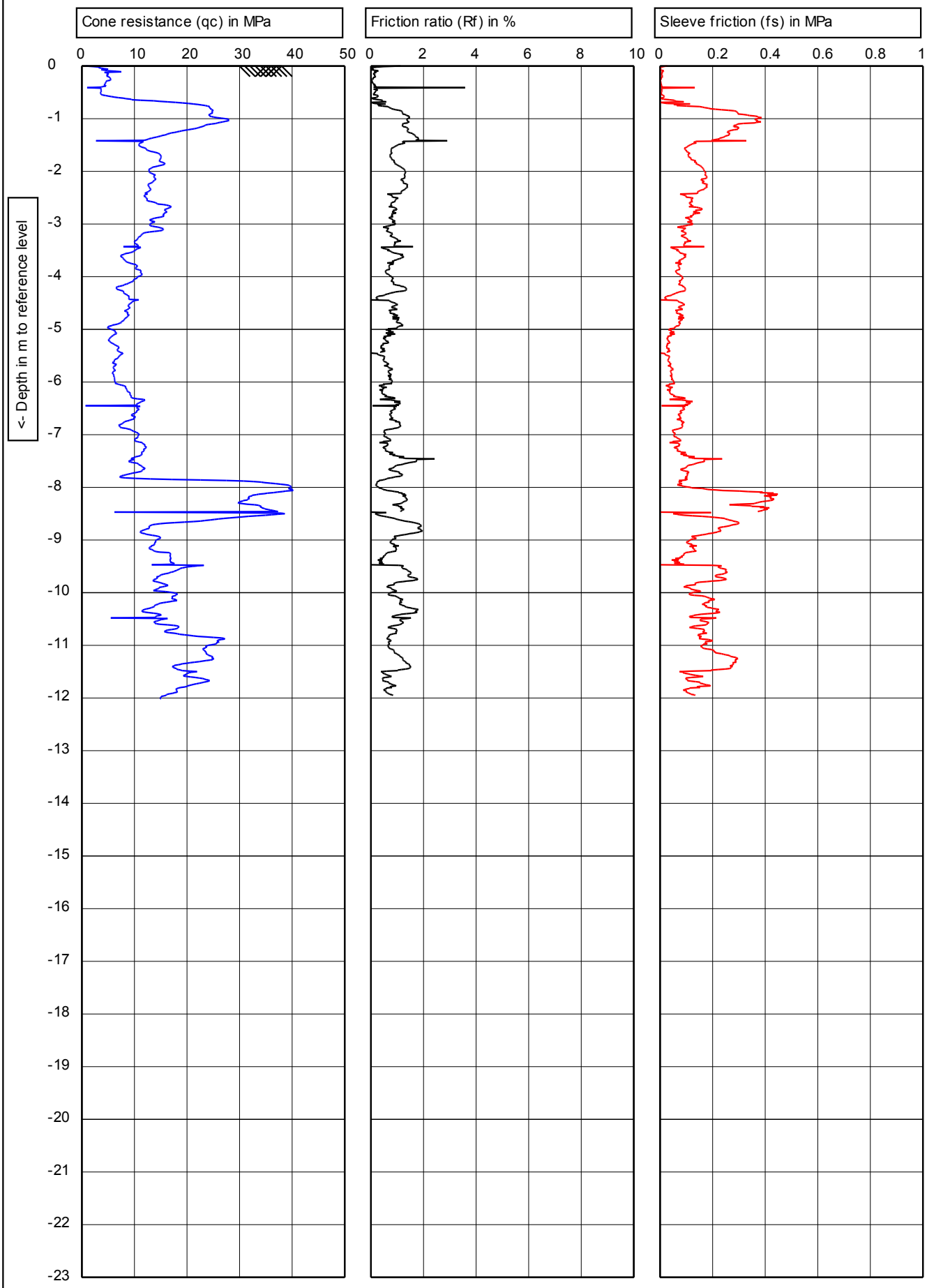
Predrill : **0**

Date: **21/08/2018**

Cone no.: **S15CFII.S18282**

Project no.: **NRE2.I.192**

CPT no.: **PS51** **1/2**



GINGER CEBTP

225 cm²
15 cm²

Test according NEN 5140 class 1

G.L. **0 NAP** | W.L.: **0**

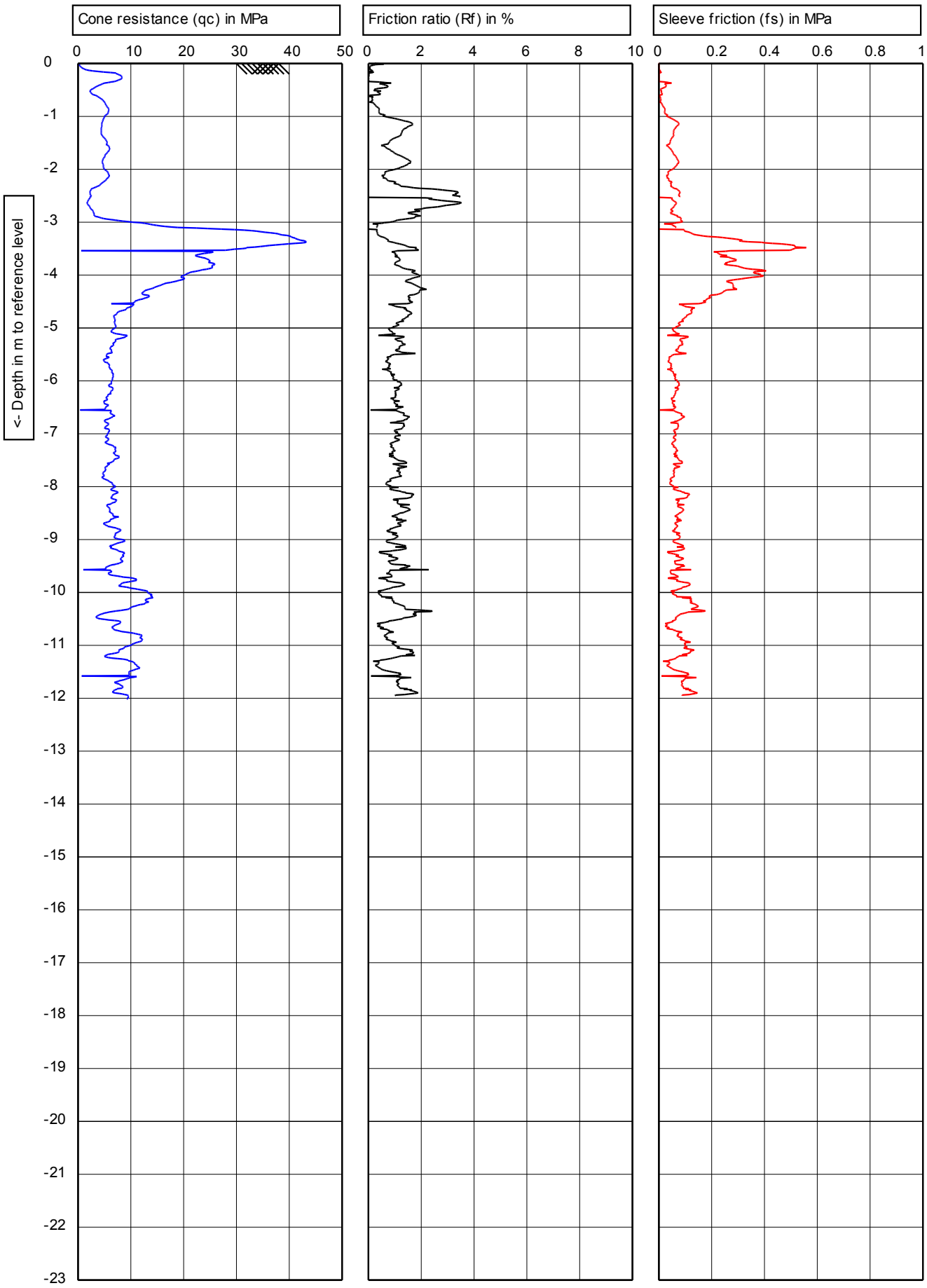
Project: **Aménagement ZA logistique**

Location: **CHAMPIGNY (51)**

Position:

Predrill :	**0**
Date:	**21/08/2018**
Cone no.:	**S15CFII.S18282**
Project no.:	**NRE2.I.192**
CPT no.:	**PS52** **1/2**

CPTask V1.28



GINGER CEBTP

CPTask V1.28

225 cm²
15 cm²

Test according NEN 5140 class 1

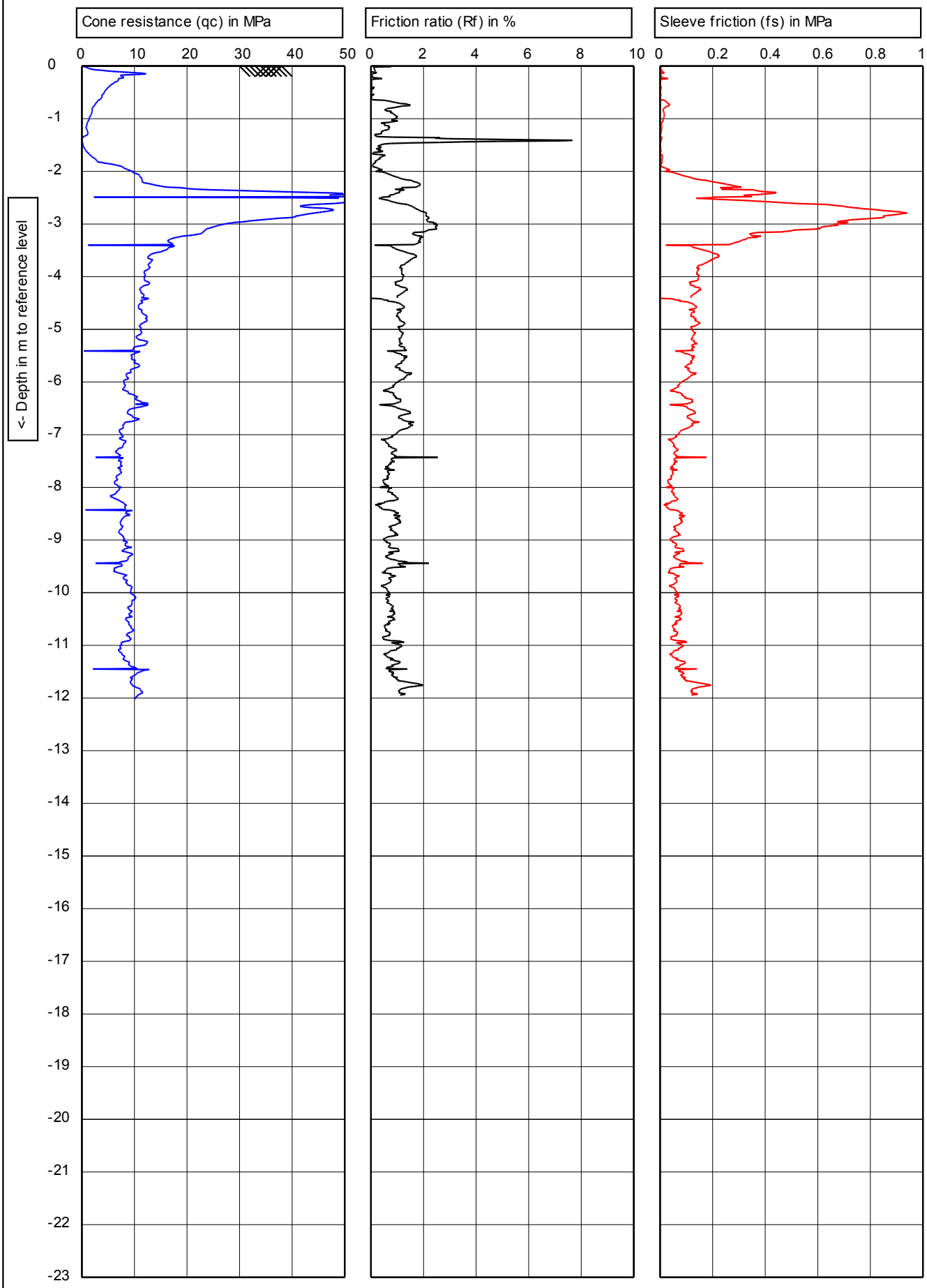
G.L. **0 NAP** W.L.: **0**

Project: **Aménagement ZA logistique**

Location: **CHAMPIGNY (51)**

Position:

Predrill :	**0**
Date:	**21/08/2018**
Cone no.:	**S15CFII.S18282**
Project no.:	**NRE2.I.192**
CPT no.:	**PS53** **1/2**



GINGER CEBTP

CPTask V1.28

225 cm²
15 cm²

Test according NEN 5140 class 1

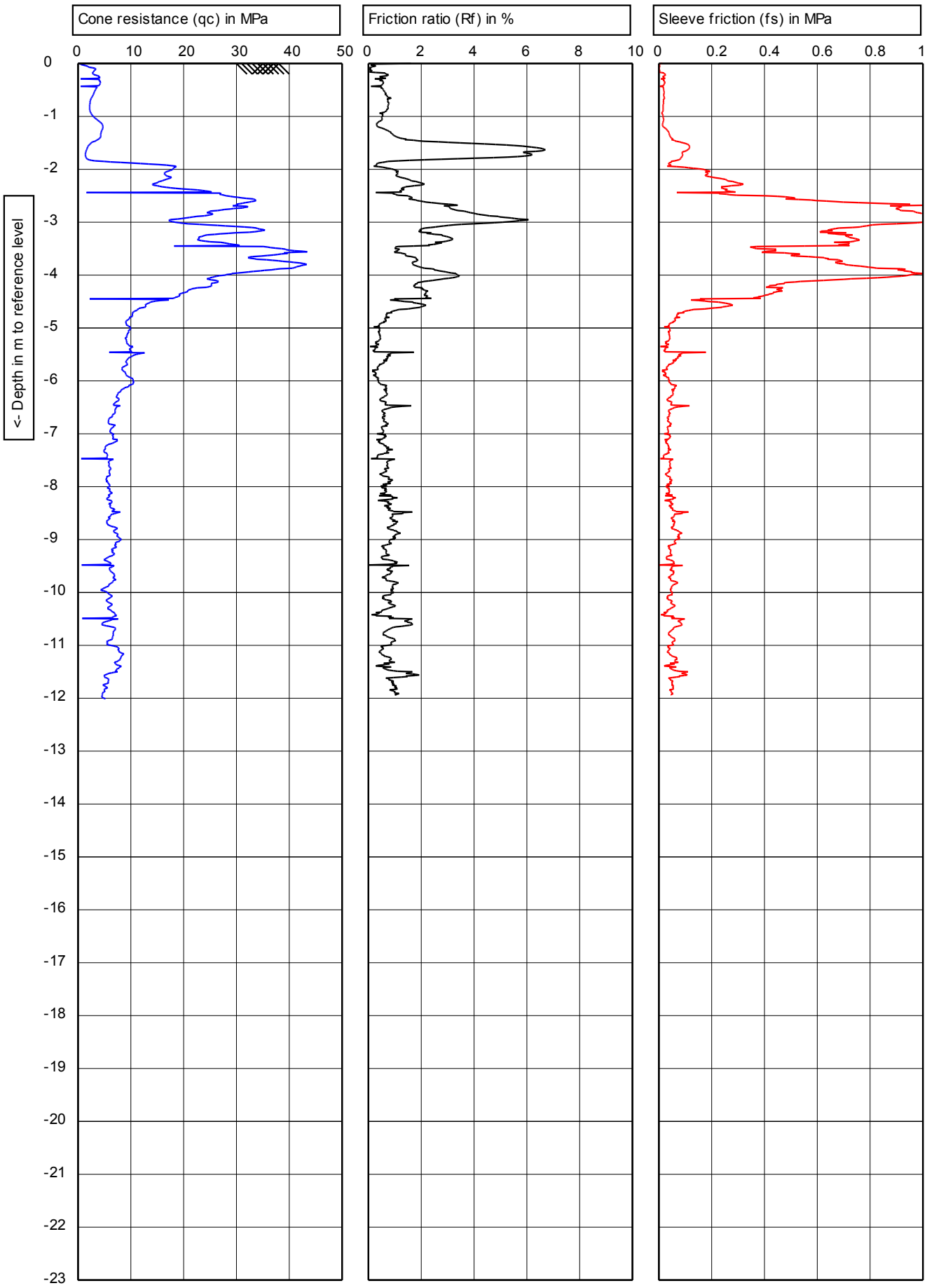
G.L. **0 NAP** W.L.: **0**

Project: **Aménagement ZA logistique**

Location: **CHAMPIGNY (51)**

Position:

Predrill :	**0**
Date:	**21/08/2018**
Cone no.:	**S15CFII.S18282**
Project no.:	**NRE2.I.192**
CPT no.:	**PS54** **1/2**



GINGER CEBTP

225 cm²
15 cm²

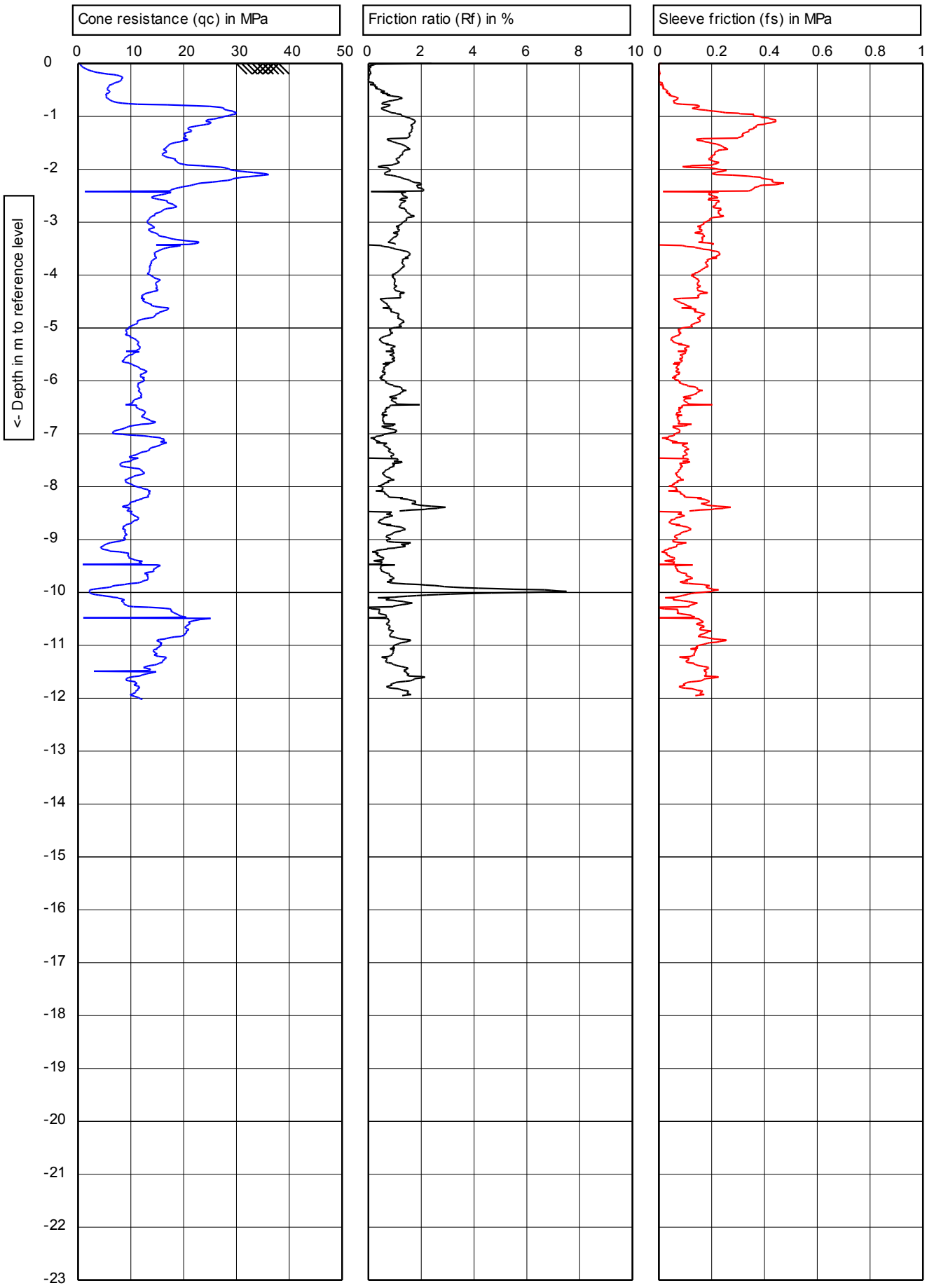
Test according NEN 5140 class 1

G.L. **0 NAP** W.L.: **0**

Project: **Aménagement ZA logistique**
Location: **CHAMPIGNY (51)**
Position:

Predrill : **0**
Date: **21/08/2018**
Cone no.: **S15CFII.S18282**
Project no.: **NRE2.I.192**
CPT no.: **PS55** **1/2**

CPTask V1.28



GINGER CEBTP

CPTask V1.28

225 cm²
15 cm²

Test according NEN 5140 class 1

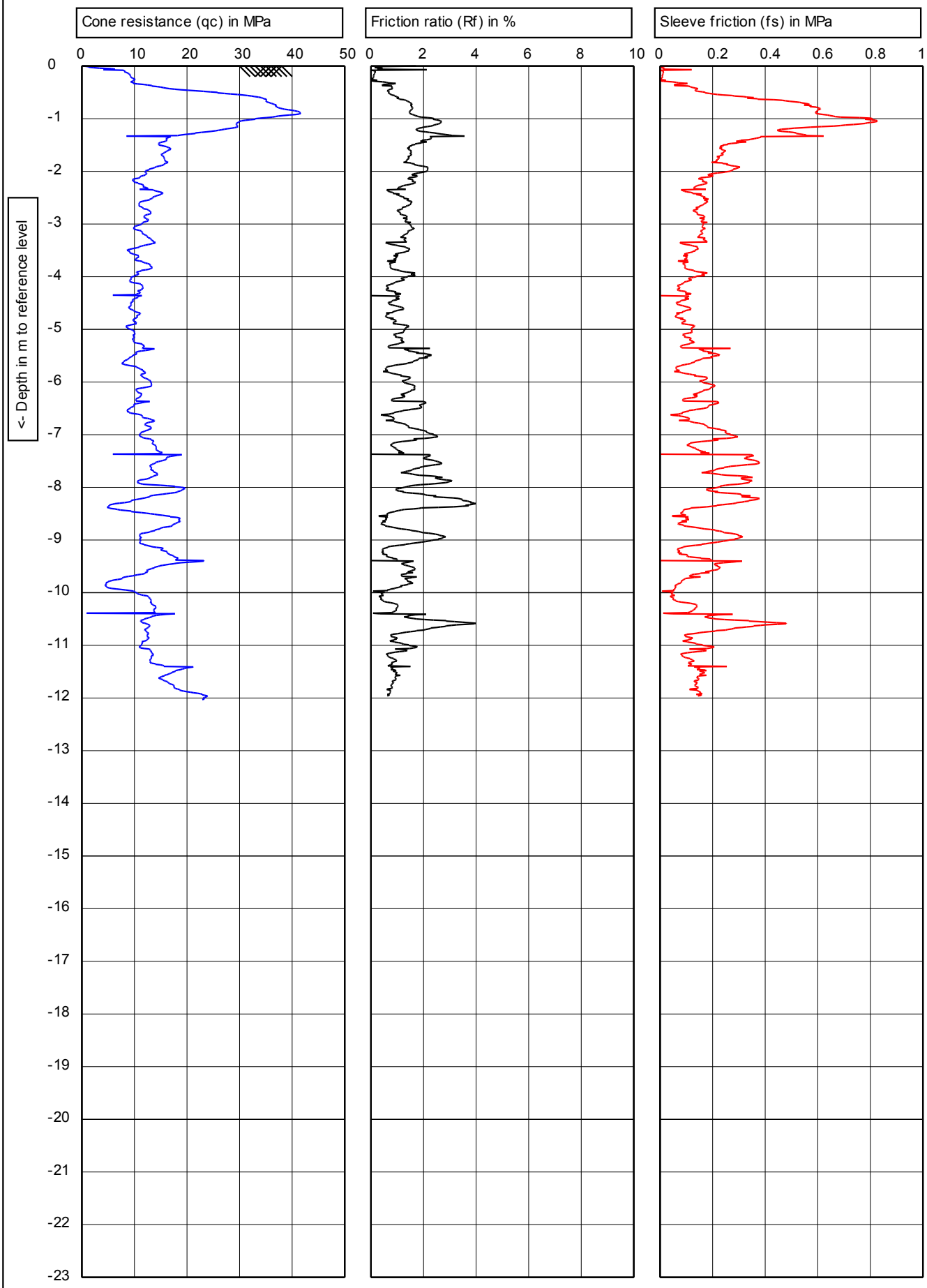
G.L. **0 NAP** W.L.: **0**

Project: **Aménagement ZA logistique**

Location: **CHAMPIGNY (51)**

Position:

Predrill :	**0**
Date:	**21/08/2018**
Cone no.:	**S15CFII.S18282**
Project no.:	**NRE2.I.192**
CPT no.:	**PS56** **1/2**



GINGER CEBTP

225 cm²
15 cm²

Test according NEN 5140 class 1

G.L. **0 NAP** W.L.: **0**

Project: **Aménagement ZA logistique**

Location: **CHAMPIGNY (51)**

Position:

Predrill : **0**

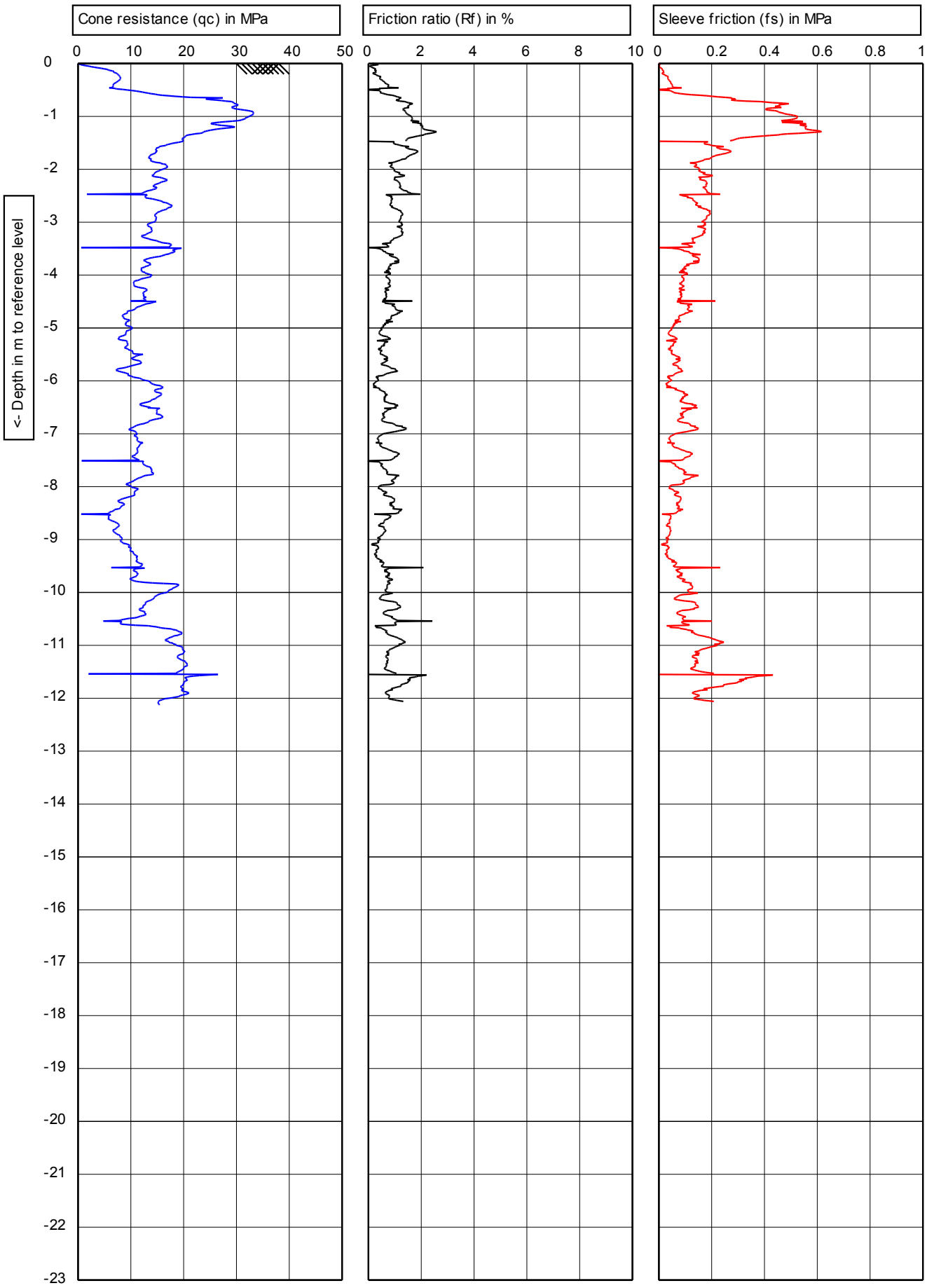
Date: **23/08/2018**

Cone no.: **S15CFII.S18282**

Project no.: **NRE2.I.192**

CPT no.: **PS57** **1/2**

CPTask V1.28



GINGER CEBTP

225 cm²
15 cm²

Test according NEN 5140 class 1

G.L. **0 NAP** | W.L.: **0**

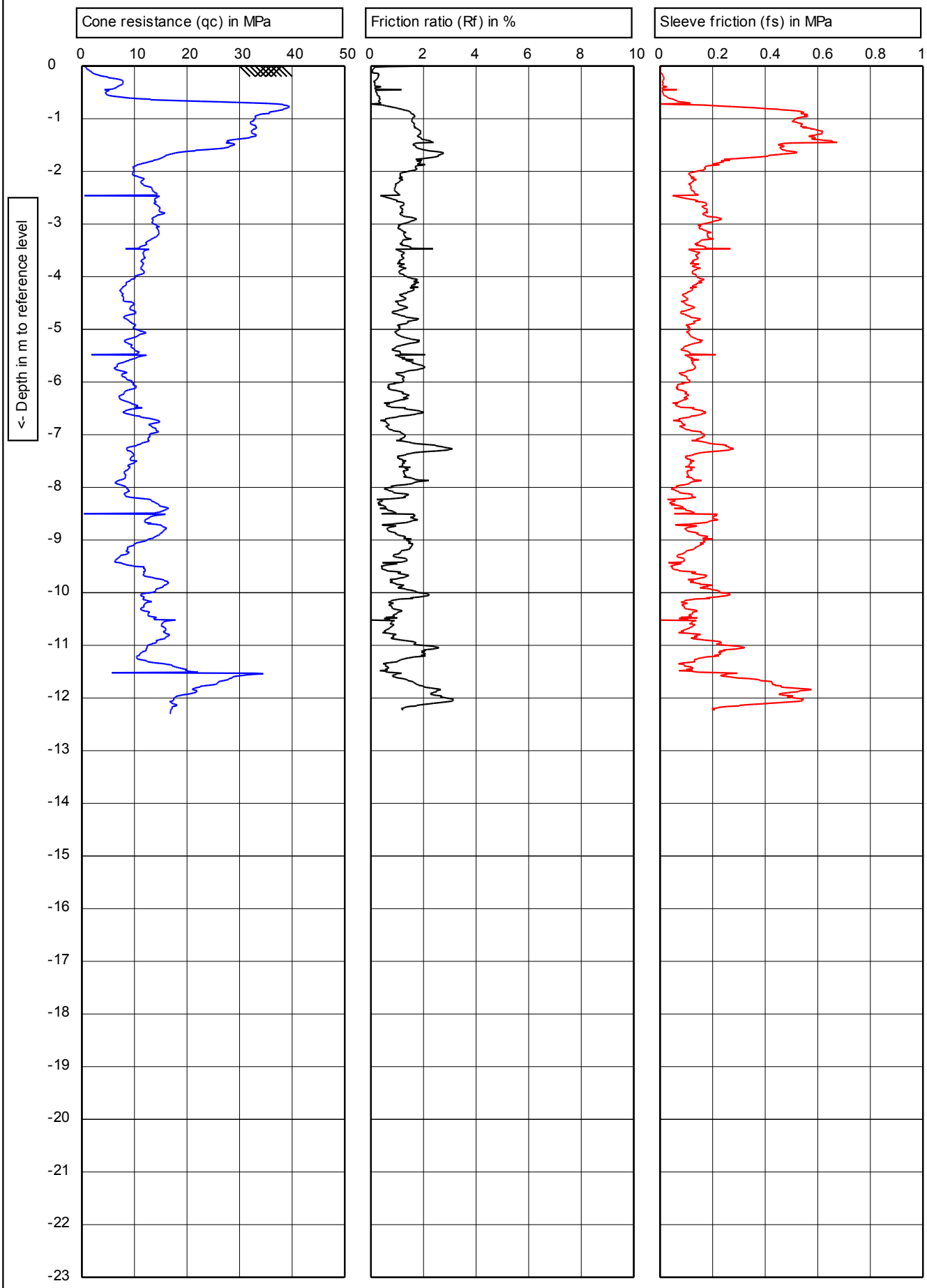
Project: **Aménagement ZA logistique**

Location: **CHAMPIGNY (51)**

Position:

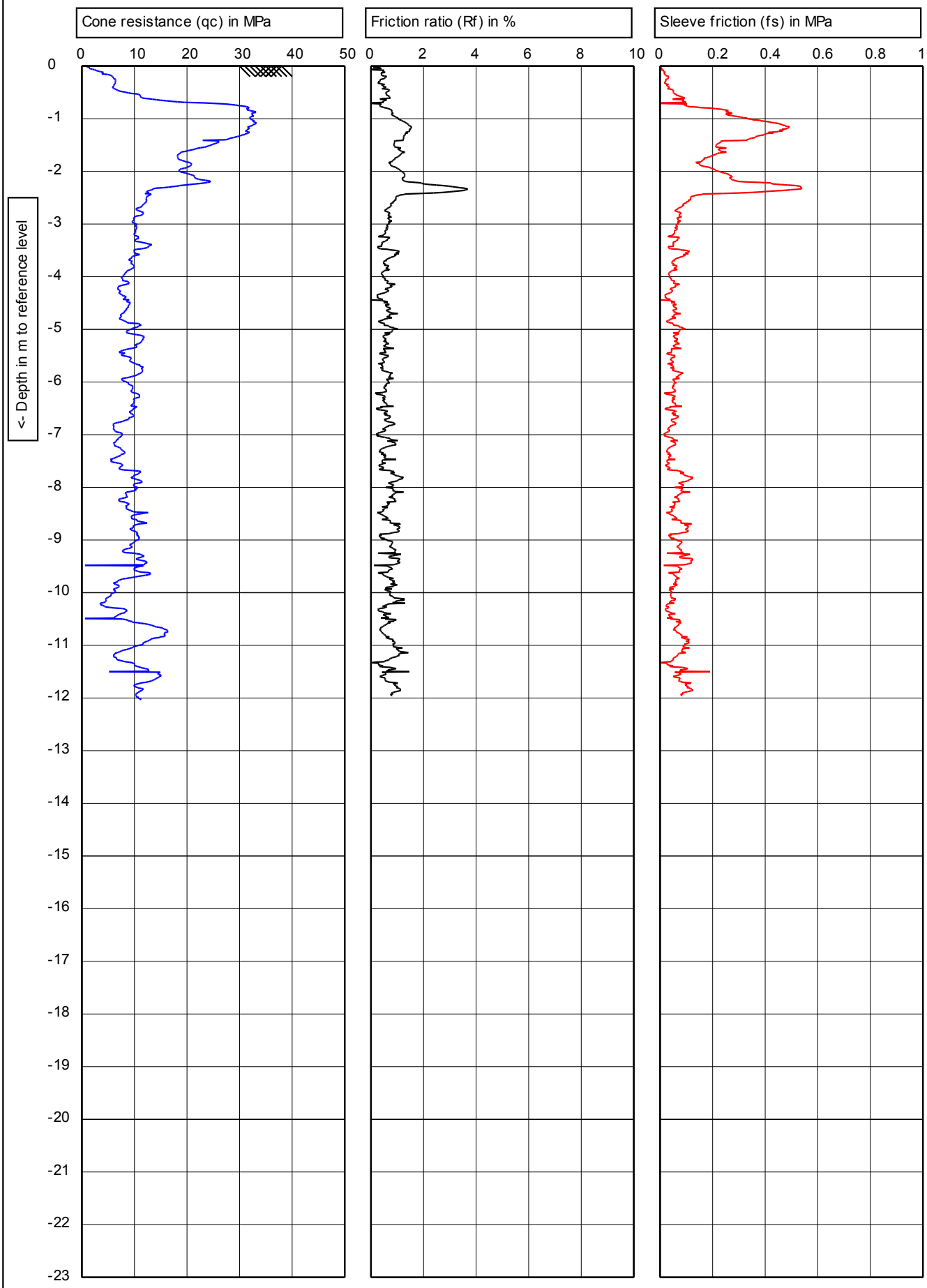
Predrill :	**0**
Date:	**21/08/2018**
Cone no.:	**S15CFII.S18282**
Project no.:	**NRE2.I.192**
CPT no.:	**PS58** **1/2**

CPTask V1.28



GINGER CEBTP	225 cm² / 15 cm²	Test according NEN 5140 class 1	Predrill : **0**
		G.L. **0 NAP** — W.L.: **0**	Date: **23/08/2018**
		Project: **Aménagement ZA logistique**	Cone no.: **S15CFII.S18282**
		Location: **CHAMPIGNY (51)**	Project no.: **NRE2.I.192**
		Position:	CPT no.: **PS59** — **1/2**

CPTask V1.28



GINGER CEBTP

CPTask V1.28

225 cm²
15 cm²

Test according NEN 5140 class 1

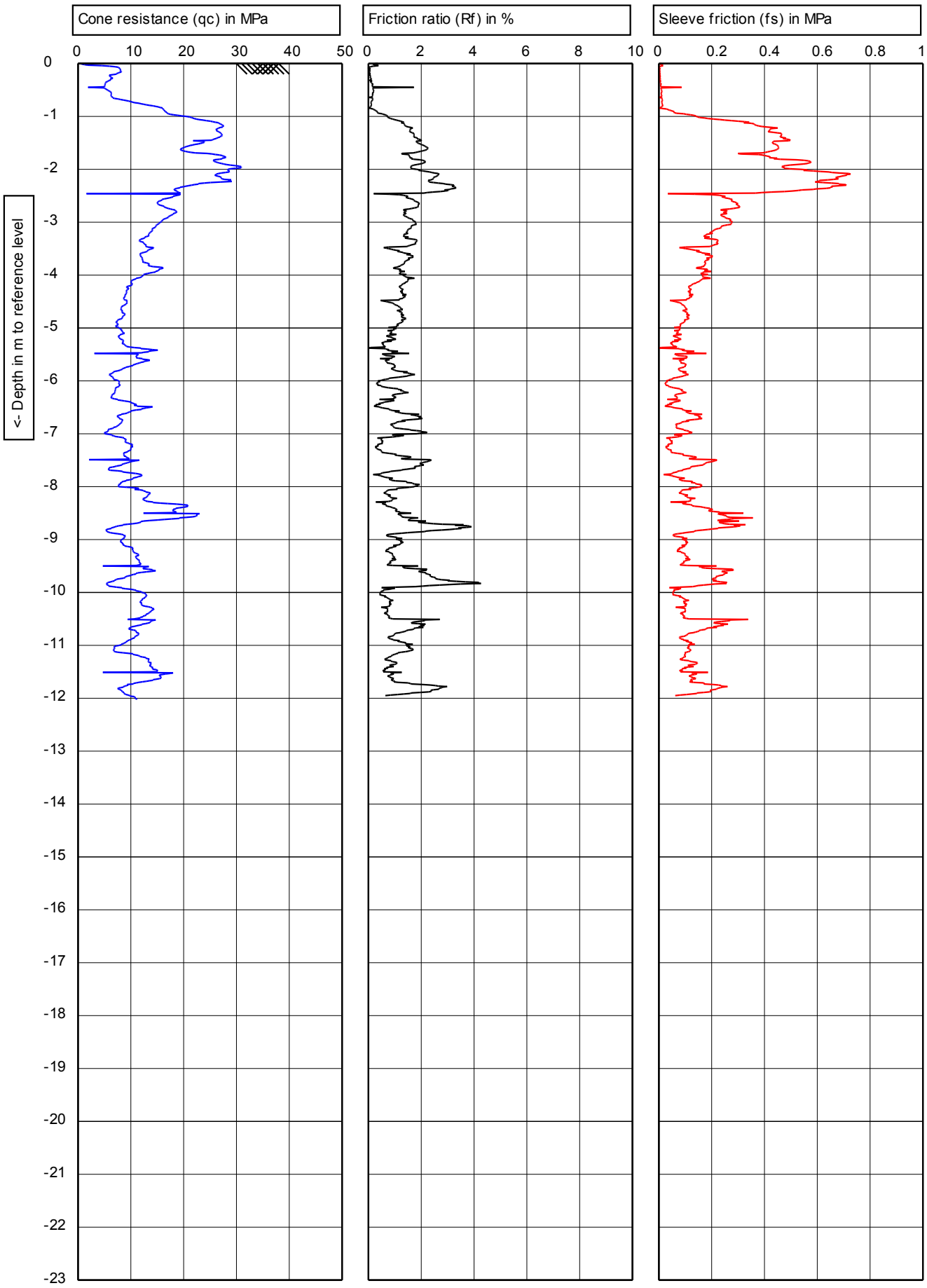
G.L. **0 NAP** W.L.: **0**

Project: **Aménagement ZA logistique**

Location: **CHAMPIGNY (51)**

Position:

Predrill :	**0**
Date:	**21/08/2018**
Cone no.:	**S15CFII.S18282**
Project no.:	**NRE2.I.192**
CPT no.:	**PS60** **1/2**



GINGER CEBTP

225 cm²
15 cm²

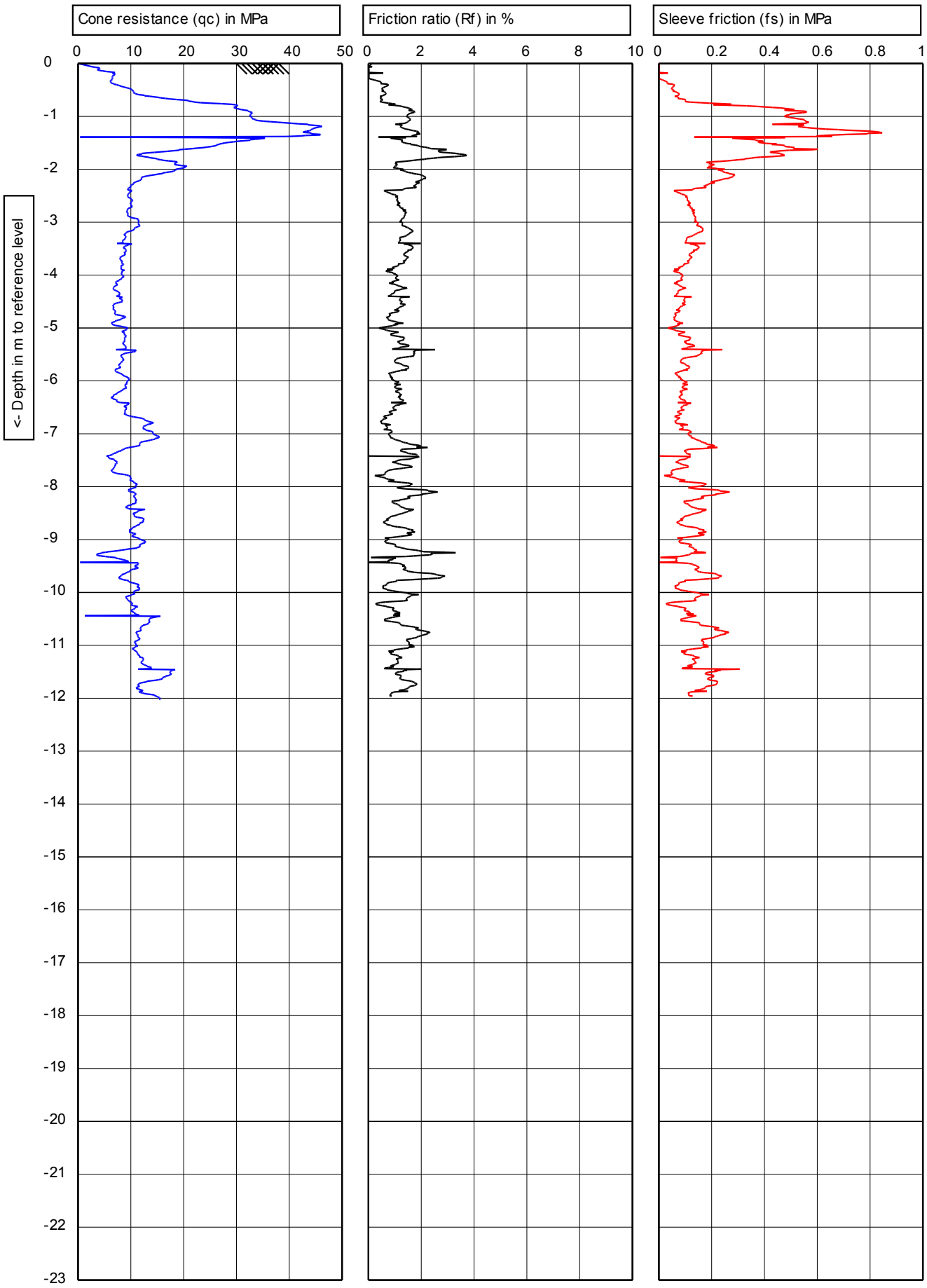
Test according NEN 5140 class 1

G.L. **0 NAP** W.L.: **0**

Project: **Aménagement ZA logistique**
Location: **CHAMPIGNY (51)**
Position:

Predrill : **0**
Date: **23/08/2018**
Cone no.: **S15CFII.S18282**
Project no.: **NRE2.I.192**
CPT no.: **PS61** **1/2**

CPTask V1.28



GINGER CEBTP

CPTask V1.28

225 cm²
15 cm²

Test according NEN 5140 class 1

G.L. **0 NAP** W.L.: **0**

Project: **Aménagement ZA logistique**

Location: **CHAMPIGNY (51)**

Position:

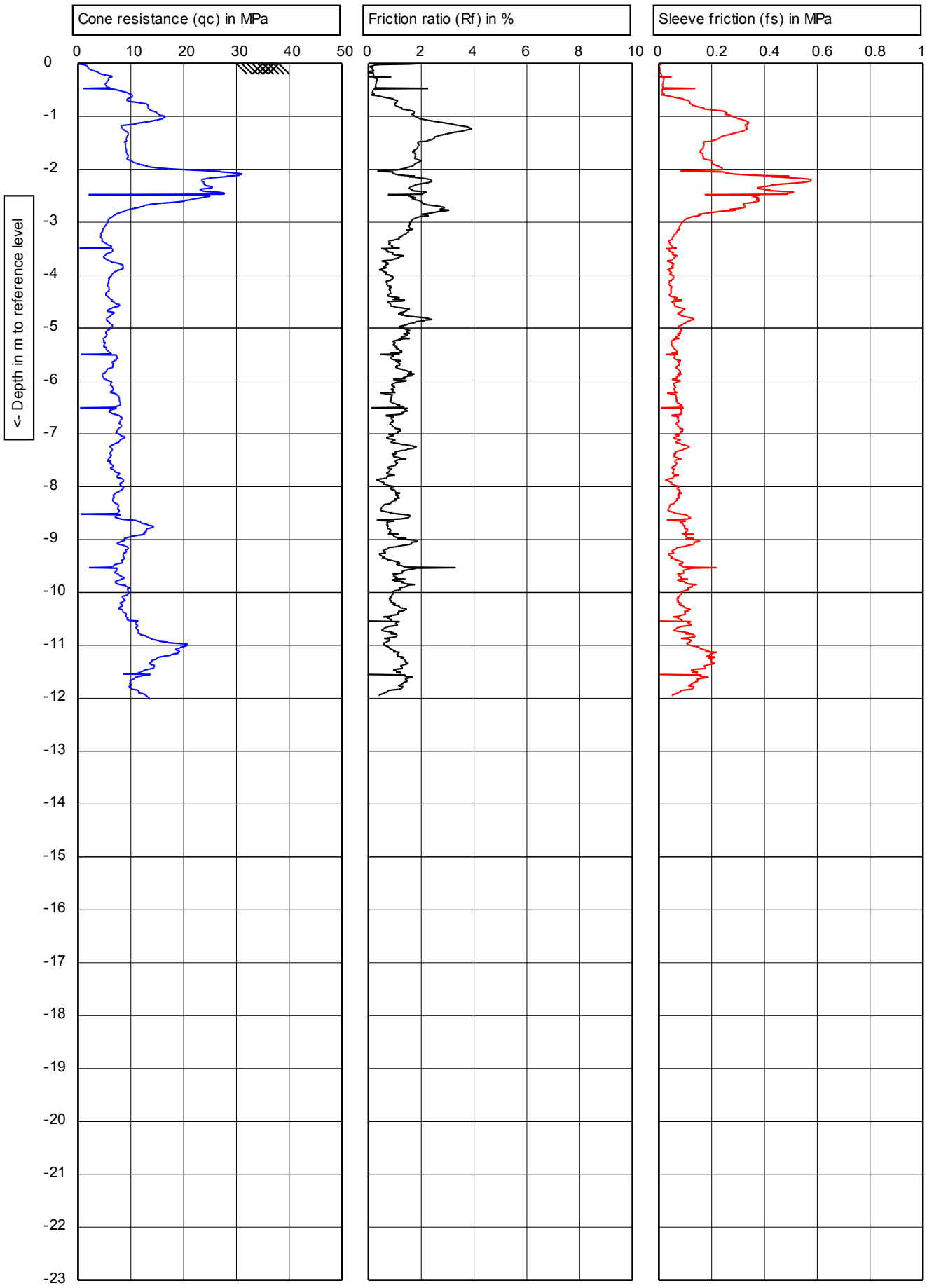
Predrill : **0**

Date: **23/08/2018**

Cone no.: **S15CFII.S18282**

Project no.: **NRE2.I.192**

CPT no.: **PS62** **1/2**



GINGER CEBTP

225 cm²
15 cm²

Test according NEN 5140 class 1

G.L. **0 NAP** | W.L.: **0**

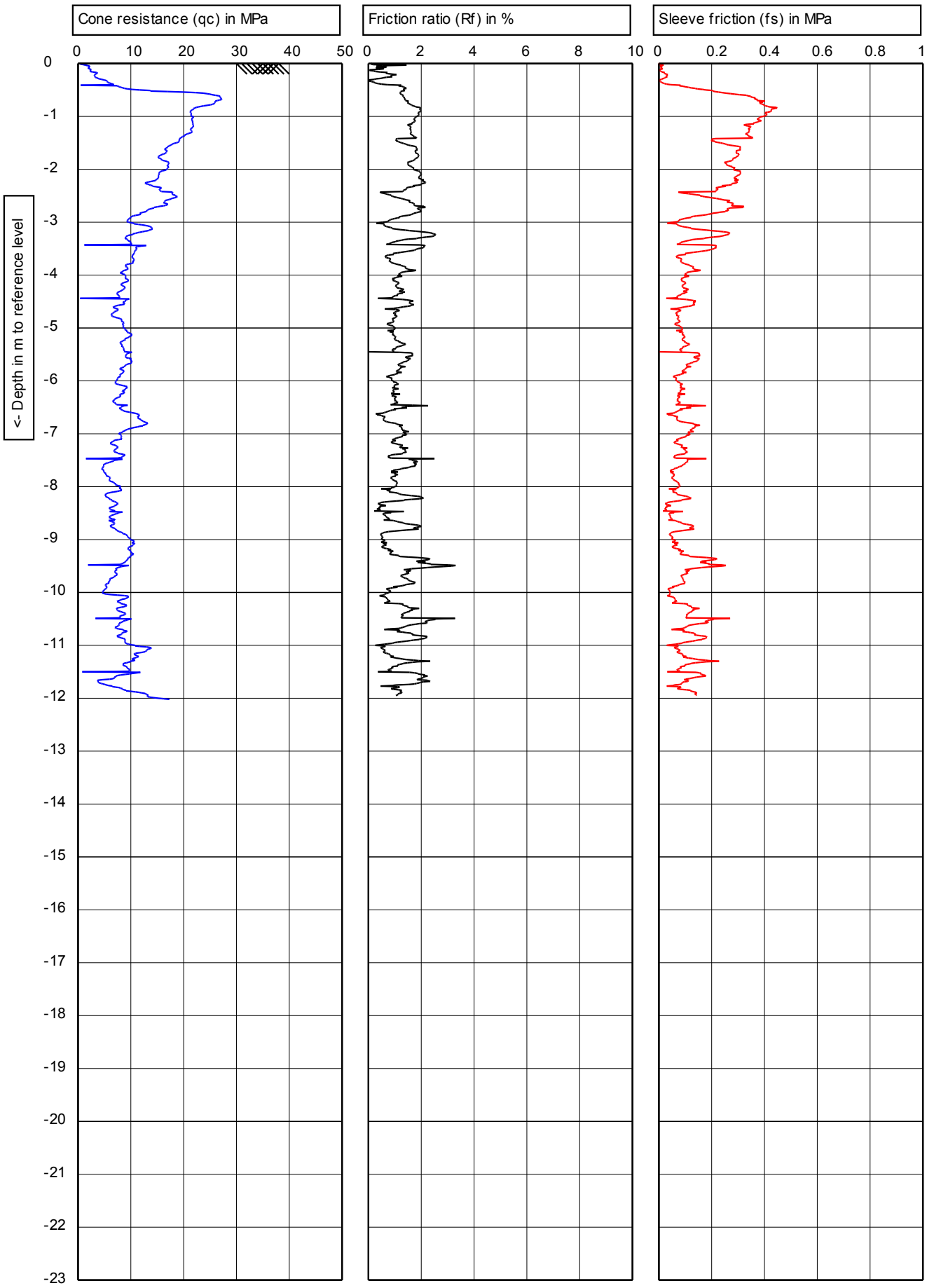
Project: **Aménagement ZA logistique**

Location: **CHAMPIGNY (51)**

Position:

Predrill :	**0**
Date:	**23/08/2018**
Cone no.:	**S15CFII.S18282**
Project no.:	**NRE2.I.192**
CPT no.:	**PS63** **1/2**

CPTask V1.28



GINGER CEBTP

CPTask V1.28

225 cm²
15 cm²

Test according NEN 5140 class 1

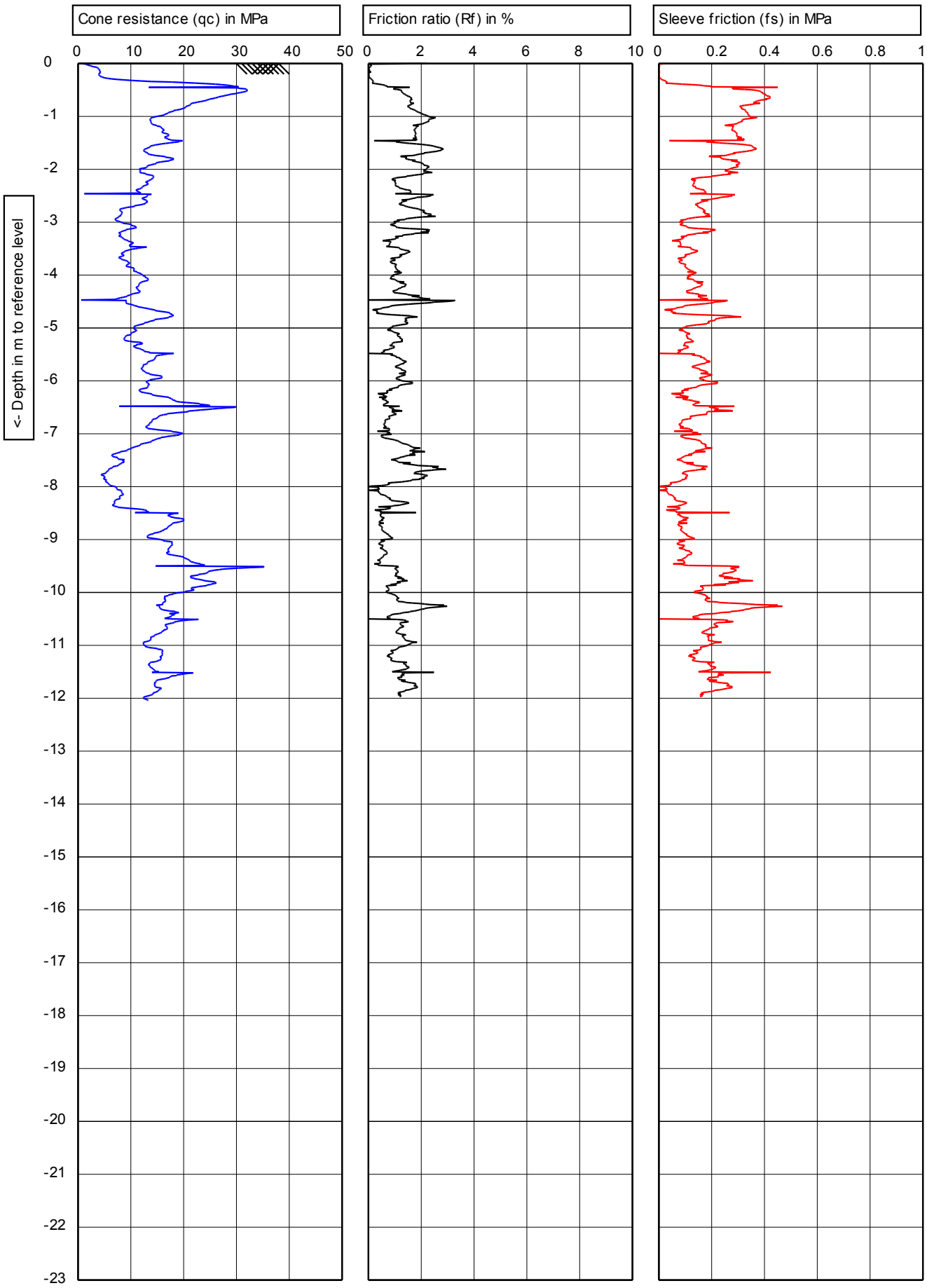
G.L. **0 NAP** W.L.: **0**

Project: **Aménagement ZA logistique**

Location: **CHAMPIGNY (51)**

Position:

Predrill :	**0**
Date:	**23/08/2018**
Cone no.:	**S15CFII.S18282**
Project no.:	**NRE2.I.192**
CPT no.:	**PS64** **1/2**



GINGER CEBTP

225 cm²
15 cm²

Test according NEN 5140 class 1

G.L. **0 NAP** | W.L.: **0**

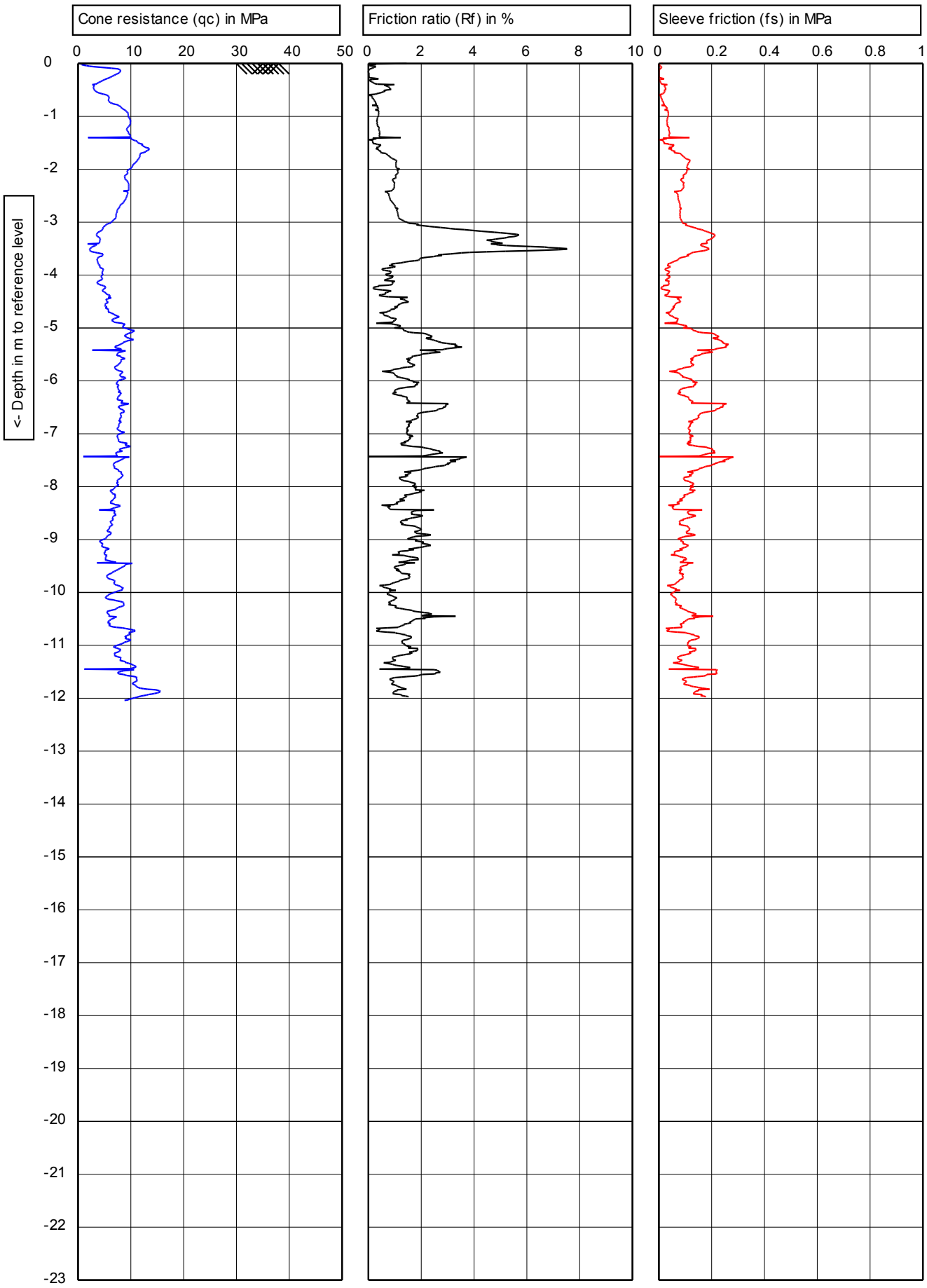
Project: **Aménagement ZA logistique**

Location: **CHAMPIGNY (51)**

Position:

Predrill :	**0**
Date:	**22/08/2018**
Cone no.:	**S15CFII.S18282**
Project no.:	**NRE2.I.192**
CPT no.:	**PS65** **1/2**

CPTask V1.28



GINGER CEBTP

225 cm²
15 cm²

Test according NEN 5140 class 1

G.L. **0 NAP** W.L.: **0**

Project: **Aménagement ZA logistique**
Location: **CHAMPIGNY (51)**
Position:

Predrill : **0**
Date: **21/08/2018**
Cone no.: **S15CFII.S18282**
Project no.: **NRE2.I.192**
CPT no.: **PS66** **1/2**

CPTask V1.28

ANNEXE 6 – SONDAGES A LA PELLE MECANIQUE

- Coupes détaillée des sols,
- Résultats des essais de perméabilité,

GINGER CEBTP

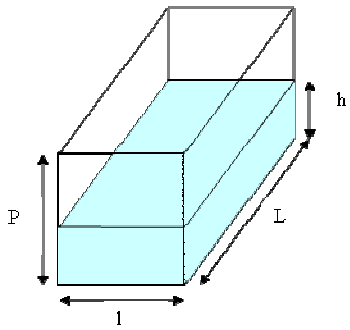
RAPPORT D'ESSAI D'INFILTRATION DE TYPE ESSAI A LA FOSSE (niveau variable)

E182
VERSION 3 du 27/03/2014
Processus AFFAIRES

Dossier :	NRE2.I.192	Client :	Champigny les sables
Date de l'essai:	06/09/2018	Technicien :	J.VUADELLE
Commune :	CHAMPIGNY	Dépouillement :	J.VUADELLE

P (m)	l (m)	L(m)	C	Référence
0.7	0.4	1.3	0.15	M01

t (min)	h (m)	K (m/s)*	K (m/s)**	Descente (m)
0	0.5	-	-	
14	0.2	1.E-04	1.E-04	-0.3
27	0.09	9.E-05	7.E-05	-0.41



K (m/s)* : Perméabilité à partir de l'origine des mesures

K (m/s) :** Perméabilité entre deux points de mesures

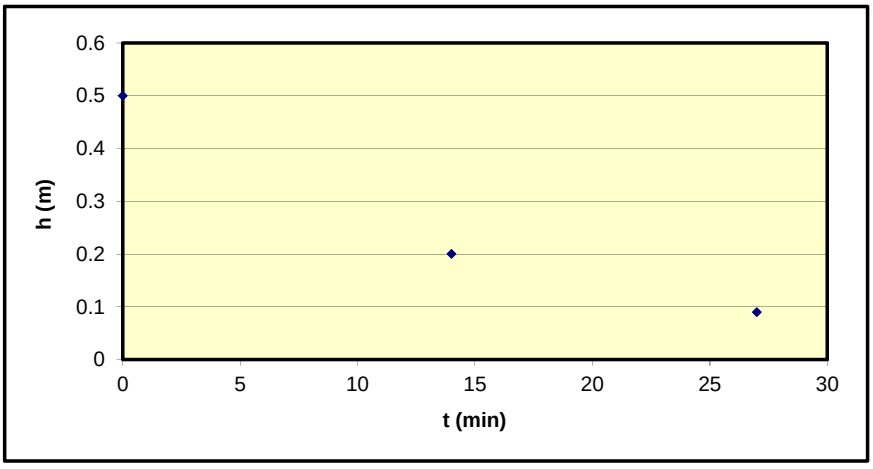
$$K = \frac{-C}{60 \times t} \times \ln \frac{h + C}{H + C} \quad \text{avec} \quad C = \frac{L \times l}{2 \times (L + l)}$$

COUPE DE SOL

Nature du materiau	Profondeur/TN (m)
Terre végétale	0.10
Limons sableux marron	0.70

- K est la perméabilité des sols (m/s)
- H est la hauteur du niveau d'eau à t=0 (m)
- h est la hauteur du niveau d'eau à t (m)
- L est la longueur de la fosse (m)
- l est la largeur de la fosse (m)

Perméabilité K (m/s)
1.E-04



Date du rapport: 07/09/2018

Nom du chargé d'affaires :
C. PLANCHON

Visa du chargé d'affaires :

RAPPORT D'ESSAI D'INFILTRATION DE TYPE ESSAI A LA FOSSE (niveau variable)

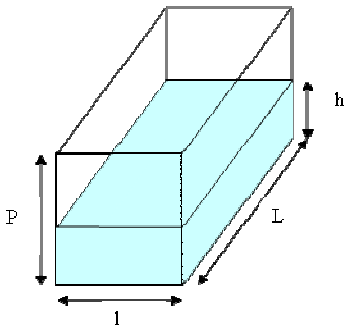
GINGER CEBTP

E182
VERSION 3 du 27/03/2014
Processus AFFAIRES

Dossier :	NRE2.I.192	Client :	Champigny les sables
Date de l'essai:	06/09/2018	Technicien :	J.VUADELLE
Commune :	CHAMPIGNY	Dépouillement :	J.VUADELLE

P (m)	l (m)	L(m)	C	Référence
0.65	0.4	1.3	0.15	M2

t (min)	h (m)	K (m/s)*	K (m/s)**	Descente (m)
0	0.55	-	-	
10	0.47	3.E-05	3.E-05	-0.08
22	0.4	3.E-05	3.E-05	-0.15
26	0.38	3.E-05	2.E-05	-0.17
32	0.35	3.E-05	2.E-05	-0.2
48	0.27	3.E-05	3.E-05	-0.28
55	0.24	3.E-05	3.E-05	-0.31



K (m/s)* : Perméabilité à partir de l'origine des mesures
K (m/s) :** Perméabilité entre deux points de mesures

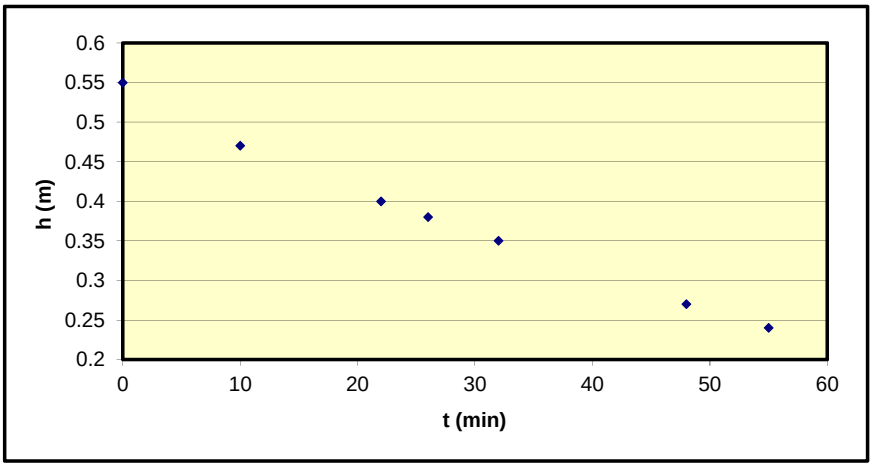
$$K = \frac{-C}{60 \times t} \times \ln \frac{h + C}{H + C} \quad \text{avec} \quad C = \frac{L \times l}{2 \times (L + l)}$$

COUPE DE SOL

Nature du materiau	Profondeur/TN (m)
Terre végétale	0.10
Limons sableux marron	0.65

- K est la perméabilité des sols (m/s)
- H est la hauteur du niveau d'eau à t=0 (m)
- h est la hauteur du niveau d'eau à t (m)
- L est la longueur de la fosse (m)
- l est la largeur de la fosse (m)

Perméabilité K (m/s)
3.E-05



Date du rapport: 07/09/2018

Nom du chargé d'affaires :
C. PLANCHON

Visa du chargé d'affaires :

GINGER CEBTP

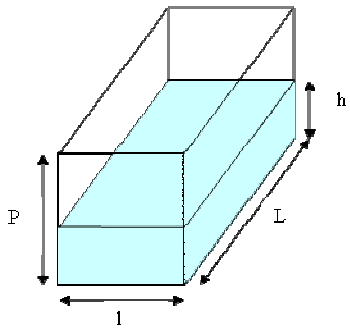
RAPPORT D'ESSAI D'INFILTRATION DE TYPE ESSAI A LA FOSSE (niveau variable)

E182
VERSION 3 du 27/03/2014
Processus AFFAIRES

Dossier :	NRE2.I.192	Client :	Champigny les sables
Date de l'essai:	05/09/2018	Technicien :	J.OBLET
Commune :	CHAMPIGNY	Dépouillement :	J.VUADELLE

P (m)	l (m)	L(m)	C	Référence
0.5	0.4	1.4	0.16	M03

t (min)	h (m)	K (m/s)*	K (m/s)**	Descente (m)
0	0.2	-	-	
13	0.17	2.E-05	2.E-05	-0.03
22	0.16	1.E-05	9.E-06	-0.04
43	0.14	1.E-05	8.E-06	-0.06
50	0.13	1.E-05	1.E-05	-0.07
56	0.13	1.E-05	0.E+00	-0.07



K (m/s)* : Perméabilité à partir de l'origine des mesures
K (m/s) :** Perméabilité entre deux points de mesures

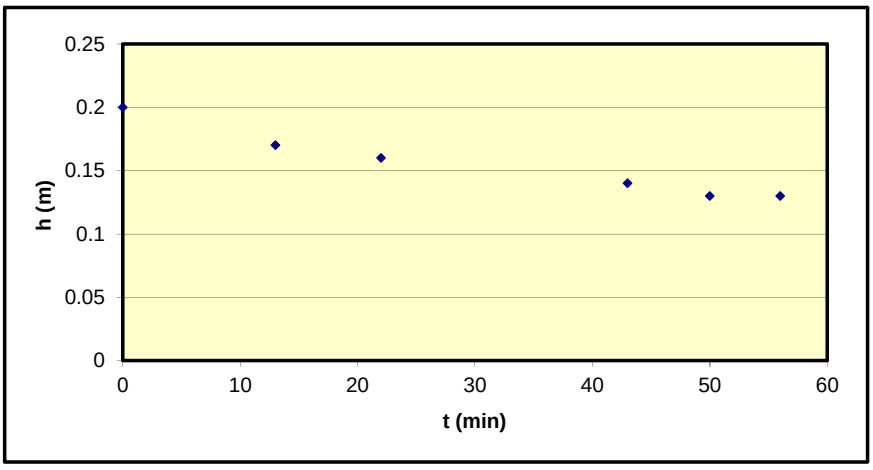
$$K = \frac{-C}{60 \times t} \times \ln \frac{h + C}{H + C} \quad \text{avec} \quad C = \frac{L \times l}{2 \times (L + l)}$$

COUPE DE SOL

Nature du materiau	Profondeur/TN (m)
Terre végétale	0.10
Limon marron et craie	0.50

- K est la perméabilité des sols (m/s)
- H est la hauteur du niveau d'eau à t=0 (m)
- h est la hauteur du niveau d'eau à t (m)
- L est la longueur de la fosse (m)
- l est la largeur de la fosse (m)

Perméabilité K (m/s)
1.E-05



Date du rapport: 07/09/2018

Nom du chargé d'affaires :
C. PLANCHON

Visa du chargé d'affaires :

RAPPORT D'ESSAI D'INFILTRATION DE TYPE ESSAI A LA FOSSE (niveau variable)

GINGER CEBTP

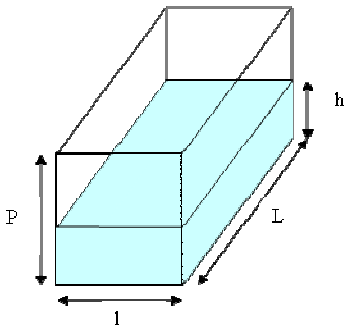
E182
VERSION 3 du 27/03/2014
Processus AFFAIRES

Dossier :	NRE2.I.192	Client :	Champigny les sables
Date de l'essai:	05/09/2018	Technicien :	J.OBLET
Commune :	CHAMPIGNY	Dépouillement :	J.VUADELLE

P (m)	l (m)	L(m)	C	Référence
0.5	0.4	1.5	0.16	M04

t (min)	h (m)	K (m/s)*	K (m/s)**	Descente (m)
0	0.2	-	-	
11	0.16	3.E-05	3.E-05	-0.04
21	0.15	2.E-05	8.E-06	-0.05
27	0.14	2.E-05	1.E-05	-0.06
38	0.14	1.E-05	0.E+00	-0.06
49	0.13	1.E-05	8.E-06	-0.07
64	0.1	1.E-05	2.E-05	-0.1

K (m/s)* : Perméabilité à partir de l'origine des mesures
K (m/s) :** Perméabilité entre deux points de mesures



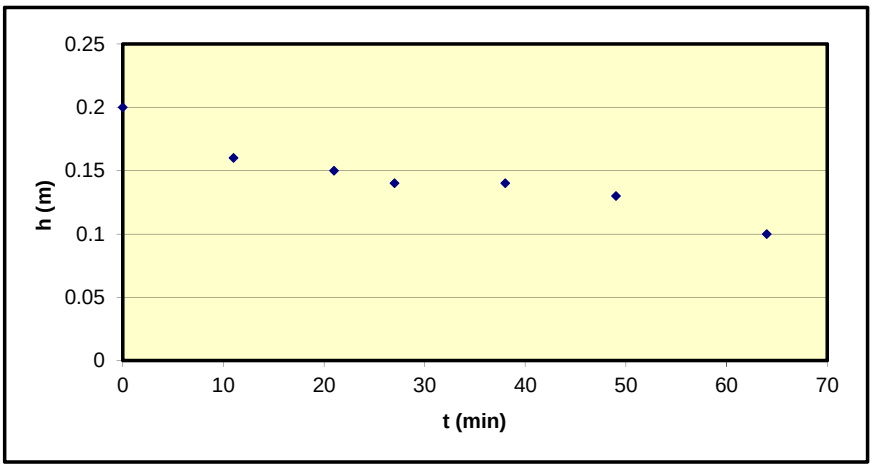
$$K = \frac{-C}{60 \times t} \times \ln \frac{h + C}{H + C} \quad \text{avec} \quad C = \frac{L \times l}{2 \times (L + l)}$$

COUPE DE SOL

Nature du materiau	Profondeur/TN (m)
Terre végétale	0.10
Craie	0.50

- K est la perméabilité des sols (m/s)
- H est la hauteur du niveau d'eau à t=0 (m)
- h est la hauteur du niveau d'eau à t (m)
- L est la longueur de la fosse (m)
- l est la largeur de la fosse (m)

Perméabilité K (m/s)
1.E-05



Date du rapport: 07/09/2018

Nom du chargé d'affaires :
C. PLANCHON

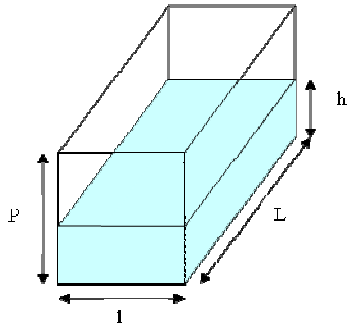
Visa du chargé d'affaires :

RAPPORT D'ESSAI D'INFILTRATION DE TYPE ESSAI A LA FOSSE (niveau constant)

Dossier :	NRE2.I.192	Client :	Champigny les sables
Date de l'essai:	05/09/2018	Technicien :	J.OBLET
Commune :	Champigny	Dépouillement :	J.VUADELLE

P (m)	l (m)	L(m)	h constant (m)	Référence
0.5	0.4	1.4	0.20	M05

t (sec)	Volume d'eau (m^3)	Q (m^3/h)	K (m/s)
0	0.000	-	-
1020	0.046	0.16	4.E-05
1620	0.093	0.28	6.E-05
2400	0.103	0.05	1.E-05

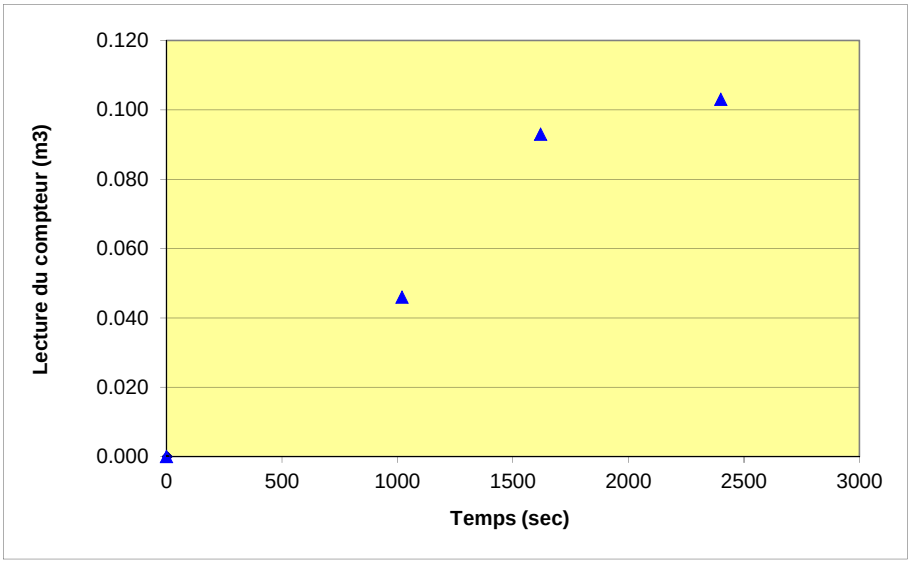


- K est la perméabilité des sols (m/s)
- Q est le débit (m^3/s)
- $h_{constant}$ est la hauteur du niveau d'eau (m)
- L est la longueur de la fosse (m)
- l est la largeur de la fosse (m)
- P est la profondeur d'essais (m)

COUPE DE SOL

Nature du materiau	Profondeur/TN (m)
Terre végétale	0.10
Limon marron	0.50

Perméabilité K (m/s)
4.E-05



Date du rapport: 07/09/2018

Nom du chargé d'affaires :
C. PLANCHON

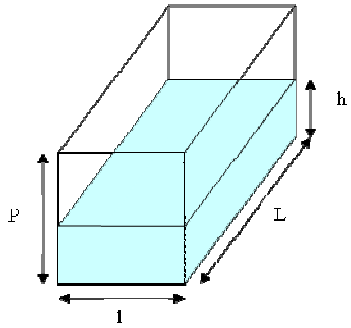
Visa du chargé d'affaires :

RAPPORT D'ESSAI D'INFILTRATION DE TYPE ESSAI A LA FOSSE (niveau constant)

Dossier :	NRE2.I.192	Client :	Champigny les sables
Date de l'essai:	05/09/2018	Technicien :	J.OBLET
Commune :	Champigny	Dépouillement :	J.VUADELLE

P (m)	l (m)	L(m)	h constant (m)	Référence
0.6	0.4	1.2	0.20	M6

t (sec)	Volume d'eau (m^3)	Q (m^3/h)	K (m/s)
0	0.000	-	-
120	0.027	0.81	2.E-04
1440	0.064	0.10	3.E-05
3060	0.112	0.11	3.E-05

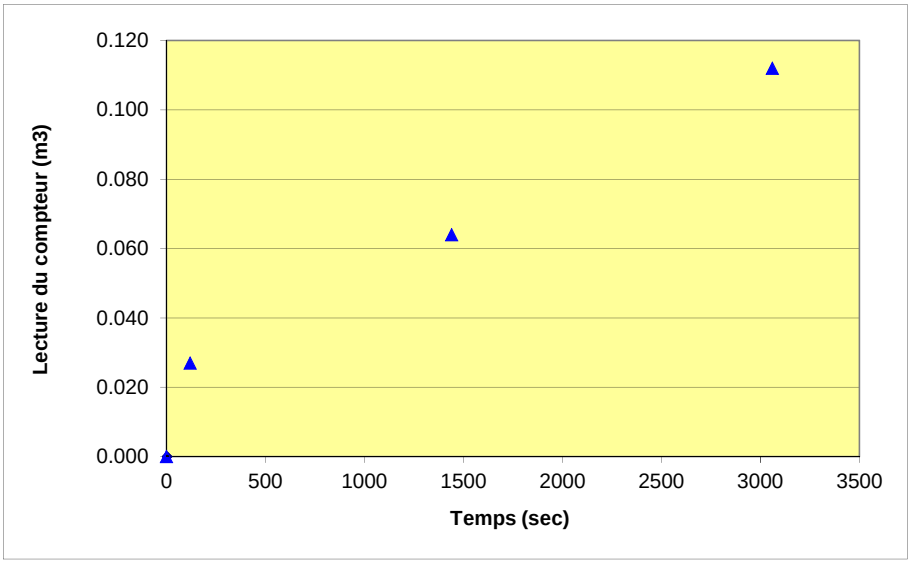


- K est la perméabilité des sols (m/s)
- Q est le débit (m^3/s)
- $h_{constant}$ est la hauteur du niveau d'eau (m)
- L est la longueur de la fosse (m)
- l est la largeur de la fosse (m)
- P est la profondeur d'essais (m)

COUPE DE SOL

Nature du materiau	Profondeur/TN (m)
Terre végétale	0.10
Limon marron	0.60

Perméabilité K (m/s)
3.E-05



Date du rapport: 07/09/2018

Nom du chargé d'affaires :
C. PLANCHON

Visa du chargé d'affaires :

GINGER CEBTP

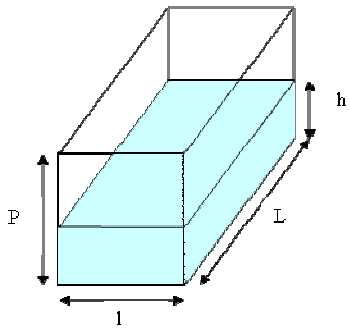
RAPPORT D'ESSAI D'INFILTRATION DE TYPE ESSAI A LA FOSSE (niveau variable)

E182
VERSION 3 du 27/03/2014
Processus AFFAIRES

Dossier :	NRE2.I.192	Client :	Champigny les sables
Date de l'essai:	06/09/2018	Technicien :	J.VUADELLE
Commune :	CHAMPIGNY	Dépouillement :	J.VUADELLE

P (m)	l (m)	L(m)	C	Référence
0.8	0.4	1.1	0.15	M07

t (min)	h (m)	K (m/s)*	K (m/s)**	Descente (m)
0	0.5	-	-	
5	0.46	3.E-05	3.E-05	-0.04
10	0.42	3.E-05	3.E-05	-0.08
29	0.33	3.E-05	2.E-05	-0.17
43	0.29	2.E-05	2.E-05	-0.21
69	0.22	2.E-05	2.E-05	-0.28



K (m/s)* : Perméabilité à partir de l'origine des mesures

K (m/s) :** Perméabilité entre deux points de mesures

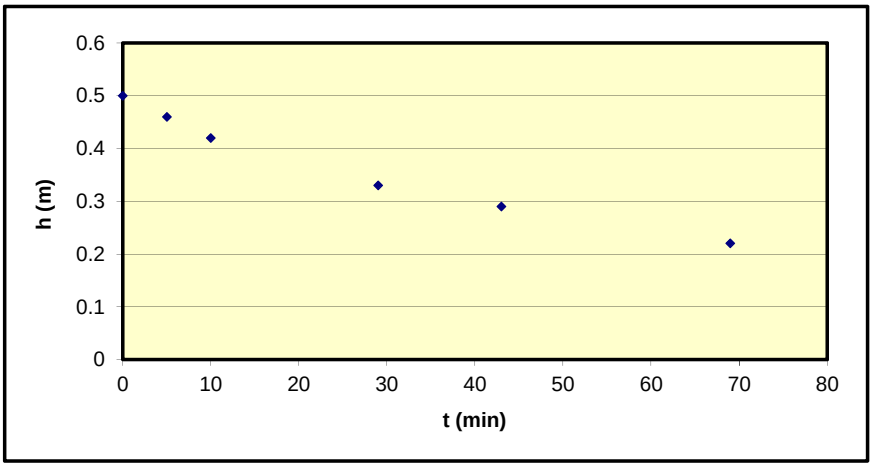
$$K = \frac{-C}{60 \times t} \times \ln \frac{h + C}{H + C} \quad \text{avec} \quad C = \frac{L \times l}{2 \times (L + l)}$$

COUPE DE SOL

Nature du materiau	Profondeur/TN (m)
Terre végétale	0.10
Limon marron foncé	0.80

- K est la perméabilité des sols (m/s)
- H est la hauteur du niveau d'eau à t=0 (m)
- h est la hauteur du niveau d'eau à t (m)
- L est la longueur de la fosse (m)
- l est la largeur de la fosse (m)

Perméabilité K (m/s)
2.E-05



Date du rapport: 07/09/2018

Nom du chargé d'affaires :
C. PLANCHON

Visa du chargé d'affaires :

GINGER CEBTP

RAPPORT D'ESSAI D'INFILTRATION DE TYPE ESSAI A LA FOSSE (niveau variable)

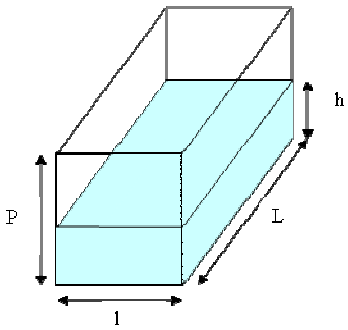
E182
VERSION 3 du 27/03/2014
Processus AFFAIRES

Dossier :	NRE2.I.192	Client :	Champigny les sables
Date de l'essai:	06/09/2018	Technicien :	J.VUADELLE
Commune :	CHAMPIGNY	Dépouillement :	J.VUADELLE

P (m)	l (m)	L(m)	C	Référence
0.65	0.4	1.15	0.15	M08

t (min)	h (m)	K (m/s)*	K (m/s)**	Descente (m)
0	0.44	-	-	
5	0.4	3.E-05	3.E-05	-0.04
14	0.37	2.E-05	2.E-05	-0.07
28	0.34	2.E-05	1.E-05	-0.1
56	0.32	1.E-05	4.E-06	-0.12
67	0.26	1.E-05	3.E-05	-0.18
73	0.25	1.E-05	1.E-05	-0.19
83	0.25	1E-05	0.E+00	-0.19

K (m/s)* : Perméabilité à partir de l'origine des mesures
K (m/s) :** Perméabilité entre deux points de mesures



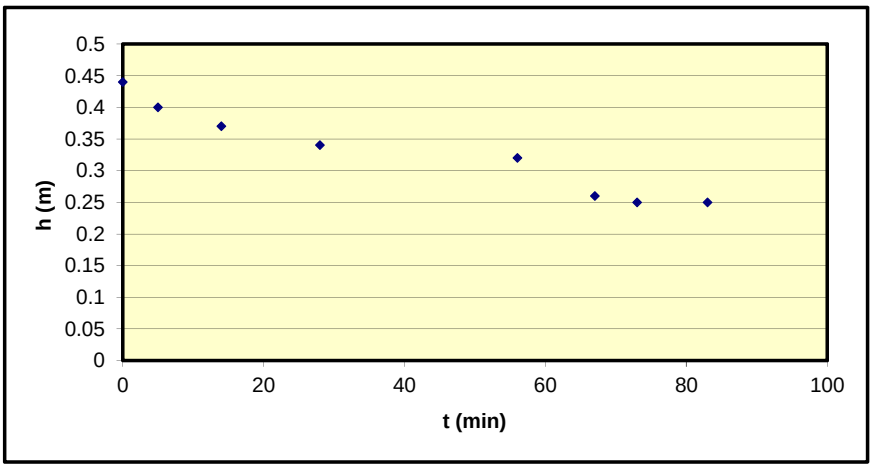
$$K = \frac{-C}{60 \times t} \times \ln \frac{h + C}{H + C} \quad \text{avec} \quad C = \frac{L \times l}{2 \times (L + l)}$$

COUPE DE SOL

Nature du materiau	Profondeur/TN (m)
Terre végétale	0.10
Limon marron foncé	0.65

- K est la perméabilité des sols (m/s)
- H est la hauteur du niveau d'eau à t=0 (m)
- h est la hauteur du niveau d'eau à t (m)
- L est la longueur de la fosse (m)
- l est la largeur de la fosse (m)

Perméabilité K (m/s)
1.E-05



Date du rapport: 07/09/2018

Nom du chargé d'affaires :
C. PLANCHON

Visa du chargé d'affaires :

GINGER CEBTP

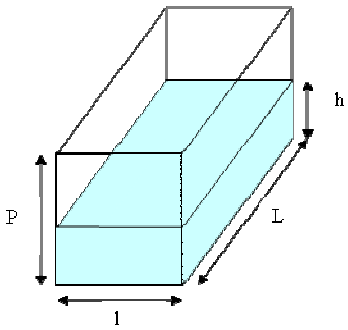
RAPPORT D'ESSAI D'INFILTRATION DE TYPE ESSAI A LA FOSSE (niveau variable)

E182
VERSION 3 du 27/03/2014
Processus AFFAIRES

Dossier :	NRE2.I.192	Client :	Champigny les sables
Date de l'essai:	06/09/2018	Technicien :	J.VUADELLE
Commune :	CHAMPIGNY	Dépouillement :	J.VUADELLE

P (m)	l (m)	L(m)	C	Référence
0.7	0.4	0.9	0.14	M09

t (min)	h (m)	K (m/s)*	K (m/s)**	Descente (m)
0	0.41	-	-	
5	0.36	4.E-05	4.E-05	-0.05
12	0.3	4.E-05	4.E-05	-0.11
24	0.23	4.E-05	3.E-05	-0.18
31	0.2	4.E-05	3.E-05	-0.21
46	0.14	3.E-05	3.E-05	-0.27
53	0.11	3.E-05	4.E-05	-0.3



K (m/s)* : Perméabilité à partir de l'origine des mesures
K (m/s) :** Perméabilité entre deux points de mesures

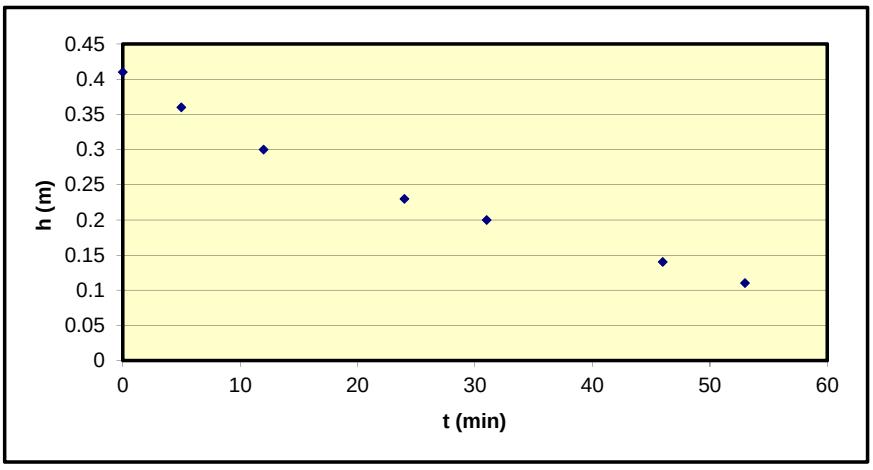
$$K = \frac{-C}{60 \times t} \times \ln \frac{h + C}{H + C} \quad \text{avec} \quad C = \frac{L \times l}{2 \times (L + l)}$$

COUPE DE SOL

Nature du materiau	Profondeur/TN (m)
Terre végétale	0.10
Limons compact marron	0.70

- K est la perméabilité des sols (m/s)
- H est la hauteur du niveau d'eau à t=0 (m)
- h est la hauteur du niveau d'eau à t (m)
- L est la longueur de la fosse (m)
- l est la largeur de la fosse (m)

Perméabilité K (m/s)
3.E-05



Date du rapport: 07/09/2018

Nom du chargé d'affaires :
C. PLANCHON

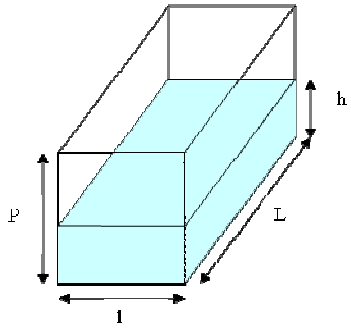
Visa du chargé d'affaires :

RAPPORT D'ESSAI D'INFILTRATION DE TYPE ESSAI A LA FOSSE (niveau constant)

Dossier :	NRE2.I.192	Client :	Champigny les sables
Date de l'essai:	06/09/2018	Technicien :	J.VUADELLE
Commune :	Champigny	Dépouillement :	J.VUADELLE

P (m)	l (m)	L(m)	h constant (m)	Référence
0.7	0.4	0.65	0.34	M10

t (sec)	Volume d'eau (m^3)	Q (m^3/h)	K (m/s)
0	0.000	-	-
600	0.015	0.09	3.E-05
1680	0.022	0.02	7.E-06
2520	0.028	0.03	7.E-06
3600	0.032	0.01	4.E-06

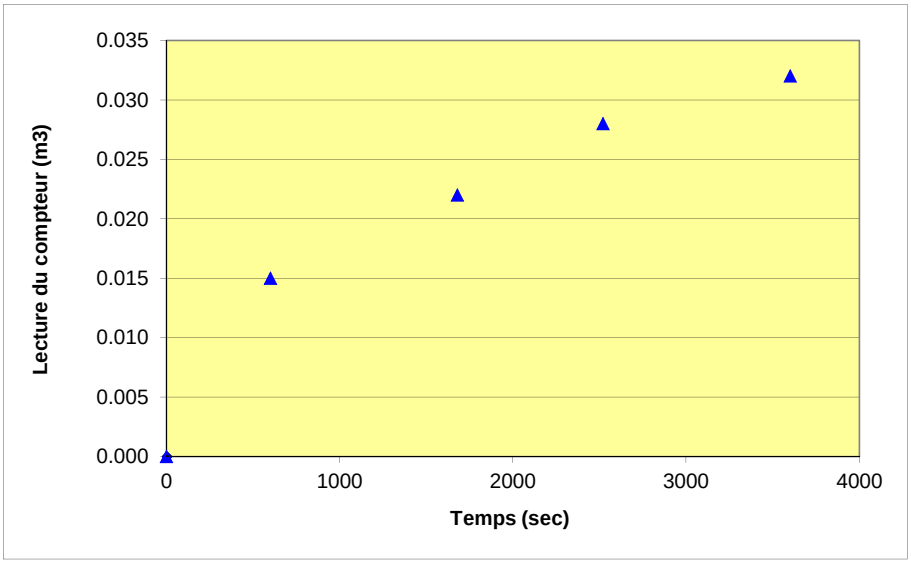


- K est la perméabilité des sols (m/s)
- Q est le débit (m^3/s)
- $h_{constant}$ est la hauteur du niveau d'eau (m)
- L est la longueur de la fosse (m)
- l est la largeur de la fosse (m)
- P est la profondeur d'essais (m)

COUPE DE SOL

Nature du materiau	Profondeur/TN (m)
Terre végétale	0.10
Limon marron compact	0.70

Perméabilité K (m/s)
6.E-06



Date du rapport: 07/09/2018

Nom du chargé d'affaires :
C. PLANCHON

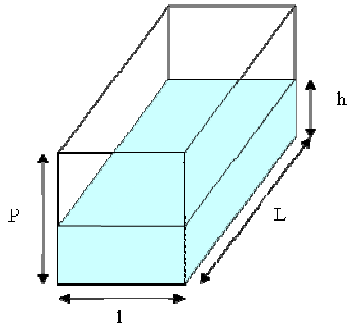
Visa du chargé d'affaires :

RAPPORT D'ESSAI D'INFILTRATION DE TYPE ESSAI A LA FOSSE (niveau constant)

Dossier :	NRE2.I.192	Client :	Champigny les sables
Date de l'essai:	12/09/2018	Technicien :	J.OBLET
Commune :	Champigny	Dépouillement :	J.VUADELLE

P (m)	l (m)	L(m)	h constant (m)	Référence
1.5	0.4	0.75	0.30	P001

t (sec)	Volume d'eau (m^3)	Q (m^3/h)	K (m/s)
0	0.000	-	-
600	0.039	0.23	7.E-05
1560	0.079	0.15	4.E-05

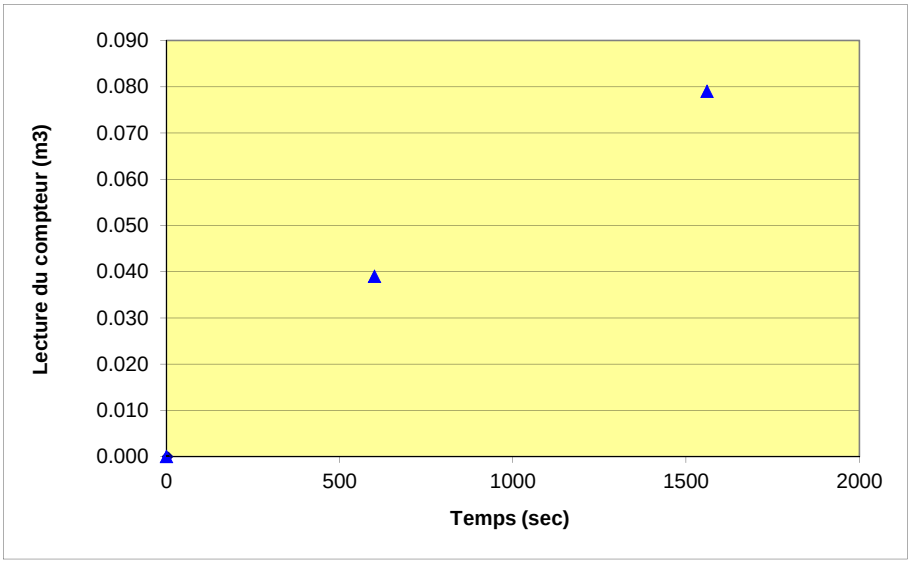


- K est la perméabilité des sols (m/s)
- Q est le débit (m^3/s)
- $h_{constant}$ est la hauteur du niveau d'eau (m)
- L est la longueur de la fosse (m)
- l est la largeur de la fosse (m)
- P est la profondeur d'essais (m)

COUPE DE SOL

Nature du materiau	Profondeur/TN (m)
Terre végétale	0.10
Limon marron clair	0.80
Sable jaune	1.50

Perméabilité K (m/s)
4.E-05



Date du rapport: 05/11/2018

Nom du chargé d'affaires :
C. PLANCHON

Visa du chargé d'affaires :

RAPPORT D'ESSAI D'INFILTRATION DE TYPE ESSAI A LA FOSSE (niveau variable)

GINGER CEBTP

E182

VERSION 3 du 27/03/2014

Processus AFFAIRES

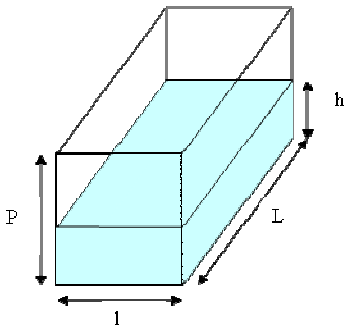
Dossier :	NRE2.I.192	Client :	Champigny les sables
Date de l'essai:	12/09/2018	Technicien :	J.OBLET
Commune :	CHAMPIGNY	Dépouillement :	J.VUADELLE

P (m)	l (m)	L(m)	C	Référence
1.5	0.4	0.6	0.12	P002

t (min)	h (m)	K (m/s)*	K (m/s)**	Descente (m)
0	0.2	-	-	
9	0.2	0.E+00	0.E+00	0
16	0.19	4.E-06	9.E-06	-0.01
29	0.18	4.E-06	5.E-06	-0.02
40	0.17	5.E-06	6.E-06	-0.03
47	0.17	4.E-06	0.E+00	-0.03
61	0.17	3.E-06	0.E+00	-0.03

K (m/s)* : Perméabilité à partir de l'origine des mesures

K (m/s) :** Perméabilité entre deux points de mesures



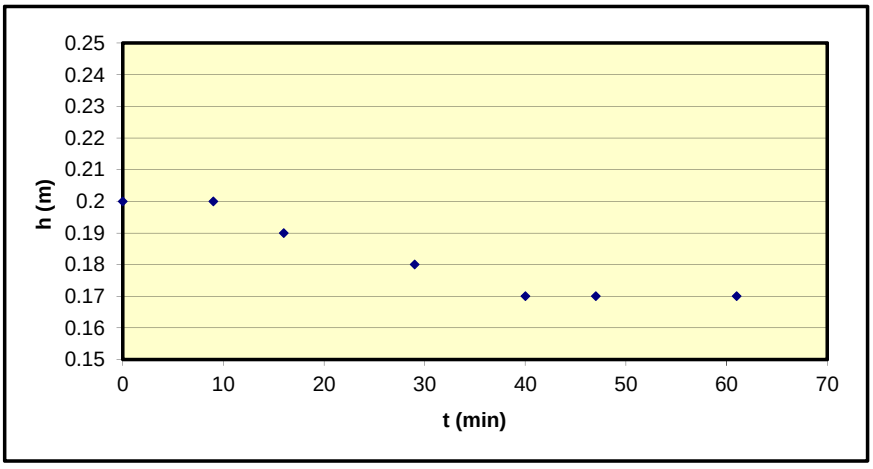
$$K = \frac{-C}{60 \times t} \times \ln \frac{h + C}{H + C} \quad \text{avec} \quad C = \frac{L \times l}{2 \times (L + l)}$$

COUPE DE SOL

Nature du materiau	Profondeur/TN (m)
Terre végétale	0.10
Limon marron clair et orangé	1.50

- K est la perméabilité des sols (m/s)
- H est la hauteur du niveau d'eau à t=0 (m)
- h est la hauteur du niveau d'eau à t (m)
- L est la longueur de la fosse (m)
- l est la largeur de la fosse (m)

Perméabilité K (m/s)
4.E-06



Date du rapport: 05/11/2018

Nom du chargé d'affaires :

C. PLANCHON

Visa du chargé d'affaires :

GINGER CEBTP

RAPPORT D'ESSAI D'INFILTRATION DE TYPE ESSAI A LA FOSSE (niveau variable)

E182

VERSION 3 du 27/03/2014

Processus AFFAIRES

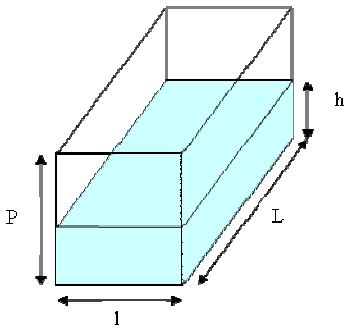
Dossier :	NRE2.I.192	Client :	Champigny les sables
Date de l'essai:	12/09/2018	Technicien :	J.OBLET
Commune :	CHAMPIGNY	Dépouillement :	J.VUADELLE

P (m)	l (m)	L(m)	C	Référence
1.5	0.4	0.7	0.13	P003

t (min)	h (m)	K (m/s)*	K (m/s)**	Descente (m)
0	0.2	-	-	
25	0.16	1.E-05	1.E-05	-0.04
31	0.14	1.E-05	3.E-05	-0.06
40	0.12	1.E-05	2.E-05	-0.08
51	0.06	2.E-05	5.E-05	-0.14

K (m/s)* : Perméabilité à partir de l'origine des mesures

K (m/s) :** Perméabilité entre deux points de mesures



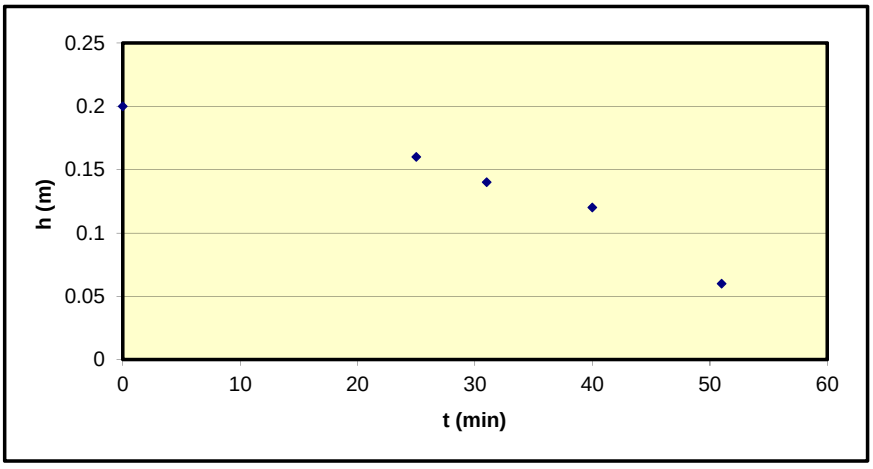
$$K = \frac{-C}{60 \times t} \times \ln \frac{h + C}{H + C} \quad \text{avec} \quad C = \frac{L \times l}{2 \times (L + l)}$$

COUPE DE SOL

Nature du materiau	Profondeur/TN (m)
Terre végétale	0.10
Limon marron foncé	0.90
Sable jaune	1.50

- K est la perméabilité des sols (m/s)
- H est la hauteur du niveau d'eau à t=0 (m)
- h est la hauteur du niveau d'eau à t (m)
- L est la longueur de la fosse (m)
- l est la largeur de la fosse (m)

Perméabilité K (m/s)
2.E-05



Date du rapport: 07/09/2018

Nom du chargé d'affaires :

C. PLANCHON

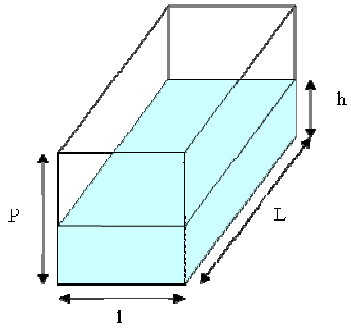
Visa du chargé d'affaires :

RAPPORT D'ESSAI D'INFILTRATION DE TYPE ESSAI A LA FOSSE (niveau constant)

Dossier :	NRE2.I.192	Client :	Champigny les sables
Date de l'essai:	12/09/2018	Technicien :	J.OBLET
Commune :	Champigny	Dépouillement :	J.VUADELLE

P (m)	l (m)	L(m)	h constant (m)	Référence
1.5	0.4	0.9	0.30	P004

t (sec)	Volume d'eau (m^3)	Q (m^3/h)	K (m/s)
0	0.000	-	-
240	0.048	0.72	2.E-04
1200	0.140	0.35	8.E-05
1920	0.212	0.36	9.E-05
2580	0.277	0.35	9.E-05

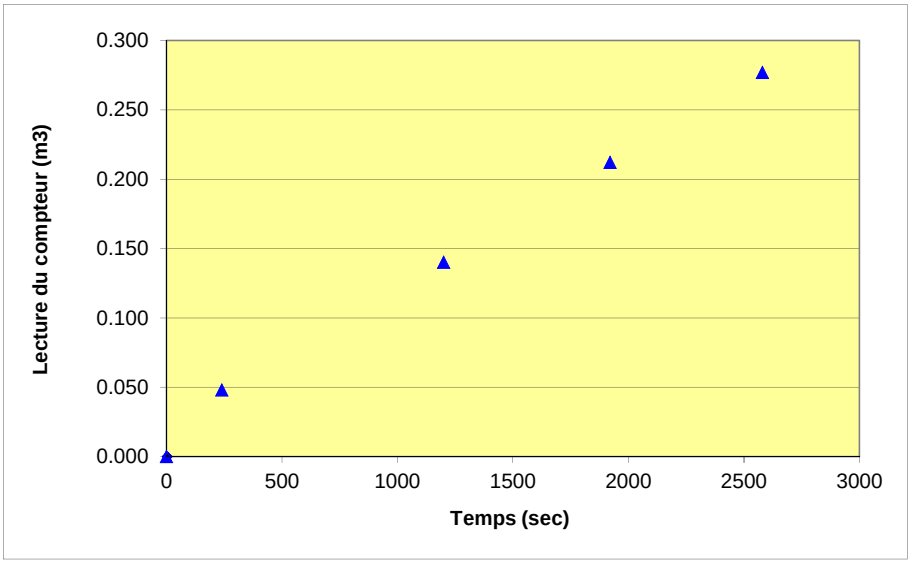


- K est la perméabilité des sols (m/s)
- Q est le débit (m^3/s)
- $h_{constant}$ est la hauteur du niveau d'eau (m)
- L est la longueur de la fosse (m)
- l est la largeur de la fosse (m)
- P est la profondeur d'essais (m)

COUPE DE SOL

Nature du materiau	Profondeur/TN (m)
Terre végétale	0.10
Limon	0.70
Craie concassée	1.50

Perméabilité K (m/s)
9.E-05



Date du rapport: 05/11/2018

Nom du chargé d'affaires :
C. PLANCHON

Visa du chargé d'affaires :

GINGER CEBTP

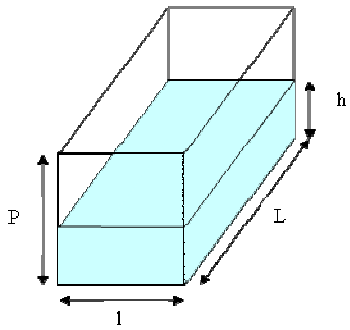
RAPPORT D'ESSAI D'INFILTRATION DE TYPE ESSAI A LA FOSSE (niveau variable)

E182
VERSION 3 du 27/03/2014
Processus AFFAIRES

Dossier :	NRE2.I.192	Client :	Champigny les sables
Date de l'essai:	06/09/2018	Technicien :	J.VUADELLE
Commune :	CHAMPIGNY	Dépouillement :	J.VUADELLE

P (m)	l (m)	L(m)	C	Référence
1.5	0.4	0.95	0.14	P005

t (min)	h (m)	K (m/s)*	K (m/s)**	Descente (m)
0	0.45	-	-	
4	0.43	2.E-05	2.E-05	-0.02
34	0.385	8.E-06	6.E-06	-0.065
53	0.36	7.E-06	6.E-06	-0.09
67	0.345	7.E-06	5.E-06	-0.105



K (m/s)* : Perméabilité à partir de l'origine des mesures

K (m/s) :** Perméabilité entre deux points de mesures

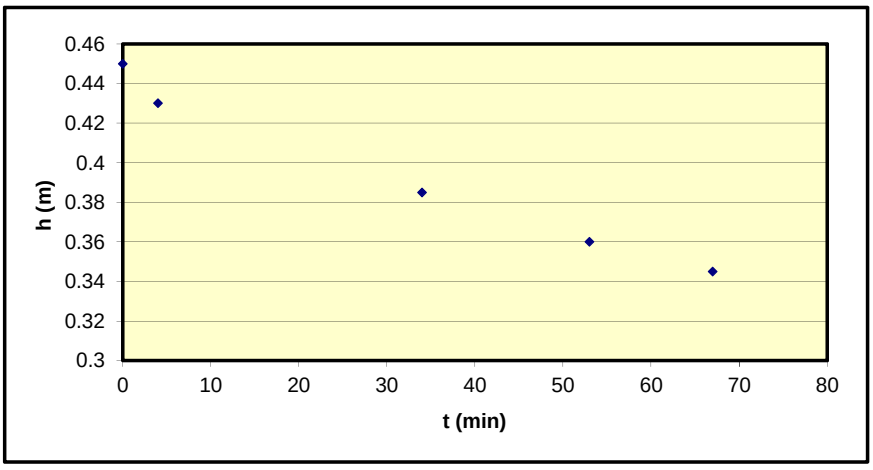
$$K = \frac{-C}{60 \times t} \times \ln \frac{h + C}{H + C} \quad \text{avec} \quad C = \frac{L \times l}{2 \times (L + l)}$$

COUPE DE SOL

Nature du materiau	Profondeur/TN (m)
Terre végétale	0.10
Limon marron foncé	0.80
Craie blanche compacte	1.50

- K est la perméabilité des sols (m/s)
- H est la hauteur du niveau d'eau à t=0 (m)
- h est la hauteur du niveau d'eau à t (m)
- L est la longueur de la fosse (m)
- l est la largeur de la fosse (m)

Perméabilité K (m/s)
7.E-06



Date du rapport: 07/09/2018

Nom du chargé d'affaires :
C. PLANCHON

Visa du chargé d'affaires :

GINGER CEBTP

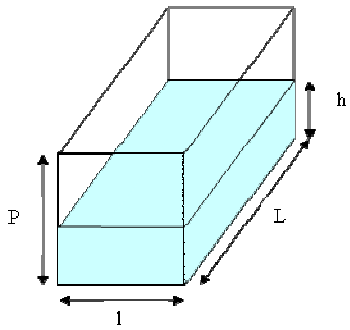
RAPPORT D'ESSAI D'INFILTRATION DE TYPE ESSAI A LA FOSSE (niveau variable)

E182
VERSION 3 du 27/03/2014
Processus AFFAIRES

Dossier :	NRE2.I.192	Client :	Champigny les sables
Date de l'essai:	12/09/2018	Technicien :	J.OBLET
Commune :	CHAMPIGNY	Dépouillement :	J.VUADELLE

P (m)	l (m)	L(m)	C	Référence
1.5	0.4	1	0.14	P006

t (min)	h (m)	K (m/s)*	K (m/s)**	Descente (m)
0	0.3	-	-	
17	0.28	6.E-06	6.E-06	-0.02
25	0.28	4.E-06	0.E+00	-0.02
33	0.26	7.E-06	1.E-05	-0.04
40	0.25	7.E-06	9.E-06	-0.05
48	0.24	7.E-06	8.E-06	-0.06
56	0.23	7.E-06	8.E-06	-0.07



K (m/s)* : Perméabilité à partir de l'origine des mesures
K (m/s) :** Perméabilité entre deux points de mesures

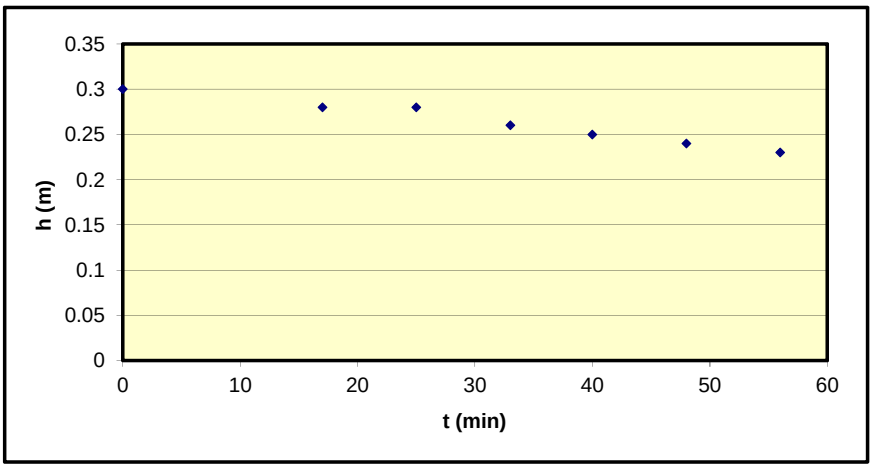
$$K = \frac{-C}{60 \times t} \times \ln \frac{h + C}{H + C} \quad \text{avec} \quad C = \frac{L \times l}{2 \times (L + l)}$$

COUPE DE SOL

Nature du materiau	Profondeur/TN (m)
Terre végétale	0.10
Limon crayeux	1.00
Craie compacte	1.50

- K est la perméabilité des sols (m/s)
- H est la hauteur du niveau d'eau à t=0 (m)
- h est la hauteur du niveau d'eau à t (m)
- L est la longueur de la fosse (m)
- l est la largeur de la fosse (m)

Perméabilité K (m/s)
7.E-06



Date du rapport: 05/11/2018

Nom du chargé d'affaires :
C. PLANCHON

Visa du chargé d'affaires :

GINGER CEBTP

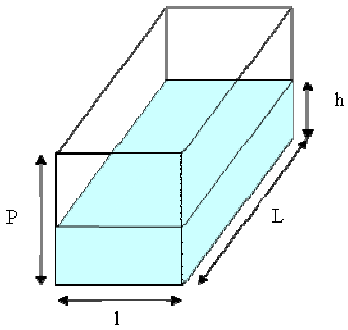
RAPPORT D'ESSAI D'INFILTRATION DE TYPE ESSAI A LA FOSSE (niveau variable)

E182
VERSION 3 du 27/03/2014
Processus AFFAIRES

Dossier :	NRE2.I.192	Client :	Champigny les sables
Date de l'essai:	06/09/2018	Technicien :	J.VUADELLE
Commune :	CHAMPIGNY	Dépouillement :	J.VUADELLE

P (m)	l (m)	L(m)	C	Référence
1.4	0.4	1	0.14	P007

t (min)	h (m)	K (m/s)*	K (m/s)**	Descente (m)
0	0.59	-	-	
23	0.535	8.E-06	8.E-06	-0.055
43	0.51	6.E-06	4.E-06	-0.08
56	0.49	6.E-06	6.E-06	-0.1



K (m/s)* : Perméabilité à partir de l'origine des mesures
K (m/s) :** Perméabilité entre deux points de mesures

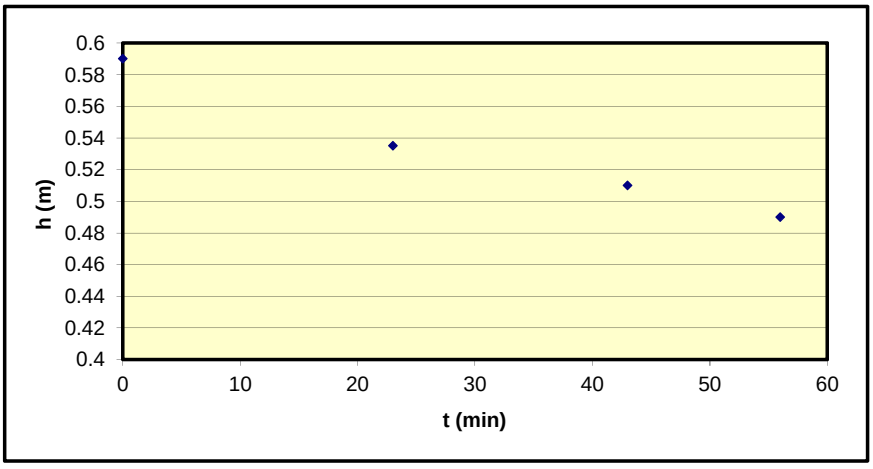
$$K = \frac{-C}{60 \times t} \times \ln \frac{h + C}{H + C} \quad \text{avec} \quad C = \frac{L \times l}{2 \times (L + l)}$$

COUPE DE SOL

Nature du materiau	Profondeur/TN (m)
Terre végétale	0.10
Limon marron foncé	0.50
Craie blanche compacte	1.40

- K est la perméabilité des sols (m/s)
- H est la hauteur du niveau d'eau à t=0 (m)
- h est la hauteur du niveau d'eau à t (m)
- L est la longueur de la fosse (m)
- l est la largeur de la fosse (m)

Perméabilité K (m/s)
6.E-06



Date du rapport: 07/09/2018

Nom du chargé d'affaires :
C. PLANCHON

Visa du chargé d'affaires :

RAPPORT D'ESSAI D'INFILTRATION DE TYPE ESSAI A LA FOSSE (niveau variable)

GINGER CEBTP

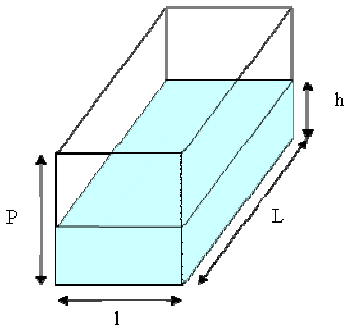
E182
VERSION 3 du 27/03/2014
Processus AFFAIRES

Dossier :	NRE2.I.192	Client :	Champigny les sables
Date de l'essai:	05/10/2018	Technicien :	J.OBLET
Commune :	CHAMPIGNY	Dépouillement :	J.VUADELLE

P (m)	l (m)	L(m)	C	Référence
2	0.8	1.2	0.24	P008

t (min)	h (m)	K (m/s)*	K (m/s)**	Descente (m)
0	0.5	-	-	
14	0.48	8.E-06	8.E-06	-0.02
22	0.46	1.E-05	1.E-05	-0.04
39	0.44	9.E-06	7.E-06	-0.06
48	0.43	8.E-06	7.E-06	-0.07
59	0.42	8.E-06	5.E-06	-0.08

K (m/s)* : Perméabilité à partir de l'origine des mesures
K (m/s) :** Perméabilité entre deux points de mesures



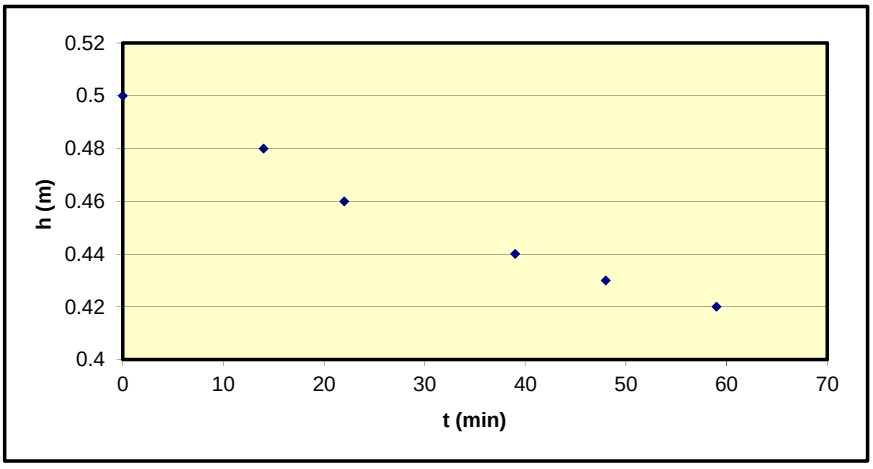
$$K = \frac{-C}{60 \times t} \times \ln \frac{h + C}{H + C} \quad \text{avec} \quad C = \frac{L \times l}{2 \times (L + l)}$$

COUPE DE SOL

Nature du materiau	Profondeur/TN (m)
Terre végétale	0.10
Limon marron avec cailloux	0.60
Limon crayeux marron clair	2.00

- K est la perméabilité des sols (m/s)
- H est la hauteur du niveau d'eau à t=0 (m)
- h est la hauteur du niveau d'eau à t (m)
- L est la longueur de la fosse (m)
- l est la largeur de la fosse (m)

Perméabilité K (m/s)
8.E-06



Date du rapport: 05/11/2018

Nom du chargé d'affaires :
C. PLANCHON

Visa du chargé d'affaires :

GINGER CEBTP

RAPPORT D'ESSAI D'INFILTRATION DE TYPE ESSAI A LA FOSSE (niveau variable)

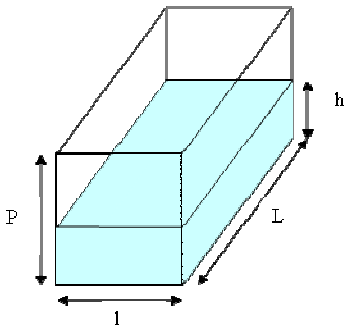
E182
VERSION 3 du 27/03/2014
Processus AFFAIRES

Dossier :	NRE2.I.192	Client :	Champigny les sables
Date de l'essai:	06/09/2018	Technicien :	J.VUADELLE
Commune :	CHAMPIGNY	Dépouillement :	J.VUADELLE

P (m)	l (m)	L(m)	C	Référence
1.5	0.4	0.9	0.14	P009

t (min)	h (m)	K (m/s)*	K (m/s)**	Descente (m)
0	0.66	-	-	
6	0.63	1.E-05	1.E-05	-0.03
17	0.58	1.E-05	1.E-05	-0.08
30	0.55	1.E-05	8.E-06	-0.11
43	0.54	9.E-06	3.E-06	-0.12
52	0.54	7.E-06	0.E+00	-0.12

K (m/s)* : Perméabilité à partir de l'origine des mesures
K (m/s) :** Perméabilité entre deux points de mesures



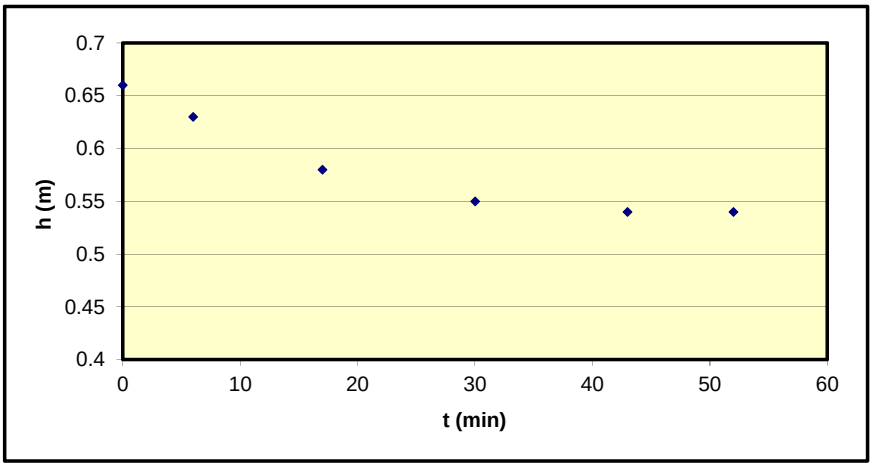
$$K = \frac{-C}{60 \times t} \times \ln \frac{h + C}{H + C} \quad \text{avec} \quad C = \frac{L \times l}{2 \times (L + l)}$$

COUPE DE SOL

Nature du materiau	Profondeur/TN (m)
Terre végétale	0.20
Limon marron foncé	1.00
Limon sableux beige	1.50

- K est la perméabilité des sols (m/s)
- H est la hauteur du niveau d'eau à t=0 (m)
- h est la hauteur du niveau d'eau à t (m)
- L est la longueur de la fosse (m)
- l est la largeur de la fosse (m)

Perméabilité K (m/s)
8.E-06



Date du rapport: 07/09/2018

Nom du chargé d'affaires :
C. PLANCHON

Visa du chargé d'affaires :

ANNEXE 7 – PROCES VERBAUX DES ESSAIS EN LABORATOIRE

- Essais d'identification des sols : Analyses GTR + IPI,
- Résultats des essais d'aptitude au traitement.

RAPPORT D' ESSAI

CLASSIFICATION DES MATERIAUX UTILISABLES DANS LA CONSTRUCTION DES REMBLAIS ET DES COUCHES DE FORME D'INFRASTRUCTURES ROUTIERES NF P 11-300

GINGER CEBTP REIMS
27 A RUE DES BLANCS MONTS
51350 CORMONTREUIL

Informations générales

N° dossier : **NRE2.I192.0001**
Désignation : CHAMPIGNY - G2AVP - AMENAGEMENT ZONE ACTI51370
Localité : CHAMPIGNY
Chargé d'affaire : CORALIE PLANCHON

Client / MO : SAS CHAMPIGNY LES SABLES
Demandeur / MOE : SAS NORD EST AMENAGEMENT PROMOTION

Informations sur l'échantillon **N° 18NRE-0593**

Mode de prélèvement : Sondage à la Pelle Mécanique
Prélevé par : Jessy OBLET
Date prélèvement : 10/09/18
Mode de conservation : Ech. prélevé en sac
Date de livraison : 13/09/18
Description : Craie beige

Sondage : P007
Profondeur : 1.00/1.80 m

Paramètres de nature

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Dmax	ME selon NFP94-056	20	mm
Passant à 50 mm	ME selon NFP94-056	100.0	%
Passant à 2 mm (fraction 0/50 mm)	ME selon NFP94-056	66.3	%
Passant à 80 µm (fraction 0/50 mm)	ME selon NFP94-056	48.9	%
Passant à 2 µm	ME selon NFP94-057		%
Limite de liquidité - W_L	NF P94-051		%
Limite de plasticité - W_P	NF P94-051		%
Indice de plasticité - I_P	W_L - W_P		
VBS	NF P94-068	0.39	g de bleu pour 100 g

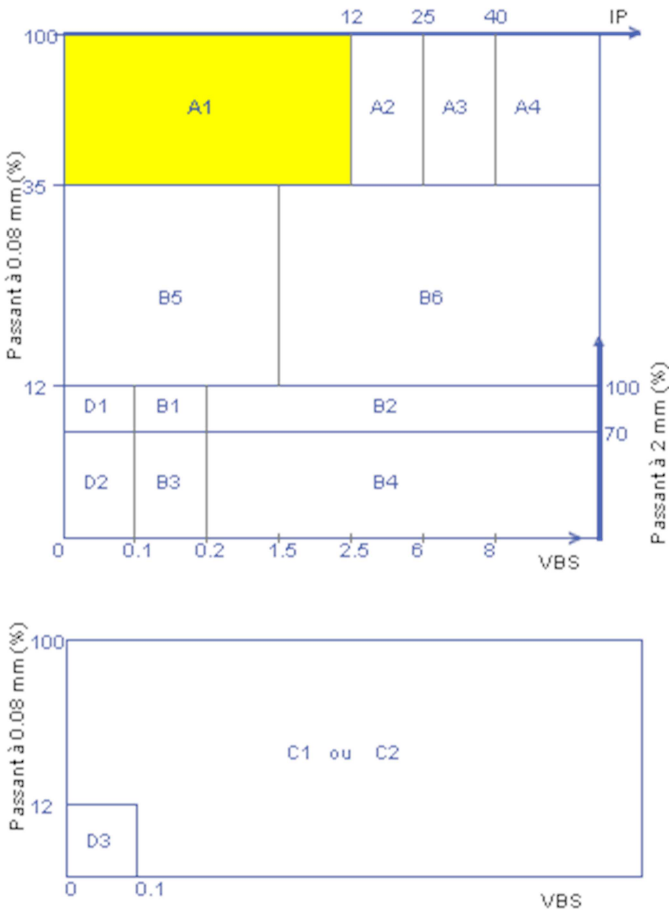
Paramètres d'état hydrique

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Teneur en eau naturelle - Wn	NF P94-050	21.3	%
Indice Portant immédiat - IPI	NF P94-078	32	
Indice de Consistance - Ic	(WL - Wn) / IP		
W_n / W_{OPN}	NF P94-093		

Pour information:

Teneur en eau Optimale W_{OPN} (%) :	
Masse volumique sèche Optimale ρ_{OPN} (Mg/m3) :	

CLASSIFICATION NF P 11-300 : A1 s



Le Responsable du Laboratoire
Grégory GRISOT

Observations :

RAPPORT D' ESSAI

CLASSIFICATION DES MATERIAUX UTILISABLES DANS LA CONSTRUCTION DES REMBLAIS ET DES COUCHES DE FORME D'INFRASTRUCTURES ROUTIERES NF P 11-300

GINGER CEBTP REIMS
27 A RUE DES BLANCS MONTS
51350 CORMONTREUIL

Informations générales

N° dossier : **NRE2.I192.0001**
Désignation : CHAMPIGNY - G2AVP - AMENAGEMENT ZONE ACTI51370
Localité : CHAMPIGNY
Chargé d'affaire : CORALIE PLANCHON

Client / MO : SAS CHAMPIGNY LES SABLES
Demandeur / MOE : SAS NORD EST AMENAGEMENT PROMOTION

Informations sur l'échantillon **N° 18NRE-0652**

Mode de prélèvement : Sondage à la Pelle Mécanique
Prélevé par : Jessy OBLET
Date prélèvement : 05/10/18
Mode de conservation : Ech. prélevé en sac
Date de livraison : 05/10/18

Sondage : POO8
Profondeur : 0.50/1.00 m

Description : Limon marron à cailloutis de craie

Paramètres de nature

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Dmax	ME selon NFP94-056	20	mm
Passant à 50 mm	ME selon NFP94-056	100.0	%
Passant à 2 mm (fraction 0/50 mm)	ME selon NFP94-056	92.8	%
Passant à 80 µm (fraction 0/50 mm)	ME selon NFP94-056	68.1	%
Passant à 2 µm	ME selon NFP94-057		%
Limite de liquidité - W_L	NF P94-051		%
Limite de plasticité - W_P	NF P94-051		%
Indice de plasticité - I_P	W_L - W_P		
VBS	NF P94-068	2.02	g de bleu pour 100 g

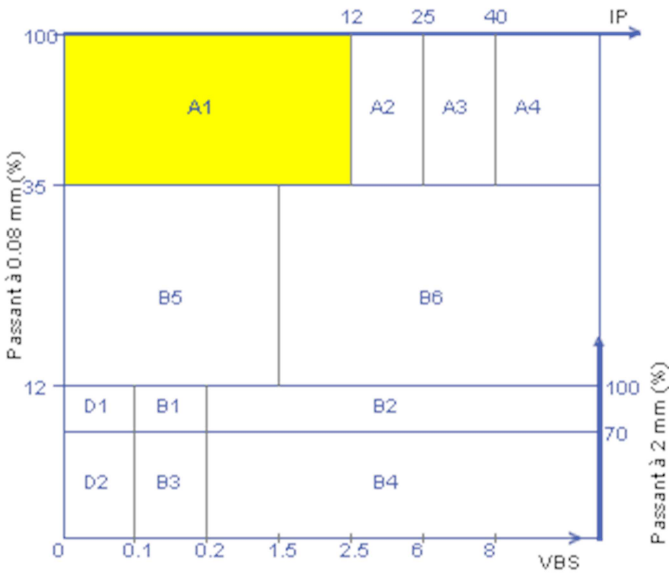
Paramètres d'état hydrique

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Teneur en eau naturelle - Wn	NF P94-050	12.0	%
Indice Portant immédiat - IPI	NF P94-078	23	
Indice de Consistance - Ic	(WL - Wn) / IP		
W_n / W_{OPN}	NF P94-093		

Pour information:

Teneur en eau Optimale W_{OPN} (%) :	
Masse volumique sèche Optimale ρ_{OPN} (Mg/m3) :	

CLASSIFICATION NF P 11-300 : A1 m





Le Responsable du Laboratoire
Grégory GRISOT

Observations :

RAPPORT D' ESSAI

CLASSIFICATION DES MATERIAUX UTILISABLES DANS LA CONSTRUCTION DES REMBLAIS ET DES COUCHES DE FORME D'INFRASTRUCTURES ROUTIERES NF P 11-300

GINGER CEBTP REIMS
27 A RUE DES BLANCS MONTS
51350 CORMONTREUIL

Informations générales

N° dossier : **NRE2.I192.0001**
Désignation : CHAMPIGNY - G2AVP - AMENAGEMENT ZONE ACTI51370
Localité : CHAMPIGNY
Chargé d'affaire : CORALIE PLANCHON

Client / MO : SAS CHAMPIGNY LES SABLES
Demandeur / MOE : SAS NORD EST AMENAGEMENT PROMOTION

Informations sur l'échantillon N° 18NRE-0654

Mode de prélèvement : Sondage à la Pelle Mécanique
Prélevé par : Jessy OBLET
Date prélèvement : 05/10/18
Mode de conservation : Ech. prélevé en sac
Date de livraison : 05/10/18
Description : Limon crayeux beige

Sondage : POO8
Profondeur : 1.00/1.50 m

Paramètres de nature

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Dmax	ME selon NFP94-056	20	mm
Passant à 50 mm	ME selon NFP94-056	100.0	%
Passant à 2 mm (fraction 0/50 mm)	ME selon NFP94-056	78.6	%
Passant à 80 µm (fraction 0/50 mm)	ME selon NFP94-056	53.8	%
Passant à 2 µm	ME selon NFP94-057		%
Limite de liquidité - W_L	NF P94-051		%
Limite de plasticité - W_P	NF P94-051		%
Indice de plasticité - I_P	W_L - W_P		
VBS	NF P94-068	0.90	g de bleu pour 100 g

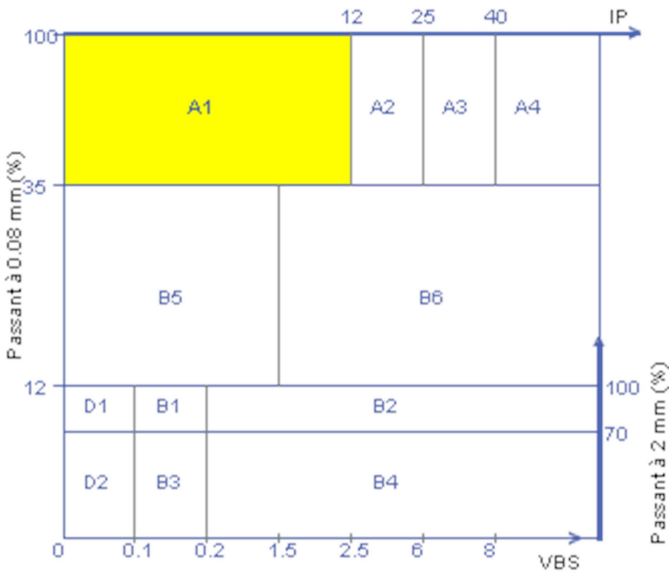
Paramètres d'état hydrique

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Teneur en eau naturelle - Wn	NF P94-050	14.7	%
Indice Portant immédiat - IPI	NF P94-078	43	
Indice de Consistance - Ic	(WL - Wn) / IP		
W_n / W_{OPN}	NF P94-093		

Pour information:

Teneur en eau Optimale W_{OPN} (%) :	
Masse volumique sèche Optimale ρ_{OPN} (Mg/m3) :	

CLASSIFICATION NF P 11-300 : A1





Le Responsable du Laboratoire
Grégory GRISOT

Observations :

RAPPORT D' ESSAI

CLASSIFICATION DES MATERIAUX UTILISABLES DANS LA CONSTRUCTION DES REMBLAIS ET DES COUCHES DE FORME D'INFRASTRUCTURES ROUTIERES NF P 11-300

GINGER CEBTP REIMS
27 A RUE DES BLANCS MONTS
51350 CORMONTREUIL

Informations générales

N° dossier : **NRE2.I192.0001**
Désignation : CHAMPIGNY - G2AVP - AMENAGEMENT ZONE ACTI51370
Localité : CHAMPIGNY
Chargé d'affaire : CORALIE PLANCHON

Client / MO : SAS CHAMPIGNY LES SABLES
Demandeur / MOE : SAS NORD EST AMENAGEMENT PROMOTION

Informations sur l'échantillon N° 18NRE-0653

Mode de prélèvement : Sondage à la Pelle Mécanique
Prélevé par : Jessy OBLET
Date prélèvement : 05/10/18
Mode de conservation : Ech. prélevé en sac
Date de livraison : 05/10/18
Description : Limon crayeux beige

Sondage : POO8
Profondeur : 1.50/2.00 m

Paramètres de nature

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Dmax	ME selon NFP94-056	32	mm
Passant à 50 mm	ME selon NFP94-056	100.0	%
Passant à 2 mm (fraction 0/50 mm)	ME selon NFP94-056	76.9	%
Passant à 80 µm (fraction 0/50 mm)	ME selon NFP94-056	50.3	%
Passant à 2 µm	ME selon NFP94-057		%
Limite de liquidité - W_L	NF P94-051		%
Limite de plasticité - W_P	NF P94-051		%
Indice de plasticité - I_P	W_L - W_P		
VBS	NF P94-068	0.61	g de bleu pour 100 g

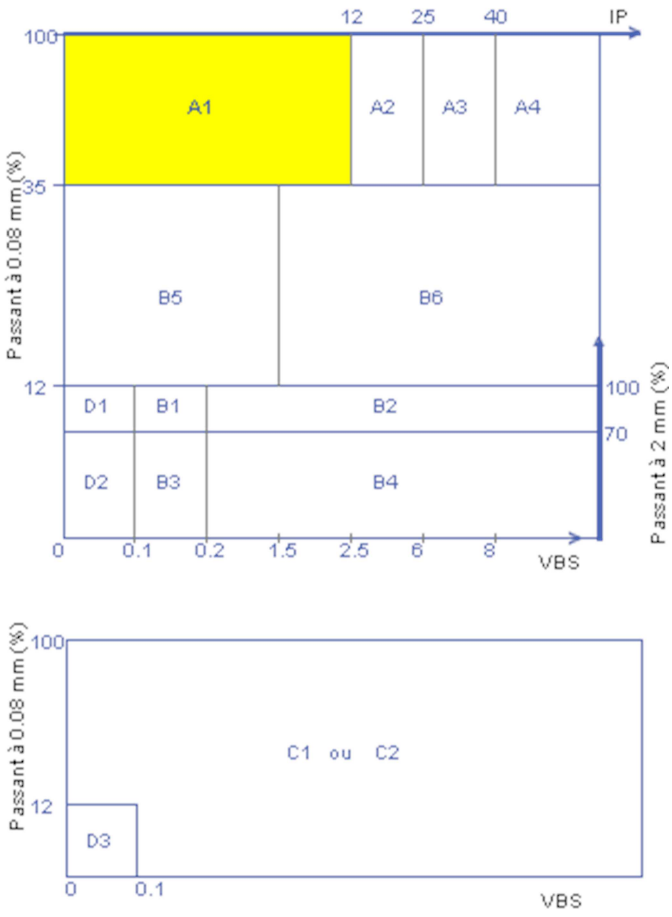
Paramètres d'état hydrique

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Teneur en eau naturelle - Wn	NF P94-050	14.9	%
Indice Portant immédiat - IPI	NF P94-078	33	
Indice de Consistance - Ic	(WL - Wn) / IP		
W_n / W_{OPN}	NF P94-093		

Pour information:

Teneur en eau Optimale W_{OPN} (%) :	
Masse volumique sèche Optimale ρ_{OPN} (Mg/m3) :	

CLASSIFICATION NF P 11-300 : A1 s



Le Responsable du Laboratoire
Grégory GRISOT

Observations :

RAPPORT D' ESSAI

CLASSIFICATION DES MATERIAUX UTILISABLES DANS LA CONSTRUCTION DES REMBLAIS ET DES COUCHES DE FORME D'INFRASTRUCTURES ROUTIERES NF P 11-300

GINGER CEBTP REIMS
27 A RUE DES BLANCS MONTS
51350 CORMONTREUIL

Informations générales

N° dossier : **NRE2.I192.0001**
Désignation : CHAMPIGNY - G2AVP - AMENAGEMENT ZONE ACTI51370
Localité : CHAMPIGNY
Chargé d'affaire : CORALIE PLANCHON

Client / MO : SAS CHAMPIGNY LES SABLES
Demandeur / MOE : SAS NORD EST AMENAGEMENT PROMOTION

Informations sur l'échantillon N° 18NRE-0594

Mode de prélèvement : Sondage à la Pelle Mécanique
Prélevé par : Jessy OBLET
Date prélèvement : 10/09/18
Mode de conservation : Ech. prélevé en sac
Date de livraison : 13/09/18
Description : Limon sableux très fin

Sondage : P009
Profondeur : 1.00/1.30 m

Paramètres de nature

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Dmax	ME selon NFP94-056	10	mm
Passant à 50 mm	ME selon NFP94-056	100.0	%
Passant à 2 mm (fraction 0/50 mm)	ME selon NFP94-056	98.6	%
Passant à 80 µm (fraction 0/50 mm)	ME selon NFP94-056	75.6	%
Passant à 2 µm	ME selon NFP94-057		%
Limite de liquidité - W_L	NF P94-051		%
Limite de plasticité - W_P	NF P94-051		%
Indice de plasticité - I_P	W_L - W_P		
VBS	NF P94-068	1.37	g de bleu pour 100 g

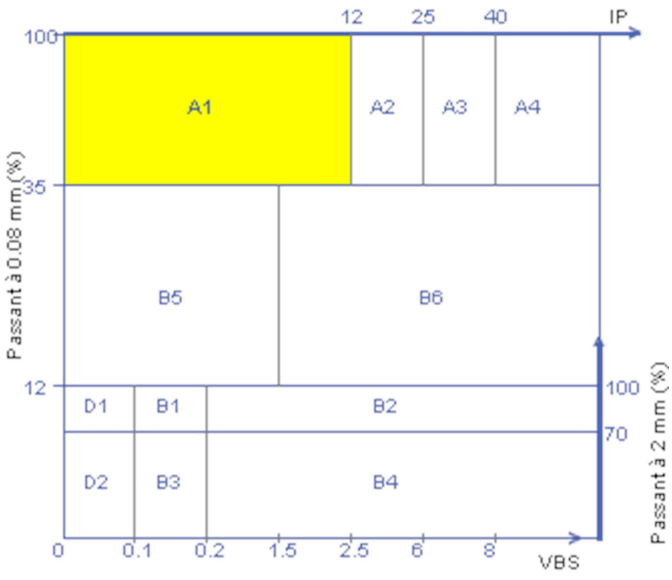
Paramètres d'état hydrique

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Teneur en eau naturelle - Wn	NF P94-050	14.3	%
Indice Portant immédiat - IPI	NF P94-078	36	
Indice de Consistance - Ic	(WL - Wn) / IP		
W_n / W_{OPN}	NF P94-093		

Pour information:

Teneur en eau Optimale W_{OPN} (%) :	
Masse volumique sèche Optimale ρ_{OPN} (Mg/m3) :	

CLASSIFICATION NF P 11-300 : A1





Le Responsable du Laboratoire
Grégory GRISOT

Observations :

RAPPORT D' ESSAI

CLASSIFICATION DES MATERIAUX UTILISABLES DANS LA CONSTRUCTION DES REMBLAIS ET DES COUCHES DE FORME D'INFRASTRUCTURES ROUTIERES NF P 11-300

GINGER CEBTP REIMS
27 A RUE DES BLANCS MONTS
51350 CORMONTREUIL

Informations générales

N° dossier : **NRE2.I192.0001**
Désignation : CHAMPIGNY - G2AVP - AMENAGEMENT ZONE ACTI51370
Localité : CHAMPIGNY
Chargé d'affaire : CORALIE PLANCHON

Client / MO : SAS CHAMPIGNY LES SABLES
Demandeur / MOE : SAS NORD EST AMENAGEMENT PROMOTION

Informations sur l'échantillon N° 18NRE-0595

Mode de prélèvement : Sondage à la Pelle Mécanique
Prélevé par : Jessy OBLET
Date prélèvement : 10/09/18
Mode de conservation : Ech. prélevé en sac
Date de livraison : 13/09/18
Description : Graveluche

Sondage : PU3
Profondeur : 0.90/1.10 m

Paramètres de nature

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Dmax	ME selon NFP94-056	20	mm
Passant à 50 mm	ME selon NFP94-056	100.0	%
Passant à 2 mm (fraction 0/50 mm)	ME selon NFP94-056	66.1	%
Passant à 80 µm (fraction 0/50 mm)	ME selon NFP94-056	44.4	%
Passant à 2 µm	ME selon NFP94-057		%
Limite de liquidité - W_L	NF P94-051		%
Limite de plasticité - W_P	NF P94-051		%
Indice de plasticité - I_P	W_L - W_P		
VBS	NF P94-068	0.35	g de bleu pour 100 g

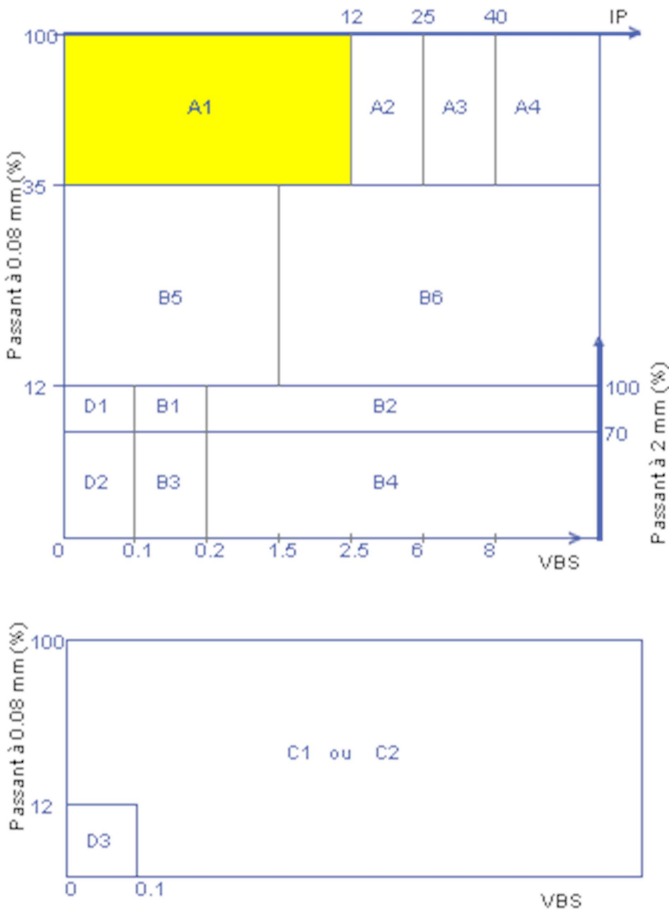
Paramètres d'état hydrique

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Teneur en eau naturelle - Wn	NF P94-050	22.0	%
Indice Portant immédiat - IPI	NF P94-078	29	
Indice de Consistance - Ic	(WL - Wn) / IP		
W_n / W_{OPN}	NF P94-093		

Pour information:

Teneur en eau Optimale W_{OPN} (%) :	
Masse volumique sèche Optimale ρ_{OPN} (Mg/m3) :	

CLASSIFICATION NF P 11-300 : A1 s



Le Responsable du Laboratoire
Grégory GRISOT

Observations :

RAPPORT D' ESSAI

CLASSIFICATION DES MATERIAUX UTILISABLES DANS LA CONSTRUCTION DES REMBLAIS ET DES COUCHES DE FORME D'INFRASTRUCTURES ROUTIERES NF P 11-300

GINGER CEBTP REIMS
27 A RUE DES BLANCS MONTS
51350 CORMONTREUIL

Informations générales

N° dossier : **NRE2.I192.0001**
Désignation : CHAMPIGNY - G2AVP - AMENAGEMENT ZONE ACTI51370
Localité : CHAMPIGNY
Chargé d'affaire : CORALIE PLANCHON

Client / MO : SAS CHAMPIGNY LES SABLES
Demandeur / MOE : SAS NORD EST AMENAGEMENT PROMOTION

Informations sur l'échantillon N° 18NRE-0596

Mode de prélèvement : Sondage à la Pelle Mécanique
Prélevé par : Jessy OBLET
Date prélèvement : 10/09/18
Mode de conservation : Ech. prélevé en sac
Date de livraison : 13/09/18

Sondage : PU5
Profondeur : 0.80/1.00 m

Description : Limon marron avec quelques nodules de craie

Paramètres de nature

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Dmax	ME selon NFP94-056	10	mm
Passant à 50 mm	ME selon NFP94-056	100.0	%
Passant à 2 mm (fraction 0/50 mm)	ME selon NFP94-056	97.0	%
Passant à 80 µm (fraction 0/50 mm)	ME selon NFP94-056	76.3	%
Passant à 2 µm	ME selon NFP94-057		%
Limite de liquidité - W_L	NF P94-051		%
Limite de plasticité - W_P	NF P94-051		%
Indice de plasticité - I_P	W_L - W_P		
VBS	NF P94-068	1.56	g de bleu pour 100 g

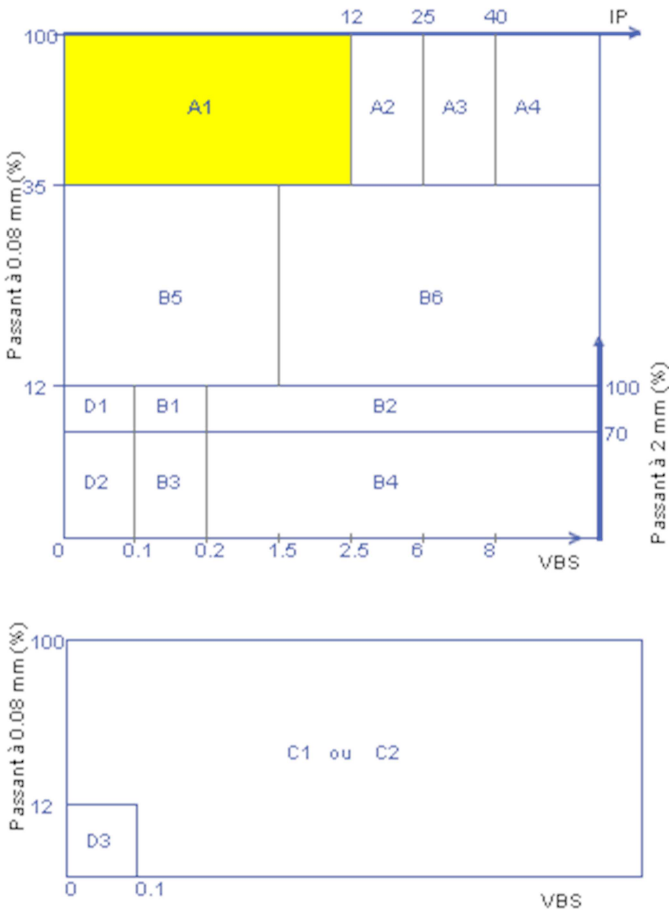
Paramètres d'état hydrique

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Teneur en eau naturelle - Wn	NF P94-050	10.8	%
Indice Portant immédiat - IPI	NF P94-078	32	
Indice de Consistance - Ic	(WL - Wn) / IP		
W_n / W_{OPN}	NF P94-093		

Pour information:

Teneur en eau Optimale W_{OPN} (%) :	
Masse volumique sèche Optimale ρ_{OPN} (Mg/m3) :	

CLASSIFICATION NF P 11-300 : A1 s



Le Responsable du Laboratoire
Grégory GRISOT

Observations :

RAPPORT D' ESSAI

CLASSIFICATION DES MATERIAUX UTILISABLES DANS LA CONSTRUCTION DES REMBLAIS ET DES COUCHES DE FORME D'INFRASTRUCTURES ROUTIERES NF P 11-300

GINGER CEBTP REIMS
27 A RUE DES BLANCS MONTS
51350 CORMONTREUIL

Informations générales

N° dossier : **NRE2.I192.0001**
Désignation : CHAMPIGNY - G2AVP - AMENAGEMENT ZONE ACTI51370
Localité : CHAMPIGNY
Chargé d'affaire : CORALIE PLANCHON

Client / MO : SAS CHAMPIGNY LES SABLES
Demandeur / MOE : SAS NORD EST AMENAGEMENT PROMOTION

Informations sur l'échantillon N° 18NRE-0597

Mode de prélèvement : Sondage à la Pelle Mécanique
Prélevé par : Jessy OBLET
Date prélèvement : 10/09/18
Mode de conservation : Ech. prélevé en sac
Date de livraison : 13/09/18
Description : Graveluche

Sondage : PU6
Profondeur : 1.50/1.50 m

Paramètres de nature

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Dmax	ME selon NFP94-056	32	mm
Passant à 50 mm	ME selon NFP94-056	100.0	%
Passant à 2 mm (fraction 0/50 mm)	ME selon NFP94-056	64.9	%
Passant à 80 µm (fraction 0/50 mm)	ME selon NFP94-056	48.5	%
Passant à 2 µm	ME selon NFP94-057		%
Limite de liquidité - W_L	NF P94-051		%
Limite de plasticité - W_P	NF P94-051		%
Indice de plasticité - I_P	W_L - W_P		
VBS	NF P94-068	0.42	g de bleu pour 100 g

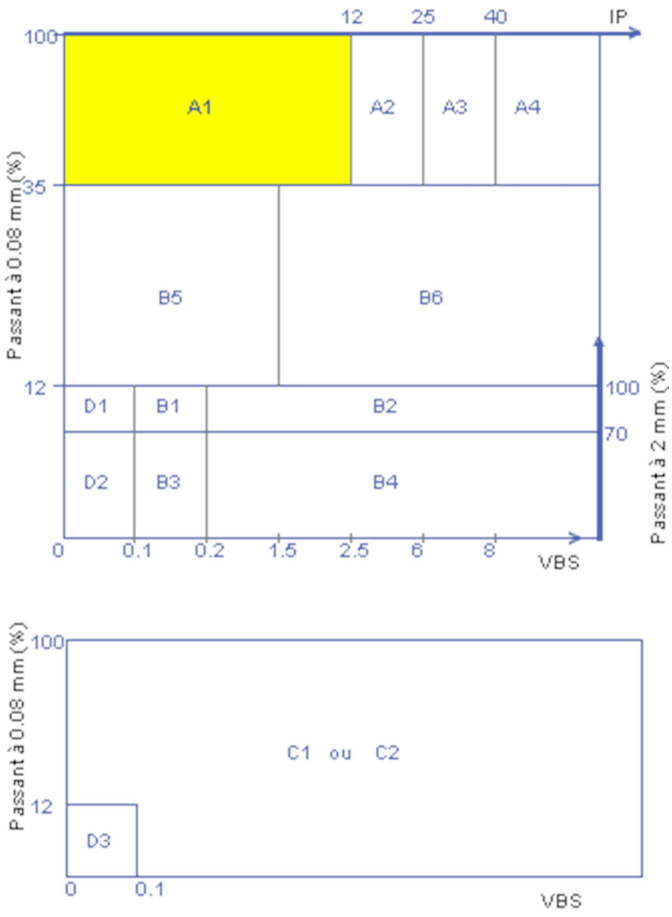
Paramètres d'état hydrique

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Teneur en eau naturelle - Wn	NF P94-050	22.9	%
Indice Portant immédiat - IPI	NF P94-078	21	
Indice de Consistance - Ic	(WL - Wn) / IP		
W_n / W_{OPN}	NF P94-093		

Pour information:

Teneur en eau Optimale W_{OPN} (%) :	
Masse volumique sèche Optimale ρ_{OPN} (Mg/m3) :	

CLASSIFICATION NF P 11-300 : A1 m



Le Responsable du Laboratoire
Grégory GRISOT

Observations :

RAPPORT D' ESSAI

CLASSIFICATION DES MATERIAUX UTILISABLES DANS LA CONSTRUCTION DES REMBLAIS ET DES COUCHES DE FORME D'INFRASTRUCTURES ROUTIERES NF P 11-300

GINGER CEBTP REIMS
27 A RUE DES BLANCS MONTS
51350 CORMONTREUIL

Informations générales

N° dossier : **NRE2.I192.0001**
Désignation : CHAMPIGNY - G2AVP - AMENAGEMENT ZONE ACTI51370
Localité : CHAMPIGNY
Chargé d'affaire : CORALIE PLANCHON

Client / MO : SAS CHAMPIGNY LES SABLES
Demandeur / MOE : SAS NORD EST AMENAGEMENT PROMOTION

Informations sur l'échantillon N° 18NRE-0598

Mode de prélèvement : Sondage à la Pelle Mécanique
Prélevé par : Jessy OBLET
Date prélèvement : 10/09/18
Mode de conservation : Ech. prélevé en sac
Date de livraison : 13/09/18
Description : Limon marron

Sondage : PU7
Profondeur : 1.00/1.30 m

Paramètres de nature

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Dmax	ME selon NFP94-056	6	mm
Passant à 50 mm	ME selon NFP94-056	100.0	%
Passant à 2 mm (fraction 0/50 mm)	ME selon NFP94-056	99.7	%
Passant à 80 µm (fraction 0/50 mm)	ME selon NFP94-056	89.5	%
Passant à 2 µm	ME selon NFP94-057		%
Limite de liquidité - W_L	NF P94-051		%
Limite de plasticité - W_P	NF P94-051		%
Indice de plasticité - I_P	W_L - W_P		
VBS	NF P94-068	2.15	g de bleu pour 100 g

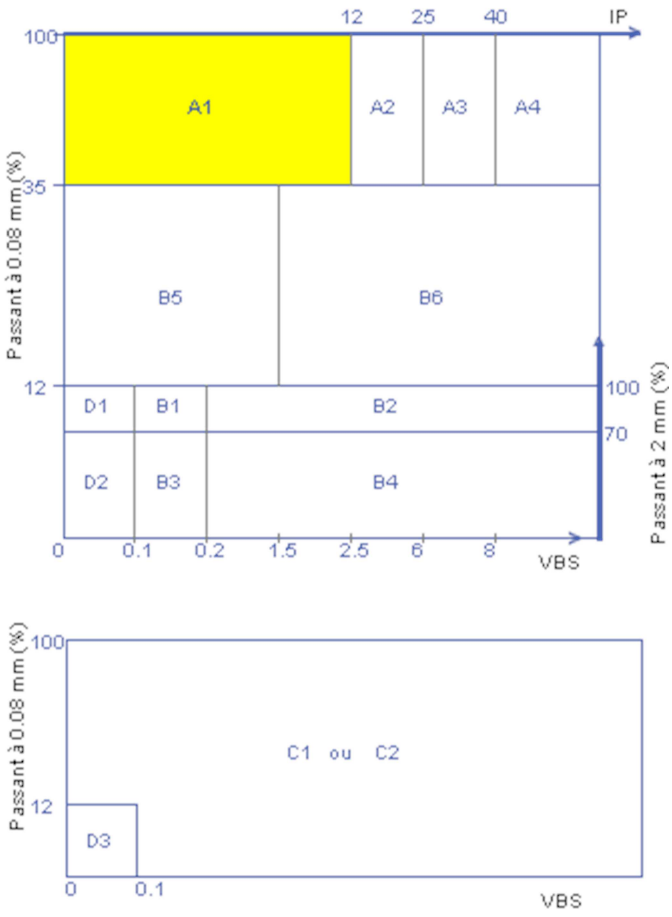
Paramètres d'état hydrique

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Teneur en eau naturelle - Wn	NF P94-050	13.0	%
Indice Portant immédiat - IPI	NF P94-078	22	
Indice de Consistance - Ic	(WL - Wn) / IP		
W_n / W_{OPN}	NF P94-093		

Pour information:

Teneur en eau Optimale W_{OPN} (%) :	
Masse volumique sèche Optimale ρ_{OPN} (Mg/m3) :	

CLASSIFICATION NF P 11-300 : A1 m



Le Responsable du Laboratoire
Grégory GRISOT

Observations :

RAPPORT D' ESSAI

CLASSIFICATION DES MATERIAUX UTILISABLES DANS LA CONSTRUCTION DES REMBLAIS ET DES COUCHES DE FORME D'INFRASTRUCTURES ROUTIERES NF P 11-300

GINGER CEBTP REIMS
27 A RUE DES BLANCS MONTS
51350 CORMONTREUIL

Informations générales

N° dossier : **NRE2.I192.0001**
Désignation : CHAMPIGNY - G2AVP - AMENAGEMENT ZONE ACTI51370
Localité : CHAMPIGNY
Chargé d'affaire : CORALIE PLANCHON

Client / MO : SAS CHAMPIGNY LES SABLES
Demandeur / MOE : SAS NORD EST AMENAGEMENT PROMOTION

Informations sur l'échantillon N° 18NRE-0599

Mode de prélèvement : Sondage à la Pelle Mécanique
Prélevé par : Jessy OBLET
Date prélèvement : 10/09/18
Mode de conservation : Ech. prélevé en sac
Date de livraison : 13/09/18
Description : Limon marron

Sondage : PU8
Profondeur : 1.50/1.50 m

Paramètres de nature

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Dmax	ME selon NFP94-056	6	mm
Passant à 50 mm	ME selon NFP94-056	100.0	%
Passant à 2 mm (fraction 0/50 mm)	ME selon NFP94-056	99.3	%
Passant à 80 µm (fraction 0/50 mm)	ME selon NFP94-056	86.2	%
Passant à 2 µm	ME selon NFP94-057		%
Limite de liquidité - W_L	NF P94-051		%
Limite de plasticité - W_P	NF P94-051		%
Indice de plasticité - I_P	W_L - W_P		
VBS	NF P94-068	1.45	g de bleu pour 100 g

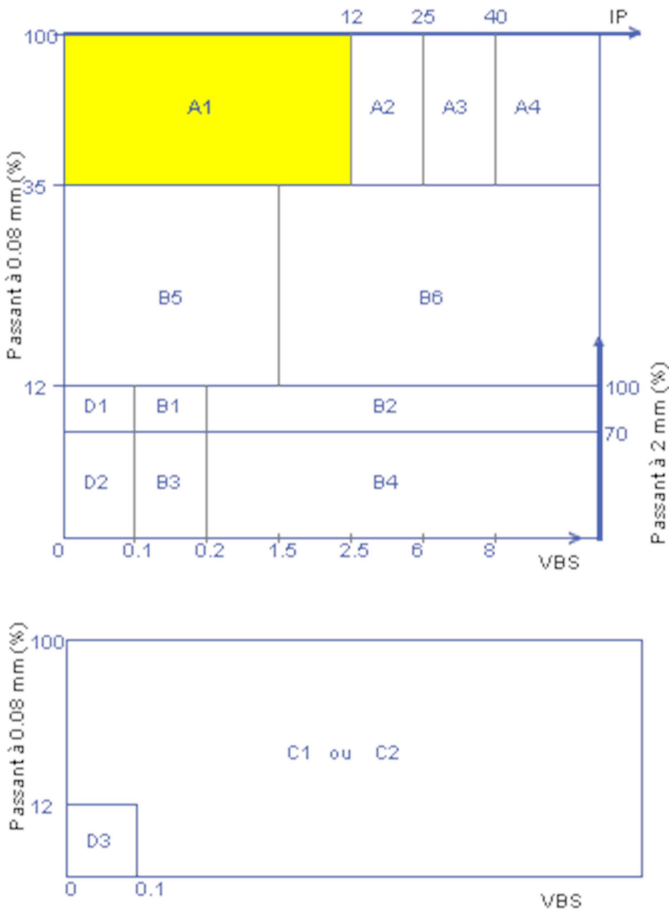
Paramètres d'état hydrique

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Teneur en eau naturelle - Wn	NF P94-050	11.6	%
Indice Portant immédiat - IPI	NF P94-078	24	
Indice de Consistance - Ic	(WL - Wn) / IP		
W_n / W_{OPN}	NF P94-093		

Pour information:

Teneur en eau Optimale W_{OPN} (%) :	
Masse volumique sèche Optimale ρ_{OPN} (Mg/m3) :	

CLASSIFICATION NF P 11-300 : A1 m



Le Responsable du Laboratoire
Grégory GRISOT

Observations :

RAPPORT D' ESSAI

ESSAI PROCTOR - Détermination des références de compactage NF P94-093

GINGER CEBTP
LES MILLES
13290 AIX EN PROVENCE

AGREMENT LABOROUTE
N°95-33

Informations générales

N° dossier : CAI5.I249.0001
Désignation : CHAMPIGNY AMENAGEMENT ZONE ACTIVITE
Localité : AIX
Chargé d'affaire : LOUISA PARES

Client /MO : NRE2 - GINGER CEBTP
27 A RUE DES BLANCS MONTS - 51350 CORMONTREUIL
Demandeur / MOE : NRE2 - GINGER CEBTP
27 A RUE DES BLANCS MONTS - 51350 CORMONTREUIL

Informations sur l'échantillon N° 18AIX-1852

Mode de prélèvement : Sondage à la Pelle Mécanique
Prélevé par : GINGER CEBTP
Date prélèvement : 06/09/18
Mode de conservation : Ech. prélevé en sac
Date de livraison : 22/10/18
Description :

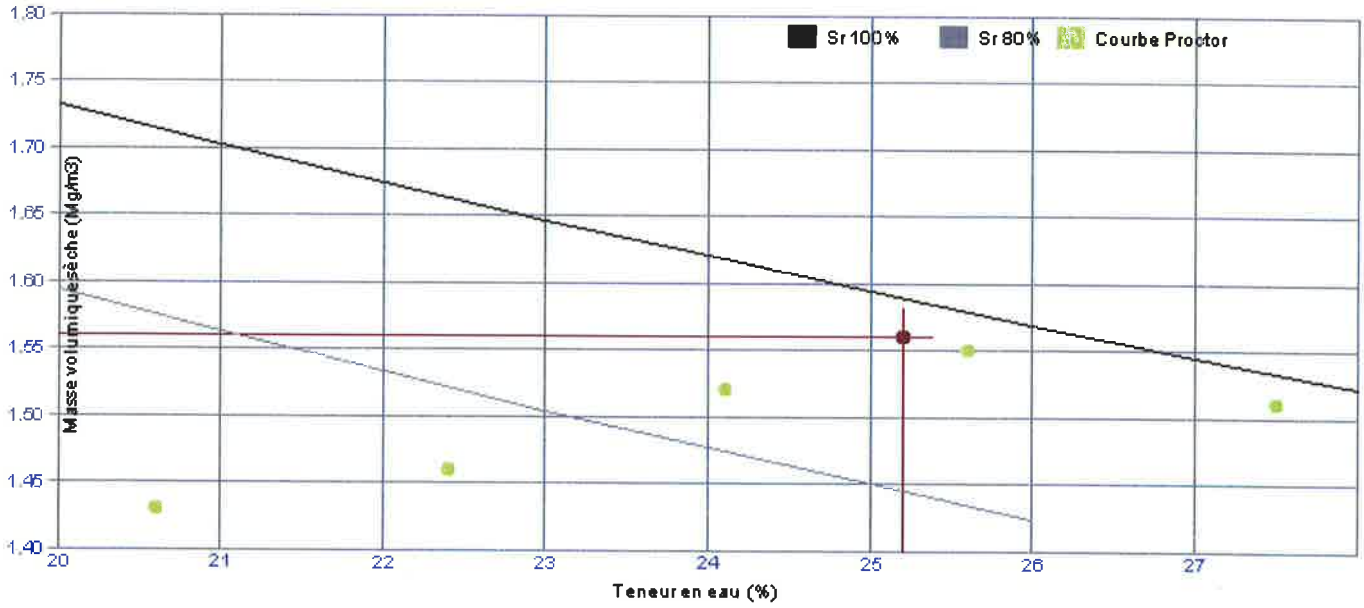
Sondage : POO4
Profondeur : 0.00/1.50 m

Informations sur l'essai

Mode de séchage : Etuvage
Température : 105°C
Type de moule : Moule A
Dame - Energie de compactage : A - Normale
Fraction testée : 0/5 mm

Technicien : Cédric LACOSTE
Date essai : 06/11/18
Essai sur matériau : Traité
Liant(s) et dosage(s) : 2% de chaux et 6% de ROC SC
Préparation du matériau : Malaxeur mécanique à couteaux

Les courbes de saturation Sr 80% et Sr 100% sont tracées avec la masse volumique des particules solides de sol de 2.65 Mg/m3 (estimée)



Résultats sur les 5 moulages

Points expérimentaux	1	2	3	4	5		
Teneur en eau initiale (%)	21.2	21.2	21.2	21.2	21.2		
Teneur en eau traitée (%)	20.6	22.4	24.1	25.6	27.5		
ρd (Mg/m3)	1.43	1.46	1.52	1.55	1.51		

Teneur en eau optimale (%)	25.2
ρd optimale (Mg/m3)	1.56
Teneur en eau optimale corrigée (%)	
ρd corrigée (Mg/m3)	

Observations :

Le Responsable du Laboratoire
Louisa PARES

IPI_PRO-PRG V05-05-18

GINGER CEBTP - LES MILLES 13290 AIX EN PROVENCE Tél: 04.42.99.27.00 Fax:04.42.99.27.35 Email:l.barroso@groupe-cebtp.com

RAPPORT D'ESSAI

ESSAI D'EVALUATION DE L'APTITUDE D'UN SOL AU TRAITEMENT

NF P 94-100

GINGER CEBTP
Aix en Provence
1030 rue JRGG de la Lauzière
Les Milles
13290 AIX EN PROVENCE

AGREMENT LABOROUTE N° 95-33

Informations générales

N° dossier :	**CAI5.I.249**	Client / MO :	NRE2.I.0384
Désignation :	**Champigny -G2 AVP - Aménagement zone ACT**		
Localité :	**Champgny**	Demandeur / MOE :	NRE2.I.0384
Chargé d'affaire :	**L.PARES**		

Informations sur l'échantillon **18AIX-1852**

Mode de prélèvement :	**Pelle Mécanique**	Sondage :	POO4
Prélevé par :	GINGER CEBTP	Profondeur :	1.5 m
Date de prélèvement :	06/09/2018	Wnat. (%) :	21.22%
Mode de conservation :	Sacs	GTR 92 :	/
Date de livraison :	26/10/2018		
Description :	Craie beige		

Informations sur l'essai

Date de début : 09/11/18 Date de fin : 16/11/18 Technicien : CL

Mélange	Référence *0/5 mm*	W_{OPN} =	25.1 %	Liant(s) et dosage (%) :	2% de chaux et 6% ROC SC
		ρd_{OPN} =	1.56 Mg/m^3		
	Confection théorique	Teneur en eau du matériau essayé =	25.1% ≤ W ≤ 27.1 %		(W_{OPN} à W_{OPN}+2%)
		Masse volumique humide =	1.87 Mg/m^3		(96% de ρh_{OPN})

Temps de cure

- ☐ CaO seule : 3 jours ± 4 heures
- ☑ L.H. Routier ou Ciment avec ou sans chaux : 4 heures ± 15 min
- ☐ *Modalité alternative complémentaire : Temps de cure =*

Résultats

Confection des éprouvettes	N° Eprouvette		1	2	3
	Teneur en eau	%	25.8	25.8	25.8
	Masse volumique apparente (humide)	Mg/m^3	1.88	1.88	1.88

GONFLEMENT VOLUMIQUE $G_{V\,7j}$ en %	N° Eprouvette	1	2	3	Moyenne
	Mesuré après 4 ou 24 h d'immersion ①				
	Mesuré après 7 j d'immersion	5.0	5.0	4.7	4.9

① Facultatif

CARACTERISTIQUES MECANIQUES R_{it} en MPa	N° Eprouvette	4	5	6	Moyenne
	Résistance à la traction indirecte (MPa)	0.19	0.20	0.19	0.20

APTITUDE DU MATÉRIAU AU TRAITEMENT	Adapté	Douteux	Inadapté
	$G_{v\,7j} \leq 5\%$ $R_{it} \geq 0,2$ MPa	$5\% \leq G_{v\,7j} \leq 10\%$ $0,1$ MPa $\leq R_{it} \leq 0,2$ MPa	$G_{v\,7j} \geq 10\%$ $R_{it} \leq 0,1$ MPa

Observations :

Le Responsable du laboratoire
Louisa PARES

RAPPORT D' ESSAI

ESSAI PROCTOR - Détermination des références de compactage NF P94-093

GINGER CEBTP
LES MILLES
13290 AIX EN PROVENCE

LABOROUTE

N°95-33

Informations générales

N° dossier : CAI5.I249.0001
Désignation : CHAMPIGNY AMENAGEMENT ZONE ACTIVITE
Localité : AIX
Chargé d'affaire : LOUISA PARES

Client /MO : NRE2 - GINGER CEBTP
27 A RUE DES BLANCS MONTS - 51350 CORMONTREUIL
Demandeur / MOE : NRE2 - GINGER CEBTP
27 A RUE DES BLANCS MONTS - 51350 CORMONTREUIL

Informations sur l'échantillon N° 18AIX-1853

Mode de prélèvement : Sondage à la Pelle Mécanique
Prélevé par : GINGER CEBTP
Date prélèvement : 06/09/18
Mode de conservation : Ech. prélevé en sac
Date de livraison : 22/10/18
Description :

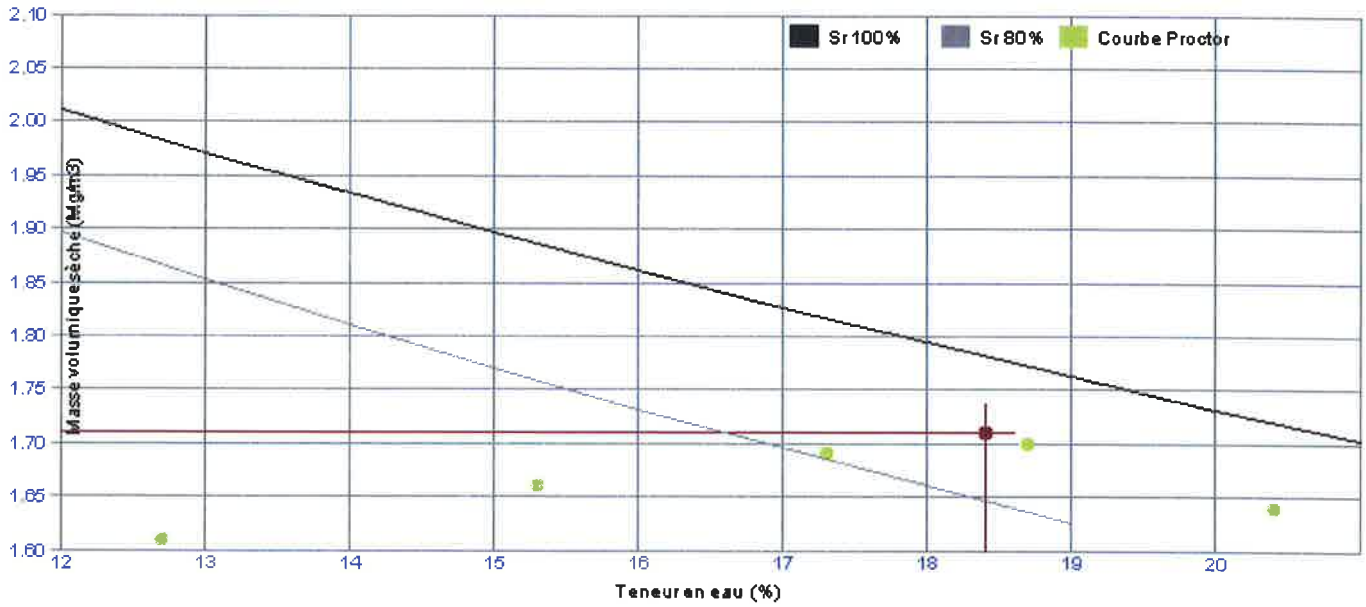
Sondage : POO5
Profondeur : 0.00/1.50 m

Informations sur l'essai

Mode de séchage : Etuvage
Température : 105°C
Type de moule : Moule A
Dame - Energie de compactage : A - Normale
Fraction testée : 0/5 mm

Technicien : Cédric LACOSTE
Date essai : 05/11/18
Essai sur matériau : Traité
Liant(s) et dosage(s) : 2% de chaux
Préparation du matériau : Malaxeur mécanique à couteaux

Les courbes de saturation Sr 80% et Sr 100% sont tracées avec la masse volumique des particules solides de sol de 2.65 Mg/m3 (estimée)



Résultats sur les 5 moulages

Points expérimentaux	1	2	3	4	5
Teneur en eau initiale (%)	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2
Teneur en eau traitée (%)	12.7	15.3	17.3	18.7	20.4
ρd (Mg/m3)	1.61	1.66	1.69	1.70	1.64

Teneur en eau optimale (%)	18.4
ρd optimale (Mg/m3)	1.71
Teneur en eau optimale corrigée (%)	
ρd corrigée (Mg/m3)	

Observations :

Le Responsable du Laboratoire
Louisa PARES

IPI_PRO-PRG V05-05-18

GINGER CEBTP - LES MILLES 13290 AIX EN PROVENCE Tél: 04.42.99.27.00 Fax:04.42.99.27.35 Email:l.barroso@groupe-cebtp.com

RAPPORT D'ESSAI

ESSAI D'EVALUATION DE L'APTITUDE D'UN SOL AU TRAITEMENT
NF P 94-100

GINGER CEBTP
Aix en Provence
1030 rue JRGG de la Lauzière
Les Milles
13290 AIX EN PROVENCE

AGREMENT LABOROUTE N° 95-33

Informations générales

N° dossier :	CAI5.I.249	Client / MO :	NRE2.I.0384
Désignation :	Champigny -G2 AVP - Aménagement zone ACT		
Localité :	Champgny	Demandeur / MOE :	NRE2.I.0384
Chargé d'affaire :	L.PARES		

Informations sur l'échantillon 18AIX-1853

Mode de prélèvement :	Pelle Mécanique	Sondage :	POO5
Prélevé par :	GINGER CEBTP	Profondeur :	1.5 m
Date de prélèvement :	06/09/2018	Wnat. (%) :	9.24%
Mode de conservation :	Sacs	GTR 92 :	/
Date de livraison :	26/10/2018		
Description :	Limon crayeux marron		

Informations sur l'essai

Date de début : 06/11/18 Date de fin : 16/11/18 Technicien : CL

Mélange

Référence *0/5 mm*

Confection théorique

W_{OPN} = 18.4 % Liant(s) et dosage (%) : 2% de chaux

ρd_{OPN} = 1.71 Mg/m³

Teneur en eau du matériau essayé = 18.4% ≤ W ≤ 20.4 % (W_{OPN} à W_{OPN}+2%)

Masse volumique humide = 1.94 Mg/m³ (96% de ρh_{OPN})

Temps de cure

- ☑ CaO seule : 3 jours ± 4 heures
- ☐ L.H. Routier ou Ciment avec ou sans chaux : 4 heures ± 15 min
- ☐ *Modalité alternative complémentaire* *Temps de cure =*

Résultats

Confection des éprouvettes	N° Eprouvette	1	2	3
	Teneur en eau %	18.8	18.8	18.8
	Masse volumique apparente (humide) Mg/m³	1.92	1.92	1.92

GONFLEMENT VOLUMIQUE $G_{V\,7j}$ en %	N° Eprouvette	1	2	3	Moyenne
	Mesuré après 4 ou 24 h d'immersion ①				
	Mesuré après 7 j d'immersion	0.5	0.4	0.7	0.5

① Facultatif

CARACTERISTIQUES MECANIQUES R_{it} en MPa	N° Eprouvette	4	5	6	Moyenne
	Résistance à la traction indirecte (MPa)				

APTITUDE DU MATÉRIAU AU TRAITEMENT	Adapté	Douteux	Inadapté
	$G_{v\,7j} \leq 5\%$ $R_{it} \geq 0{,}2$ MPa	$5\% \leq G_{v\,7j} \leq 10\%$ $0{,}1$ MPa $\leq R_{it} \leq 0{,}2$ MPa	$G_{v\,7j} \geq 10\%$ $R_{it} \leq 0{,}1$ MPa

Observations :

Le Responsable du laboratoire
Louisa PARES

RAPPORT D' ESSAI

ESSAI PROCTOR - Détermination des références de compactage NF P94-093

GINGER CEBTP
LES MILLES
13290 AIX EN PROVENCE

AGREMENT LABOROUTE

N°95-33

Informations générales

N° dossier :	CAI5.I249.0001
Désignation :	CHAMPIGNY AMENAGEMENT ZONE ACTIVITE
Localité :	AIX
Chargé d'affaire :	LOUISA PARES

Client /MO : NRE2 - GINGER CEBTP
27 A RUE DES BLANCS MONTS - 51350 CORMONTREUIL
Demandeur / MOE : NRE2 - GINGER CEBTP
27 A RUE DES BLANCS MONTS - 51350 CORMONTREUIL

Informations sur l'échantillon N° 18AIX-1854

Mode de prélèvement :	Sondage à la Pelle Mécanique
Prélevé par :	GINGER CEBTP
Date prélèvement :	06/09/18
Mode de conservation :	Ech. prélevé en sac
Date de livraison :	22/10/18
Description :	

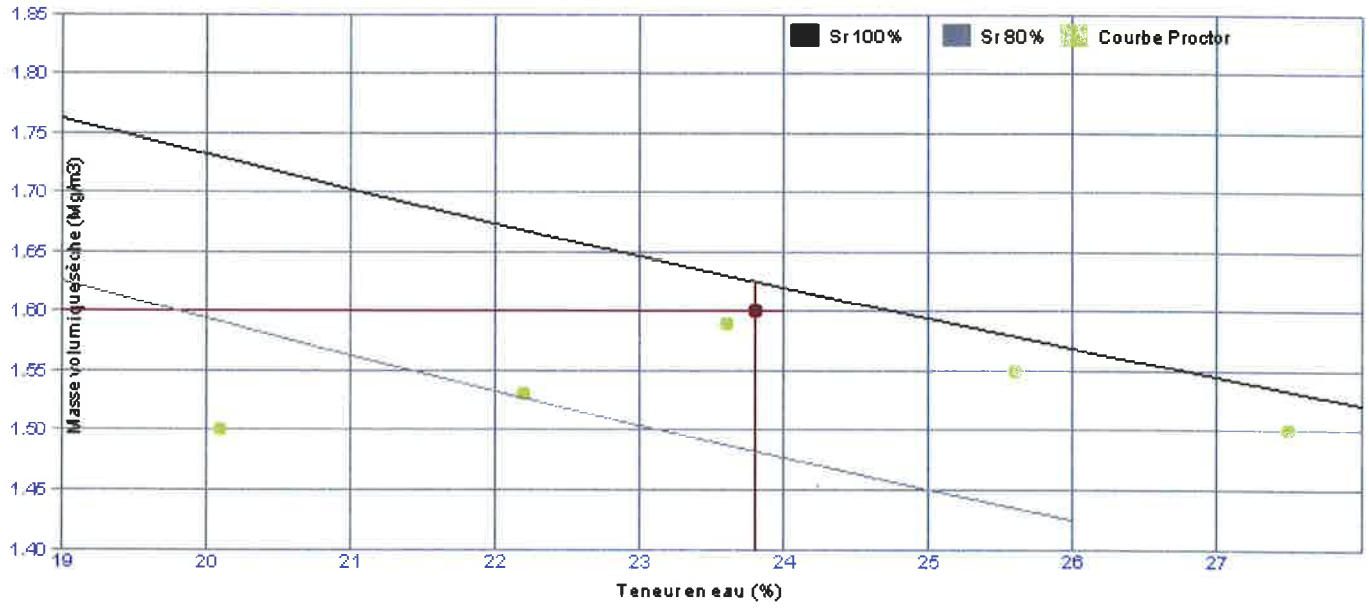
Sondage : POO6
Profondeur : 0.00/1.50 m

Informations sur l'essai

Mode de séchage :	Etuvage	Température : 105°C	
Type de moule :	Moule A		
Dame - Energie de compactage :	A - Normale		
Fraction testée :	0/5 mm		

Technicien :	Cédric LACOSTE
Date essai :	05/11/18
Essai sur matériau :	Traité
Liant(s) et dosage(s) :	2% de chaux
Préparation du matériau :	Malaxeur mécanique à couteaux

Les courbes de saturation Sr 80% et Sr 100% sont tracées avec la masse volumique des particules solides de sol de 2.65 Mg/m3 (estimée)



Résultats sur les 5 moulages

Points expérimentaux	1	2	3	4	5		
Teneur en eau initiale (%)	21.4	21.4	21.4	21.4	21.4		
Teneur en eau traitée (%)	20.1	22.2	23.6	25.6	27.5		
ρd (Mg/m3)	1.50	1.53	1.59	1.55	1.50		

Teneur en eau optimale (%)	23.8
ρd optimale (Mg/m3)	1.60
Teneur en eau optimale corrigée (%)	
ρd corrigée (Mg/m3)	

Observations :

Le Responsable du Laboratoire
Louisa PARES

GINGER CEBTP - LES MILLES 13290 AIX EN PROVENCE Tél: 04.42.99.27.00 Fax:04.42.99.27.35 Email:l.barroso@groupe-cebtp.com

RAPPORT D'ESSAI

ESSAI D'EVALUATION DE L'APTITUDE D'UN SOL AU TRAITEMENT

NF P 94-100

GINGER CEBTP
Aix en Provence
1030 rue JRGG de la Lauzière
Les Milles
13290 AIX EN PROVENCE

AGREMENT LABOROUTE N° 95-33

Informations générales

N° dossier :	CAI5.I.249	Client / MO :	NRE2.I.0384
Désignation :	Champigny -G2 AVP - Aménagement zone ACT		
Localité :	Champgny	Demandeur / MOE :	NRE2.I.0384
Chargé d'affaire :	L.PARES		

Informations sur l'échantillon 18AIX-1854

Mode de prélèvement :	Pelle Mécanique	Sondage :	POO6
Prélevé par :	GINGER CEBTP	Profondeur :	1.5 m
Date de prélèvement :	06/09/2018	Wnat. (%) :	21.37%
Mode de conservation :	Sacs	GTR 92 :	/
Date de livraison :	26/10/2018		
Description :	Craie beige		

Informations sur l'essai

Date de début : 06/11/18 Date de fin : 16/11/18 Technicien : CL

Mélange	Référence 0/5 mm	W_{OPN} = 23.8 %	Liant(s) et dosage (%) :	2% de chaux
		ρd_{OPN} = 1.6 Mg/m³		
	Confection théorique	Teneur en eau du matériau essayé = 23.8% ≤ W ≤ 25.8 %		(W_{OPN} à W_{OPN}+2%)
		Masse volumique humide = 1.90 Mg/m³		(96% de ρh_{OPN})

Temps de cure	☑ CaO seule : 3 jours ± 4 heures
	☐ L.H. Routier ou Ciment avec ou sans chaux : 4 heures ± 15 min
	☐ *Modalité alternative complémentaire* *Temps de cure =*

Résultats

Confection des éprouvettes		N° Eprouvette	1	2	3
	Teneur en eau	%	24.5	24.5	24.5
	Masse volumique apparente (humide)	Mg/m³	1.91	1.90	1.90

GONFLEMENT VOLUMIQUE $G_{V\,7j}$ en %	N° Eprouvette	1	2	3	Moyenne
	Mesuré après 4 ou 24 h d'immersion ①				
	Mesuré après 7 j d'immersion	0.5	0.3	0.6	0.5

① Facultatif

CARACTERISTIQUES MECANIQUES R_{it} en MPa	N° Eprouvette	4	5	6	Moyenne
	Résistance à la traction indirecte (MPa)				

APTITUDE DU MATÉRIAU AU TRAITEMENT	**Adapté** $G_{v\,7j} \leq 5\%$ $R_{it} \geq 0{,}2$ MPa	~~Douteux~~ ~~$5\% \leq G_{v\,7j} \leq 10\%$~~ ~~$0{,}1$ MPa $\leq R_{it} \leq 0{,}2$ MPa~~	~~Inadapté~~ ~~$G_{v\,7j} \geq 10\%$~~ ~~$R_{it} \leq 0{,}1$ MPa~~

Observations :

Le Responsable du laboratoire
Louisa PARES

RAPPORT D' ESSAI

ESSAI PROCTOR - Détermination des références de compactage NF P94-093

GINGER CEBTP
LES MILLES
13290 AIX EN PROVENCE

AGREMENT LABOROUTE
N°95-33

Informations générales

N° dossier : CAI5.I249.0001
Désignation : CHAMPIGNY AMENAGEMENT ZONE ACTIVITE
Localité : AIX
Chargé d'affaire : LOUISA PARES

Client /MO : NRE2 - GINGER CEBTP
27 A RUE DES BLANCS MONTS - 51350 CORMONTREUIL
Demandeur / MOE : NRE2 - GINGER CEBTP
27 A RUE DES BLANCS MONTS - 51350 CORMONTREUIL

Informations sur l'échantillon N° 18AIX-1855

Mode de prélèvement : Sondage à la Pelle Mécanique
Prélevé par : GINGER CEBTP
Date prélèvement : 06/09/18
Mode de conservation : Ech. prélevé en sac
Date de livraison : 22/10/18
Description :

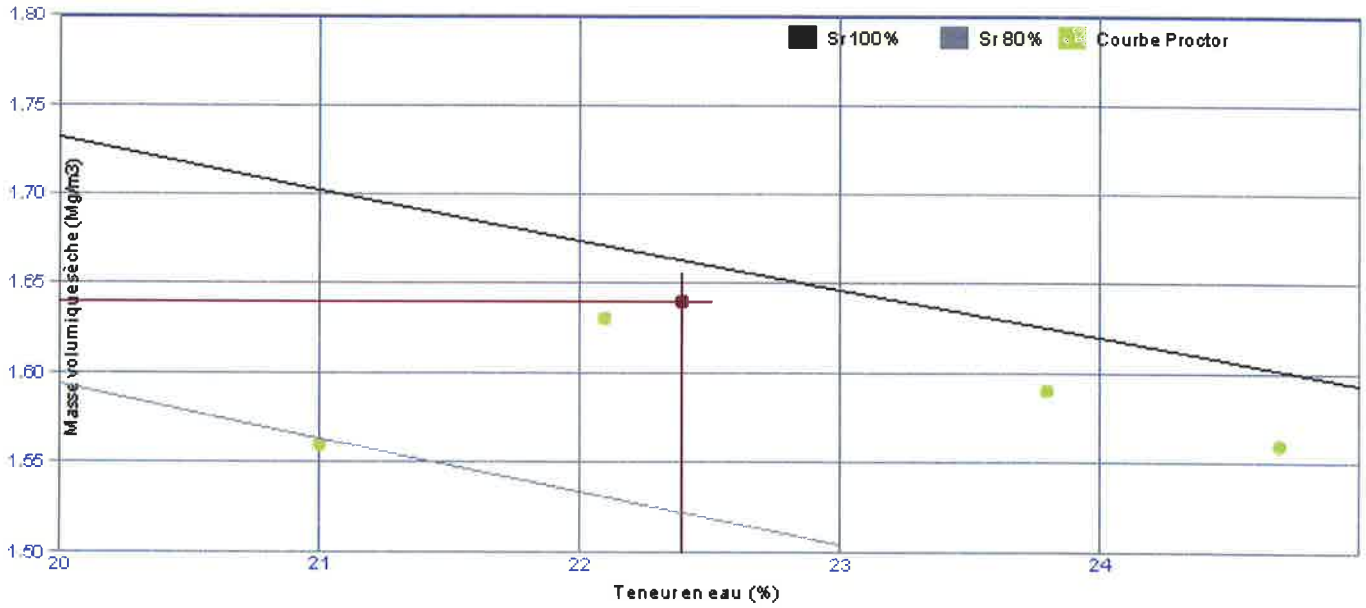
Sondage : POU6
Profondeur : 0.00/1.50 m

Informations sur l'essai

Mode de séchage : Etuvage
Température : 105°C
Type de moule : Moule A
Dame - Energie de compactage : A - Normale
Fraction testée : 0/5 mm

Technicien : Cédric LACOSTE
Date essai : 05/11/18
Essai sur matériau : Traité
Liant(s) et dosage(s) : 2% de chaux
Préparation du matériau : Manuelle

Les courbes de saturation Sr 80% et Sr 100% sont tracées avec la masse volumique des particules solides de sol de 2.65 Mg/m3 (estimée)



Résultats sur les 4 moulages

Points expérimentaux	1	2	3	4
Teneur en eau initiale (%)	19.5	19.5	19.5	19.5
Teneur en eau traitée (%)	21.0	22.1	23.8	24.7
ρd (Mg/m3)	1.56	1.63	1.59	1.56

Teneur en eau optimale (%)	22.4
ρd optimale (Mg/m3)	1.64
Teneur en eau optimale corrigée (%)	
ρd corrigée (Mg/m3)	

Observations :

Le Responsable du Laboratoire
Louisa PARES

IPI_PRO-PRG V05-05-18

GINGER CEBTP - LES MILLES 13290 AIX EN PROVENCE Tél: 04.42.99.27.00 Fax:04.42.99.27.35 Email:l.barroso@groupe-cebtp.com

RAPPORT D'ESSAI

ESSAI D'EVALUATION DE L'APTITUDE D'UN SOL AU TRAITEMENT

NF P 94-100

GINGER CEBTP
Aix en Provence
1030 rue JRGG de la Lauzière
Les Milles
13290 AIX EN PROVENCE

AGREMENT LABOROUTE N° 95-33

Informations générales

N° dossier :	CAI5.I.249	Client / MO :	NRE2.I.0384
Désignation :	Champigny -G2 AVP - Aménagement zone ACT		
Localité :	Champgny	Demandeur / MOE :	NRE2.I.0384
Chargé d'affaire :	L.PARES		

Informations sur l'échantillon 18AIX-1855

Mode de prélèvement :	Pelle Mécanique	Sondage :	PU6
Prélevé par :	GINGER CEBTP	Profondeur :	1.5 m
Date de prélèvement :	06/09/2018	Wnat. (%) :	19.46%
Mode de conservation :	Sacs	GTR 92 :	/
Date de livraison :	26/10/2018		
Description :	Craie beige		

Informations sur l'essai

Date de début : 06/11/18 Date de fin : 16/11/18 Technicien : CL

Mélange	Référence 0/5 mm	W_{OPN} = 22.4 %	Liant(s) et dosage (%) :	2% de chaux
		ρd_{OPN} = 1.64 Mg/m³		
	Confection théorique	Teneur en eau du matériau essayé = 22.4% ≤ W ≤ 24.4 %		(W_{OPN} à W_{OPN}+2%)
		Masse volumique humide = 1.93 Mg/m³		(96% de ρh_{OPN})

Temps de cure	☑ CaO seule : 3 jours ± 4 heures
	☐ L.H. Routier ou Ciment avec ou sans chaux : 4 heures ± 15 min
	☐ *Modalité alternative complémentaire* *Temps de cure =*

Résultats

Confection des éprouvettes	N° Eprouvette	1	2	3
	Teneur en eau %	24.3	24.3	24.3
	Masse volumique apparente (humide) Mg/m³	1.93	1.92	1.93

GONFLEMENT VOLUMIQUE $G_{V\,7j}$ en %	N° Eprouvette	1	2	3	Moyenne
	Mesuré après 4 ou 24 h d'immersion ①				
	Mesuré après 7 j d'immersion	0.9	0.7	0.9	0.8

① Facultatif

CARACTERISTIQUES MECANIQUES R_{it} en MPa	N° Eprouvette	4	5	6	Moyenne
	Résistance à la traction indirecte (MPa)				

APTITUDE DU MATÉRIAU AU TRAITEMENT	**Adapté** $G_{V\,7j} \leq 5\%$ $R_{it} \geq 0{,}2$ MPa	~~Douteux~~ ~~$5\% \leq G_{V\,7j} \leq 10\%$~~ ~~$0{,}1$ MPa $\leq R_{it} \leq 0{,}2$ MPa~~	~~Inadapté~~ ~~$G_{V\,7j} \geq 10\%$~~ ~~$R_{it} \leq 0{,}1$ MPa~~

Observations :

Le Responsable du laboratoire
Louisa PARES

CONTACT

GINGER CEBTP

27A rue des Blancs Monts

51350 CORMONTREUIL

Tél. : +33 (03 26 87 86 00)

Fax. : +33 (03 26 87 86 00)

www.groupe-cebtp.com

SAS CHAMPIGNY LES SABLES

Création de voirie et de bassins d'infiltration

Les sables de la fosse– CHAMPIGNY (51)

Étude géotechnique de conception (G2)
Phase Avant-Projet (AVP)

Dossier : NRE2.M.160

SEPTEMBRE 2022



Agence REIMS • 27A rue des Blancs Monts • 51350 CORMONTREUIL
Tél. 33 (0) 3 26 87 86 00 • Fax 33 (0) 3 26 87 86 01
Adresse e-mail : cebtp.reims@groupeginger.com

GINGER CEBTP

SAS CHAMPIGNY LES SABLES

CREATION DE VOIRIE ET DE BASSINS D'INFILTRATION

Les sables de la fosse – CHAMPIGNY (51)

RAPPORT - ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2) – phase AVP

Dossier : NRE2.M.160	Réf. rapport : NRE2.M.160	Contrat : NRE2.M.0542

Indice	Date	Chargé d'affaire	Visa	Vérifié par	Visa	Contenu	Observations
1	23/09/2022	C.MORENO		R. MOROY		22 pages 4 annexes	-

A compter du paiement intégral de la mission, le client devient libre d'utiliser le rapport et de le diffuser à condition de respecter et de faire respecter les limites d'utilisation des résultats qui y figurent et notamment les conditions de validité et d'application du rapport.

Sommaire

1. Plans de situation 5
1.1. Extrait de carte IGN 5
1.2. Image aérienne 5
2. Contexte de l'étude 6
2.1. Données générales 6
2.1.1. Généralités 6
2.1.2. Documents communiqués 6
2.2. Description du site 6
2.2.1. Topographie, occupation du site et avoisinants 6
2.2.2. Contextes géologique, hydrogéologique et sismique 7
2.3. Caractéristiques de l'avant-projet 9
2.3.1. Description du projet 9
2.3.2. Terrassements prévus 9
2.4. Mission Ginger CEBTP 10
3. Investigations géotechniques 11
3.1. Préambule 11
3.2. Implantation 11
3.3. Sondages, essais et mesures in situ 11
3.3.1. Investigation in situ 11
3.3.2. Essais de perméabilité in situ 12
3.4. Essais en laboratoire 13
4. Synthèse des investigations 14
4.1. Examen spécifique du site 14
4.2. Modèle géologique général 14
4.2.1. Lithologie 14
4.2.2. Caractéristiques physiques des sols 15
4.3. Contexte hydrogéologique général 15
4.3.1. Piézométrie 15
4.3.2. Inondabilité 16
4.3.3. Perméabilité 16
5. Principes de construction en phase avant-projet 17

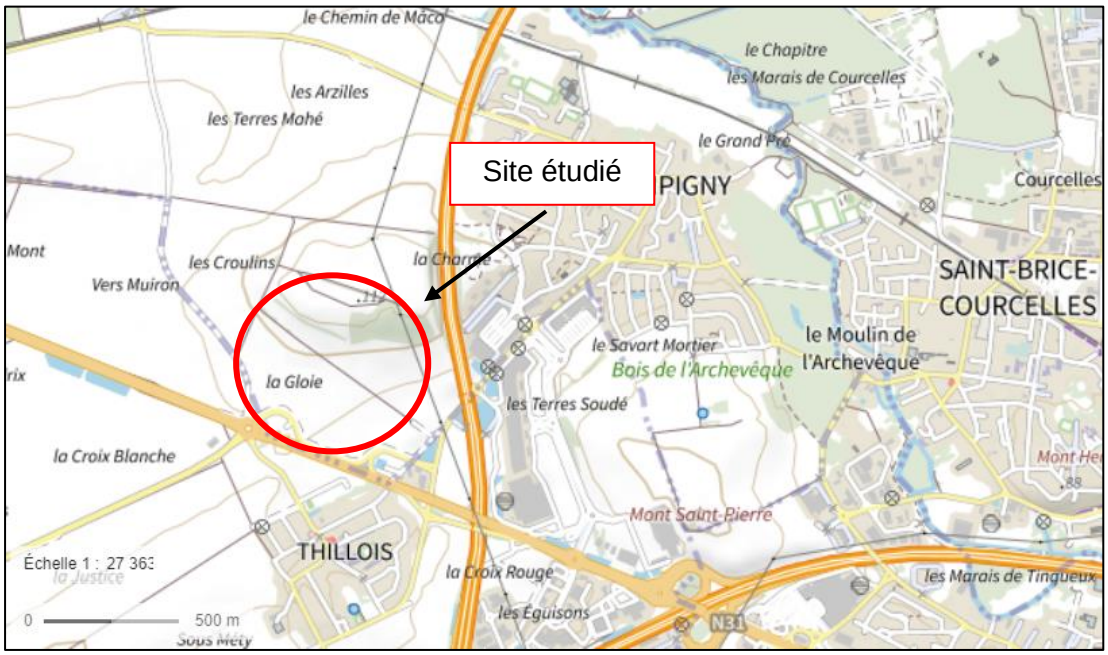
5.1. Analyse du contexte et principes d'adaptation 17
5.2. Adaptations générales de l'avant-projet 17
5.2.1. Traficabilité en phase chantier 17
5.2.2. Terrassabilité des matériaux 18
5.2.3. Drainage en phase chantier et définitive 18
5.3. Préparation de la plateforme de chaussée 18
5.3.1. Préambule 18
5.3.2. Hypothèses de calcul 18
5.3.3. Partie Supérieure des Terrassements (PST) et classe d'arase 19
5.3.4. Couche de forme 19
5.3.5. Structure type de chaussée 20
6. Observations majeures 22

ANNEXES

ANNEXE 1 – NOTES GENERALES SUR LES MISSIONS GEOTECHNIQUES
ANNEXE 2 – PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES
ANNEXE 3 – SONDAGES ET ESSAIS IN SITU
ANNEXE 4 – RESULTATS DES ESSAIS EN LABORATOIRE

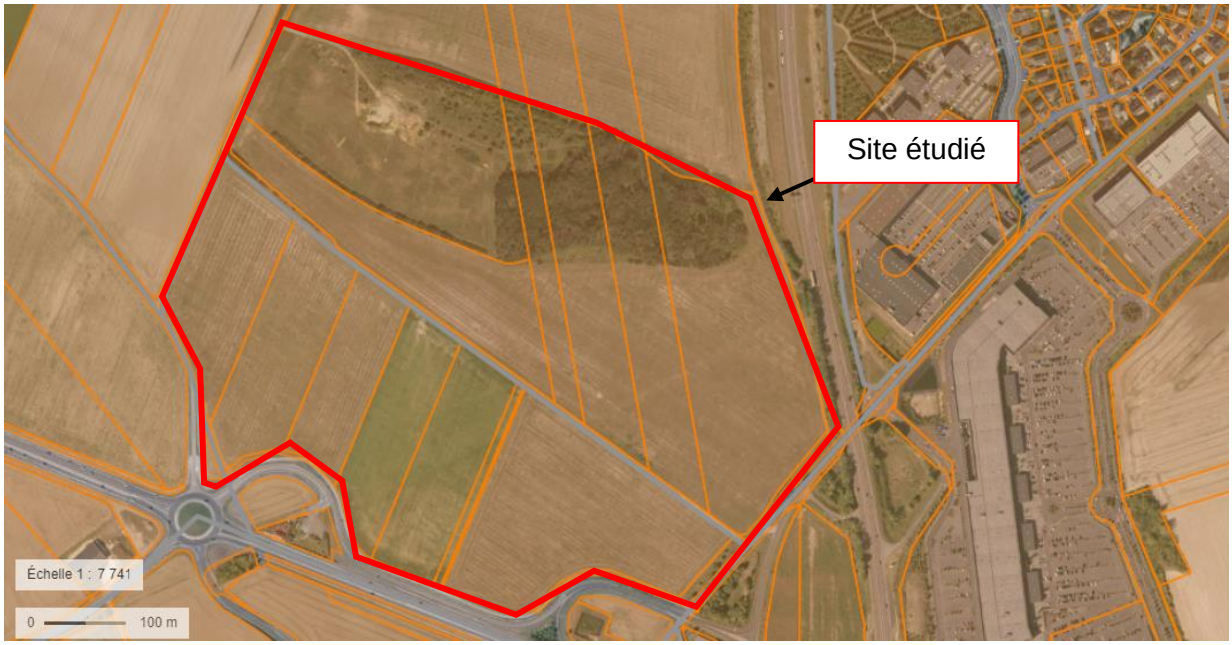
1. Plans de situation

1.1. Extrait de carte IGN



Source : geoportail.gouv.fr

1.2. Image aérienne



Source : geoportail.gouv.fr

2. Contexte de l'étude

2.1. Données générales

2.1.1. Généralités

Nom de l'opération : Création de voirie et de bassins d'infiltration
Localisation : Les sables de la fosse
Commune : CHAMPIGNY (51).
Demandeur et client de la mission : SAS CHAMPIGNY LES SABLES.

2.1.2. Documents communiqués

N°	Document	Echelle	Origine / référence	Indice	Date
1	Plan de masse avec implantation des sondages	1/3000e	-	-	18/02/2021
2	Plan de situation	-	SAS Champigny les Sables	-	-

2.2. Description du site

2.2.1. Topographie, occupation du site et avoisinants

Le site concerné par les investigations, d'une superficie d'environ 400 000 m² (ou 40 Ha), est localisé au Sud de la ville de Champigny et à l'Ouest de la zone commerciale de Thillois

Il s'agit d'une parcelle enherbée libre de toute mitoyenneté.



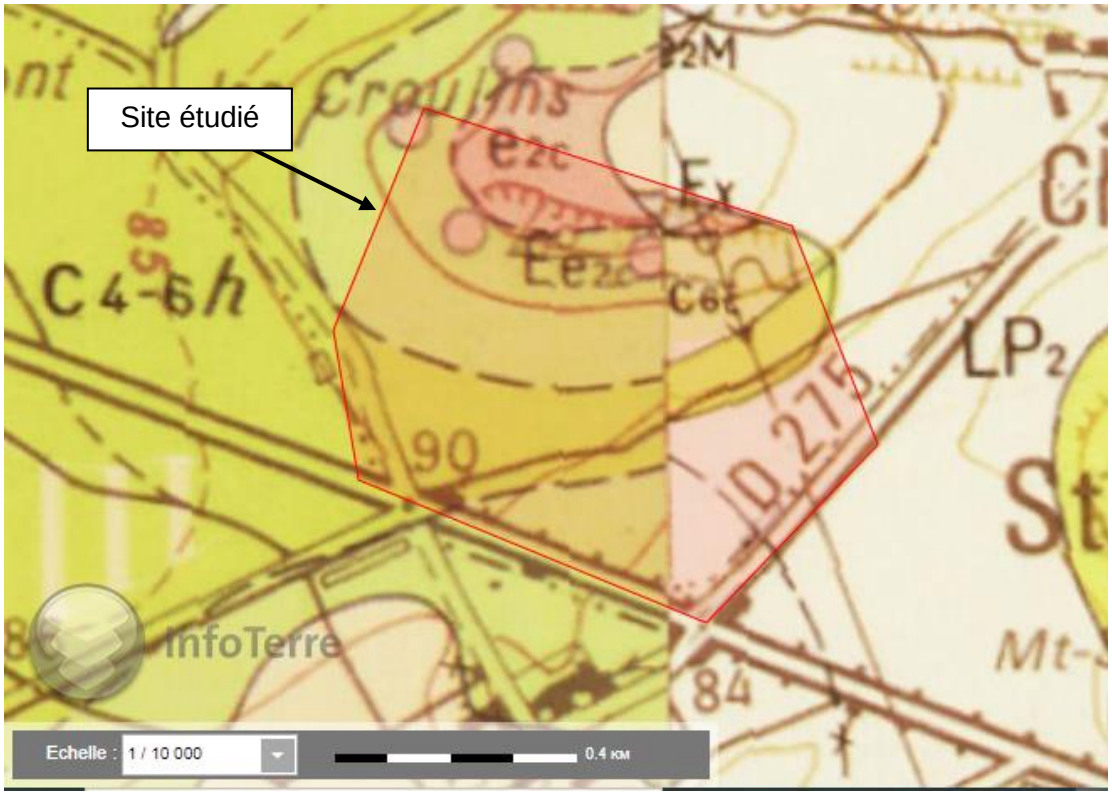
Vue générale de la parcelle (Photo Ginger : 13/07/2022)

D'après les données topographiques du site géoportail.gouv.fr, le site présente une pente descendante du Nord vers le Sud faisant passer son altimétrie de 114.0 à 88.7 NGF.
Par ailleurs, le site présente également une pente descendante de l'Ouest vers l'Est qui fait passer son altimétrie de 104.0 à 83.3 NGF.

2.2.2. Contextes géologique, hydrogéologique et sismique

D'après notre expérience locale et les cartes géologiques de REIMS et FISMES à l'échelle 1/50000ème, le site serait constitué par :

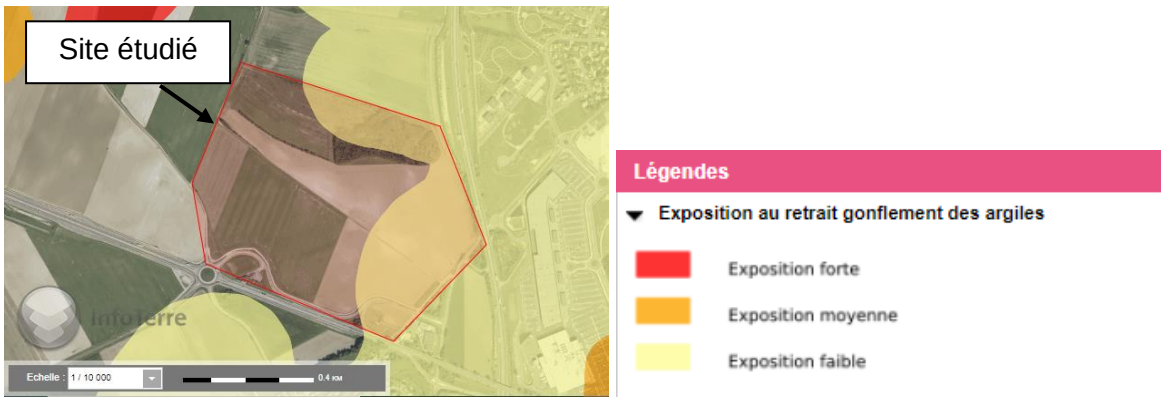
- De limons calcaires récents (LP2) ;
- De la craie du Campanien ($c_{4\text{-}6h}$ et $c_{4\text{-}6i}$)



Extrait de la carte géologique de REIMS et FISMES (Source : infoterre.gouv.fr)

D'autre part, les cartes des aléas (inondation, sismicité, cavités, glissement, retrait/gonflement) et/ou les plans de prévention des risques indiquent que :

- Le terrain présente un **aléa faible à nul** vis-à-vis des phénomènes de retrait-gonflement des argiles,

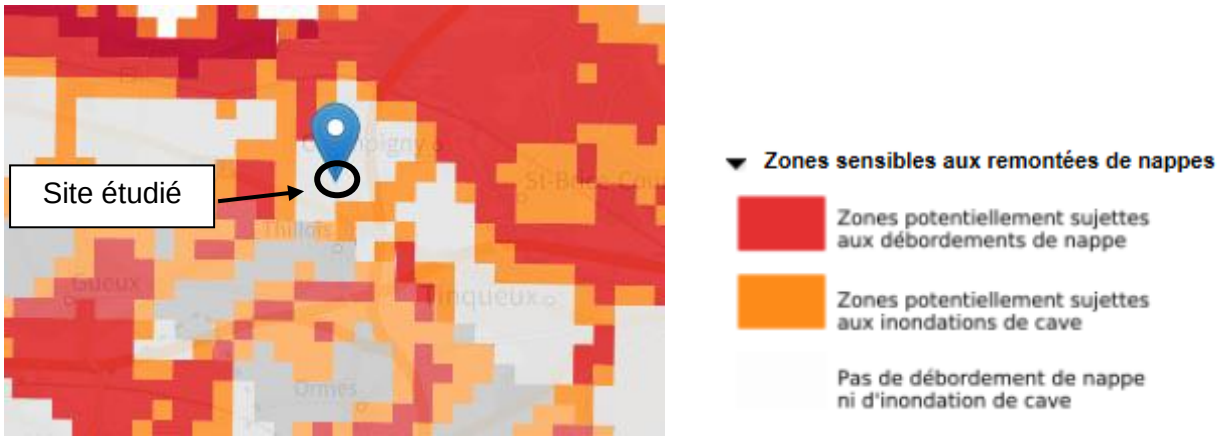


Source : infoterre.gouv.fr

- Le secteur de Champigny est situé en zone de sismicité 1 (aléa très faible). Ainsi d'après l'Eurocode 8, l'application des règles parasismiques ne sera pas obligatoire quel que soit le projet.

- Aucune cavité n'a été signalée sur un rayon de 500 m autour de la zone d'étude,

- Le site étudié se situe entre une zone non sujettes aux remontées de nappes.



Source : géorisques.gouv.fr

- D'après les données présentes sur le site *georisques.gouv.fr*, la commune de Champigny n'est pas soumise à plan de prévention des risques inondation.

- Aucun mouvement de terrain n'a été enregistré sur la commune de Champigny.

2.3. Caractéristiques de l'avant-projet

2.3.1. Description du projet

D'après les documents cités au paragraphe 2.1.1 et les informations fournies par le client, le projet consiste en la construction de voirie et de bassins d'infiltrations.

2.3.2. Terrassements prévus

L'ampleur des terrassements prévus ne nous a pas été communiquée à ce stade de l'étude.

Compte tenu du site, les travaux de terrassement ne devraient consister qu'en un simple reprofilage du terrain.

2.4. Mission Ginger CEBTP

La mission de Ginger CEBTP est conforme au contrat n° NRE2.M.0542 du 21/06/2022

Il s'agit d'une ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2) selon la norme AFNOR NF P 94-500 de novembre 2013 sur les missions d'ingénierie géotechnique.
Plus précisément, compte tenu du niveau d'avancement du projet, notre mission s'intègre dans la phases *Avant-projet* (AVP).

La mission comprend, conformément à la Norme NF P 94-500 de Novembre 2013, les prestations suivantes :

- Une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours,
- La définition d'un programme d'investigations géotechniques spécifique, sa réalisation et son suivi technique, et l'exploitation des résultats,
- L'élaboration d'un modèle géologique préliminaire précisant les principales caractéristiques géotechniques et listant les risques géotechniques majeurs.
- La réalisation d'un rapport donnant :

    - La nature des terrains en place, leurs caractéristiques géomécaniques, le niveau d'eau dans les sondages,
    - Les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet,
    - Les principes généraux de construction envisageables (terrassements, assises de la voirie, améliorations des sols, dispositions générales vis-à-vis de la nappe et des avoisinants),

Cette étude ne comprend pas :

- L'évolution hydrologique dans le temps,
- Les études de pollution,
- La reconnaissance des anomalies géotechniques en dehors de l'emprise des investigations.

Les résultats de la mission G2 phase AVP, réalisée au stade de l'Avant-Projet, si cette mission n'est pas suivie d'une mission G2 phase PRO, ne peuvent pas être utilisés dans un DCE (Document de Consultation des Entreprises).

3. Investigations géotechniques

3.1. Préambule

Les moyens de reconnaissance et d'essais ont été définis par Ginger CEBTP en accord avec le client.

Ces investigations ont toutes été réalisées.

3.2. Implantation

L'implantation des sondages et essais in situ figure sur le plan joint en annexe 2.

Elle a été définie par le client et réalisée par Ginger CEBTP en fonction du projet et des possibilités d'accès.

L'altitude des têtes des sondages correspond au niveau du terrain naturel au moment des investigations en Juillet 2022.

Cette implantation a fait l'objet d'une sécurisation pyrotechniques.

3.3. Sondages, essais et mesures in situ

3.3.1. Investigation in situ

Les investigations suivantes ont été réalisées :

Type de sondage	Quantité	Noms	Prof. / TN
Fouille à la pelle mécanique	9	P1	3.00 m
		P2	3.00 m
		M1	1.50 m
		M2	2.50 m
		M3	0.65 m
		M4	2.50 m
		M5	2.50 m
		M6	1.00 m
		M7	2.50 m

Essai au pénétromètre dynamique type DPSH-B Norme NF EN ISO 22476-2	3	PD1 PD2 PD3	1.40 m* 4.00 m 4.00 m

*refus a l'enfoncement des tiges pénétromètriques.

La profondeur des sondages est conforme à celle définie au contrat.
Les coupes des sondages sont présentées en annexes 3 où l'on trouvera en particulier les renseignements décrits ci-après :

- **Puits de reconnaissance à la pelle :**
  - Coupe détaillée des sols,
  - Prélèvements d'échantillons remaniés,
  - Photographies de la fouille

Les feuilles de sondages peuvent également contenir des informations complémentaires dont les niveaux d'eau éventuels, les incidents de forage, etc…

- **Essais au pénétromètre dynamique type DPSH-B :**
  - Diagramme donnant la résistance dynamique qd en fonction de la profondeur et calculée selon la formule des Hollandais,

3.3.2. Essais de perméabilité in situ

Les essais suivants ont été réalisés :

Type d'essai de perméabilité in situ	Dénomination	Prof. / TN
Essai Matsuo	M1 M2 M3 M4 M5 M6 M7	0.94 – 1.50 m 1.87 – 2.50 m 0.45 – 0.65 m 1.94 – 2.50 m 2.00 – 2.50 m 0.51 – 1.00 m 1.85 – 2.50 m

3.4. Essais en laboratoire

Les essais suivants ont été réalisés, néanmoins le test d'aptitude de traitement est en cours de réalisation. Les résultats du test donneront lieu à un rapport indicé.

Identification des sols	Nombre	Norme
Teneur en eau pondérale W	3	NF P94-050
Analyse granulométrique par tamisage	3	NF P94-056
Valeur au bleu du sol (VBS)	3	NF P94-068
Classification des sols (GTR)	3	NF P11-300
Indice Portant Immédiat (IPI)	3	NF P94-078

Nota : Les prélèvements d'échantillons sont la propriété du client. Ils seront conservés pendant un mois à compter de l'envoi du rapport. S'il le souhaite, le client pourra donc soit récupérer ses prélèvements, soit demander à ce qu'ils soient conservés. A défaut de demande expresse, les prélèvements seront mis au rebut.

4. Synthèse des investigations

4.1. Examen spécifique du site

Le site concerné par les investigations, d'une superficie d'environ 40 Ha, est localisé au sud de la commune de Champigny et à l'Oust de la zone commerciale de Thillois.

Le site étudié est classé en zone d'**aléa faible à nul** vis-à-vis des phénomènes de retrait-gonflement des argiles.

4.2. Modèle géologique général

4.2.1. Lithologie

Il est à noter que la profondeur des formations est donnée par rapport au terrain naturel tel qu'il était au moment des investigations en Juillet 2021.

L'analyse et la synthèse des résultats des investigations réalisées ont permis de dresser, sous une couche de terre végétale, la coupe géotechnique schématique suivante :

Formation n°1 **: Limon crayeux à sableux**
Profondeur de la base : 1.00 m.
Caractéristiques mécaniques :

- Résistance de pointe qd : de 4.0 à >50.0 MPa

Formation n°2 **: Craie**
Profondeur de la base : 3.00 m (profondeur maximale investiguée)
Caractéristiques mécaniques :

- Résistance de pointe qd : de 6.0 à 21.0 MPa

Remarques

- Nous rappelons qu'il n'est pas toujours évident de distinguer les variations horizontales et/ou verticales éventuelles, inhérentes aux changements de faciès, compte tenu de la surface investiguée par rapport à celle concernée par le projet. De ce fait, les caractéristiques indiquées précédemment ont un caractère représentatif mais non absolu.

- Les essais de pénétration dynamique des sols étant des sondages dits « aveugles », la géologie des terrains ainsi que les limites de couches sont interprétées ou extrapolées à partir des diagrammes et notamment des valeurs de compacité du sol. La nature des terrains et leur compacité devront, par conséquent, être confirmées lors des travaux.

4.2.2. Caractéristiques physiques des sols

Les procès-verbaux des essais en laboratoire sont insérés en annexe 4.

Référence échantillon	Formation / type de sol	Prof. (m) échantillon	W (%)	VBS	IPI	Tamisat < 80 µm	Classe G.T.R.
M2	2 - Graveluche	0.70 – 2.50	18.2	0.47	44	42.9	**A_1 ts**
M3	1 – Limon crayeux	0.10 – 0.65	7.3	1.55	26	54.2	**A_1 m**
M7	1 – Sable limono-crayeux	0.25 – 1.00	6.2	1.28	41	33.2	**B_5 s**

W : Teneur en eau pondérale
VBS : Valeur au Bleu du Sol
GTR : Guide des Terrassements Routiers
IPI : Indice Portant Immédiat
Tamisat < 80 µm : pourcentage de grains de diamètre < 80 µm

4.3. Contexte hydrogéologique général

4.3.1. Piézométrie

Aucune arrivée d'eau n'a été observée dans les sondages lors des investigations en Juillet 2022.

Toutefois, des écoulements de surface peuvent se produire, notamment en période pluvieuse. Il est tout de même nécessaire de prévoir un système de drainage et d'évacuation des eaux collectés suffisamment dimensionné, compte tenu également de la topologie du site.

4.3.2. Inondabilité

D'après les données issues du BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières), la parcelle est située en zone non sujettes aux remontées de nappes.

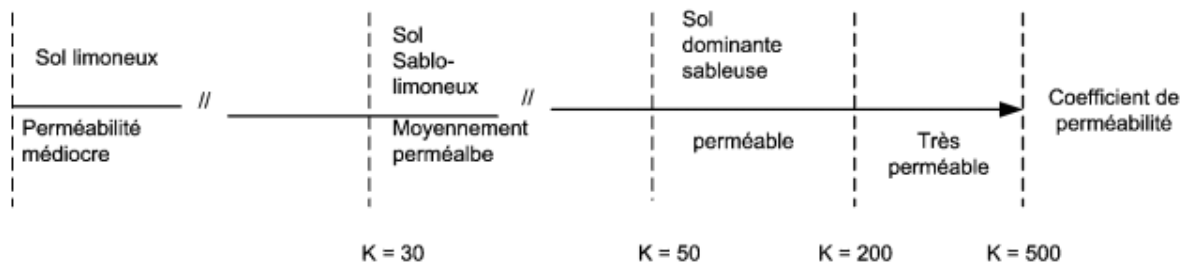
Par ailleurs, des informations précises sur le risque réel d'inondation peuvent être fournies dans les documents d'urbanisme (P.L.U.) et dépendent des travaux de protection réalisés, donc susceptibles de varier dans le temps. S'agissant de données d'aménagement hydraulique et non de données hydrogéologiques, elles ne font pas partie de notre mission d'étude géotechnique.

4.3.3. Perméabilité

Afin d'estimer l'ordre de grandeur de la perméabilité des terrains en place, des essais d'infiltration de type essais Matsuo, adaptés au site et au projet, ont été réalisés. Les résultats de ces essais sont donnés dans le tableau ci-dessous :

Sondage	Formation	Nature du sol	Profondeur de l'essai	Coefficient de perméabilité k	
				m/s	mm/h
M1	1	Limon crayeux	0.94 – 1.50 m	$4.4.10^{-6}$	15.84
M2	2	Craie	1.87 – 2.50 m	$4.1.10^{-5}$	147.6
M3	1	Limon crayeux	0.45 – 0.65 m	$2.2.10^{-5}$	79.2
M4	2	Craie	1.94 – 2.50 m	$2.7.10^{-6}$	97.2
M5	2	Craie	2.00 – 2.50 m	$1.6.10^{-5}$	57.6
M6	2	Craie	1.01 – 1.50 m	$8.5.10^{-5}$	306
M7	2	Craie	1.85 – 2.50	$3.1.10^{-5}$	111.6

Les termes utilisés dans ce paragraphe sont ceux utilisés dans la norme NF DTU 64.1 P1-1 : Mise en œuvre des dispositifs d'assainissement non collectif, dont le tableau récapitulatif est présenté ci-dessous (k exprimé en mm/h).



Les perméabilités mesurées mettent en évidence un **sol perméable** à **très perméable** au niveau des sondages M6 (craie)**.**

5. Principes de construction en phase avant-projet

5.1. Analyse du contexte et principes d'adaptation

Compte-tenu de ce qui a été indiqué dans les paragraphes précédents, les points essentiels ci-dessous sont à prendre en compte et conduiront les choix d'adaptation du projet :

Contexte géologique et géotechnique :

Les sondages ont mis en évidence, sous une couverture de terre végétale, des limons crayeux, jusqu'à une profondeur maximale de 1.00, qui recouvrent le substratum crayeux parfois altéré jusqu'à la profondeur maximale investiguée, soit 3.00 m.

Projet :

Le projet consiste en la construction de voirie et de bassins d'infiltrations.

Nous rappelons que toute modification du projet ou des sols peut entraîner une modification partielle ou complète des adaptations préconisées.

Les missions géotechniques en phase projet (G2-PRO) et en phase exécution (G3 ou G4) seront alors cruciales et devront, en particulier, étudier la nouvelle configuration.

5.2. Adaptations générales de l'avant-projet

Les indications données dans les chapitres suivants qui sont fournies en estimant des conditions normales d'exécution pendant les travaux, seront forcément adaptées aux conditions réelles rencontrées (intempéries, niveau de nappe, matériels utilisés, provenance et qualité des matériaux, phasages, plannings et précautions particulières).
Nous rappelons que les conditions d'exécution sont absolument prépondérantes pour obtenir le résultat attendu et qu'elles ne peuvent être définies précisément à l'heure actuelle. A défaut, seules des orientations seront retenues.

5.2.1. Traficabilité en phase chantier

Les formations de surface sont par expérience sensibles à l'eau. Par conséquent, les travaux devront être réalisés dans des conditions météorologiques favorables sinon le chantier pourrait

rapidement devenir impraticable et nécessiterait la mise en place de surépaisseurs en matériaux insensibles à l'eau.

5.2.2. Terrassabilité des matériaux

La réalisation des déblais ne présentera pas de difficulté particulière d'extraction. Les terrassements pourront être réalisés avec des engins classiques.

5.2.3. Drainage en phase chantier et définitive

A la suite des observations faites au cours de la campagne d'investigations en Juillet 2022, le terrain devrait en principe être sec à la profondeur des fouilles de fondation. Cependant, des venues d'eau peuvent apparaître en cours de terrassement. Elles seront alors collectées en périphérie et évacuées en dehors de la fouille (captage).

Les dispositions spécifiques prévisibles seront adaptées au cas par cas pour assurer la mise au sec de la plateforme de travail à tout moment.

5.3. Préparation de la plateforme de chaussée

5.3.1. Préambule

Les indications données ici ne constituent qu'une première approche, un prédimensionnement.

Pour l'ébauche dimensionnelle des structures de chaussée, nous avons utilisé :

- Le guide technique de réalisation des remblais et des couches de forme SETRA & LCPC de septembre 1992 (GTR),
- Le catalogue des structures types de chaussées neuves du réseau routier national (1998),
- Le catalogue des structures de chaussées en Ile de France (2003).

5.3.2. Hypothèses de calcul

La classe de trafic ne nous a pas été fournie à ce stade de l'étude.

Compte-tenu du projet, nous avons pris comme hypothèse une voirie industrielle pour véhicules légers et lourds, voirie supposée de classe T5, avec un module de plateforme visé PF2* (50 MPa < EV2 < 80 MPa).

5.3.3. Partie Supérieure des Terrassements (PST) et classe d'arase

Après décapage de la terre végétale, la partie supérieure des terrassements sera constituée de limons crayeux (formation n°1) de classe GTR A_1 moyen (m), et de craie (formation n°2) dans un état hydrique sec (s) à très sec (ts) au moment des investigations en Juillet 2022.
De plus, les résultats des essais en laboratoire donnent des indices de portance (IPI) de très bonne qualité au niveau de l'assise prévue.

La PST peut être estimée, en fonction des sols en présence, en PST 2 – AR1.

5.3.4. Couche de forme

Les caractéristiques de la couche de forme (matériaux utilisés et épaisseurs) sont fournies dans le fascicule II du GTR 92, en fonction des classes de PST et AR.

Après décaissement (-70 cm pour atteindre l'arase d'après la solution de structure de chaussée proposé dans le paragraphe ci-après), l'arase sera soigneusement compactée ou purgée (voir tableau ci-après) et un géotextile de type R+S (renforcement + séparateur) sera mis en place permettant de réduire l'épaisseur de la couche de forme. Celle-ci sera constituée de matériaux granulaire, insensibles à l'eau, de type D_{21} ou R_{21} par exemple mis en œuvre en respectant le GTR pour le nombre de couches et le compactage nécessaire en fonction du matériau utilisé.

Pour obtenir une PF2* (EV2 ≥ 50 MPa) à partir d'un état hydrique moyen de la PST et d'une PST 2- AR 1, on se reportera au tableau ci-après :

Etat hydrique de la PST	Classe PST / AR	Amélioration de la PST	Couche de forme
th	PST 0 / AR 0	Drainage latéral + purge de substitution et traitement* à la chaux sur 50 cm d'épaisseur	✓ 35 cm de matériaux A1 ou R12 traité au liant et éventuellement à la chaux* ✓ 0.40 m de matériaux de type R21 (0/60 ou 0/100) au-dessus d'un géotextile
h	PST 1 / AR 1	Drainage + Traitement à la chaux sur 50 cm d'épaisseur (en 2 couches) si l'arase de terrassement est <20 MPa	
m	PST 2 / AR 1	Pas nécessaire	
s	PST 3 / AR 1		
ts			

*sous réserve de la réalisation de tests d'aptitude au traitement.

5.3.5. Structure type de chaussée

L'étude du dimensionnement de la voirie devra faire l'objet d'une étude en phase projet (G2 PRO), puis G2 DCE / ACT.

Sur la base d'une assise de classe PF2*, on peut proposer, à titre d'exemple et de prédimensionnement pour des voiries de trafic T5, la structure de chaussée suivante :

Couches		Structure
T5	Roulement	6 cm BB
	Assise	25 cm GTLH
	PF2 EV2 > 50 MPa	
	Couche de forme	40 cm de 0/60 ou 35 cm de traitement liant+chaux eventuellement
	Terrassement à -70 cm	
	Mise en place d'un géotextile en interface + drainage périphérique	
	AR1 EV2 > 20 MPa	
	PST	Etat hydrique à vérifier au moment des travaux*

*amélioration de l'arase potentiellement à prévoir si la portance requise minimum de 20 MPa n'est pas atteinte en fond de fouilles.

Prévoir une couche d'accrochage entre la couche de forme et la couche d'assise et entre la couche d'assise et la couche de roulement.

Légende :
GTLH : Grave Traitée au liant hydraulique
BB : Béton bitumineux

L'entreprise pourra proposer des structures différentes dans la mesure où elles sont équivalentes (à justifier par note technique).

La structure de chaussée devra être vérifiée en fonction de la circulation effective prévue sur les voiries et de la tenue au gel.

Lors de la réalisation des travaux, la plus grande attention sera portée sur les points suivants :

- Contrôle du niveau de portance de la plateforme et des arases de terrassement,

- Respect des épaisseurs préconisées,
- Contrôle de la qualité des matériaux mis en œuvre et de leur compacité.

Par ailleurs, les GTLH seront conformes à la norme NF EN 13108 – 1.
Les granulométries des matériaux hydrocarbonés seront fonction des épaisseurs mises en œuvre, qui pourront être de 0/14 pour des épaisseurs de GTLH de 8 à 14 cm.

Leurs conditions de mise en œuvre sont définies par la norme NF P98-150. Les liants utilisés pour la couche d'accrochage seront adaptés au matériau hydrocarboné choisi.

GINGER CEBTP se tient à la disposition du Maître d'œuvre ou de l'entreprise pour la réalisation des essais de contrôle à tout stade de l'exécution.

Nota Bene : Ceci n'est donné qu'à titre d'exemple. Les matériaux disponibles sur place peuvent conduire à des dimensionnements de structure très différents. Nous nous tenons à disposition pour en vérifier la définition et les possibilités, dans le cadre d'une étude de projet.

6. Observations majeures

Les reconnaissances de sol procèdent par sondages ponctuels. De ce fait, les résultats ne sont pas rigoureusement extrapolables à l'ensemble du site. Il peut persister des aléas (hétérogénéité locale par exemple) qui peuvent entraîner des adaptations tant de la conception que de l'exécution qui ne sauraient être à la charge du géotechnicien.

On s'assurera que la stabilité des ouvrages et des sols avoisinant le projet est assurée pendant et après la réalisation de ce dernier.

Les conclusions du présent rapport ne sont valables que sous réserve des conditions générales des missions géotechniques de l'Union Syndicale Géotechnique fournies en annexe 1 (norme NF P94-500 de novembre 2013).

Nous rappelons que cette étude a été menée dans le cadre d'une étude de conception de niveau avant-projet (G2-AVP) et que, conformément à la norme NF P94-500 de novembre 2013, une étude de conception de niveau projet (G2-PRO) peut être envisagée (collaboration avec l'équipe de conception) pour :

- Permettre l'optimisation du projet avec, notamment, la prise en compte des interactions sol / structure.

Ginger CEBTP peut prendre en charge la maîtrise d'œuvre dans le domaine de la géotechnique, au stade du projet, de la G2 DCE/ACT, ainsi que de la G3/G4.

ANNEXE 1 – NOTES GENERALES SUR LES MISSIONS GEOTECHNIQUES

- Classification des missions types d'ingénierie géotechnique,
- Schéma d'enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique.

ENCHAINEMENT DES MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE

Extrait de la norme AFNOR sur les MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE (NF P 94-500 - version de Novembre 2013)

Enchaînement des missions G1 à G4	**Phases de la maîtrise d'œuvre**	**Mission d'ingénierie géotechnique (GN) et Phase de la mission**		**Objectifs à atteindre pour les ouvrages géotechniques**	**Niveau de management des risques géotechniques attendu**	**Prestations d'investigations géotechniques à réaliser**
Étape 1 : Étude géotechnique préalable (G1)		Étude géotechnique préalable (G1) Phase Étude de Site (ES)		Spécificités géotechniques du site	Première identification des risques présentés par le site	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
	Étude préliminaire, esquisse, APS	Étude géotechnique préalable (G1) Phase Principes Généraux de Construction (PGC)		Première adaptation des futurs ouvrages aux spécificités du site	Première identification des risques pour les futurs ouvrages	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
Étape 2 : Étude géotechnique de conception (G2)	APD/AVP	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Avant-projet (AVP)		Définition et comparaison des solutions envisageables pour le projet	Mesures préventives pour la réduction des risques identifiés, mesures correctives pour les risques résiduels avec détection au plus tôt de leur survenance	Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	PRO	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Projet (PRO)		Conception et justifications du projet		Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	DCE/ACT	Étude géotechnique de conception (G2) Phase DCE / ACT		Consultation sur le projet de base / Choix de l'entreprise et mise au point du contrat de travaux		
Étape 3 : Études géotechniques de réalisation (G3/G4)		À la charge de l'entreprise	À la charge du maître d'ouvrage			
	EXE/VISA	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Étude (en interaction avec la phase Suivi)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision de l'étude géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision du suivi)	Étude d'exécution conforme aux exigences du projet, avec maîtrise de la qualité, du délai et du coût	Identification des risques résiduels, mesures correctives, contrôle du management des risques résiduels (réalité des actions, vigilance, mémorisation, capitalisation des retours d'expérience)	Fonction des méthodes de construction et des adaptations proposées si des risques identifiés surviennent
	DET/AOR	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Suivi (en interaction avec la phase Étude)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision du suivi géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision de l'étude)	Exécution des travaux en toute sécurité et en conformité avec les attentes du maître d'ouvrage		Fonction du contexte géotechnique observé et du comportement de l'ouvrage et des avoisinants en cours de travaux
À toute étape d'un projet ou sur un ouvrage existant	Diagnostic	Diagnostic géotechnique (G5)		Influence d'un élément géotechnique spécifique sur e projet ou sur l'ouvrage existant	Influence de cet élément géotechnique sur les risques géotechniques identifiés	Fonction de l'élément géotechnique étudié

CLASSIFICATION DES MISSIONS TYPES D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE

Extrait de la norme AFNOR sur les MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE (NF P 94-500 - version de Novembre 2013)

L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étapes 1 à 3) doit suivre les étapes de conception et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géotechniques. Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit faire réaliser successivement chacune de ces missions par une ingénierie géotechnique. Chaque mission s'appuie sur des données géotechniques adaptées issues d'investigations géotechniques appropriées.

ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)

Cette mission exclut toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre de la mission d'étude géotechnique de conception (étape 2). Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire. Elle comprend deux phases :

Phase Étude de Site (ES)

Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site.

— Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours.

— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

— Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour réduire les conséquences des risques géotechniques majeurs identifiés. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

— Fournir un rapport de synthèse des données géotechniques à ce stade d'étude (première approche de la ZIG, horizons porteurs potentiels, ainsi que certains principes généraux de construction envisageables (notamment fondations, terrassements, ouvrages enterrés, améliorations de sols).

ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

Cette mission permet l'élaboration du projet des ouvrages géotechniques et réduit les conséquences des risques géotechniques importants identifiés. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend trois phases :

Phase Avant-projet (AVP)

Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

— Fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, les principes de construction envisageables (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions générales vis-à-vis des nappes et des avoisinants), une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique et la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure maîtrise des risques géotechniques.

Phase Projet (PRO)

Elle est réalisée au stade du projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées suffisamment représentatives pour le site.

— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

— Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisinants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités.

Phase DCE / ACT

Elle est réalisée pour finaliser le Dossier de Consultation des Entreprises et assister le maître d'ouvrage pour l'établissement des Contrats de Travaux avec le ou les entrepreneurs retenus pour les ouvrages géotechniques.

— Établir ou participer à la rédaction des documents techniques nécessaires et suffisants à la consultation des entreprises pour leurs études de réalisation des ouvrages géotechniques (dossier de la phase Projet avec plans, notices techniques, cahier des charges particulières, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel).

— Assister éventuellement le maître d'ouvrage pour la sélection des entreprises, analyser les offres techniques, participer à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.

ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées)

ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)

Cette mission permet de réduire les risques géotechniques résiduels par la mise en œuvre à temps de mesures correctives d'adaptation ou d'optimisation. Elle est confiée à l'entrepreneur sauf disposition contractuelle contraire, sur la base de la phase G2 DCE/ACT. Elle comprend deux phases interactives :

Phase Étude

— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

— Étudier dans le détail les ouvrages géotechniques : notamment établissement d'une note d'hypothèses géotechniques sur la base des données fournies par le contrat de travaux ainsi que des résultats des éventuelles investigations complémentaires, définition et dimensionnement (calculs justificatifs) des ouvrages géotechniques, méthodes et conditions d'exécution (phasages généraux, suivis, auscultations et contrôles à prévoir, valeurs seuils, dispositions constructives complémentaires éventuelles).

— Élaborer le dossier géotechnique d'exécution des ouvrages géotechniques provisoires et définitifs : plans d'exécution, de phasage et de suivi.

Phase Suivi

— Suivre en continu les auscultations et l'exécution des ouvrages géotechniques, appliquer si nécessaire des dispositions constructives prédéfinies en phase Étude.

— Vérifier les données géotechniques par relevés lors des travaux et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats).

— Établir la prestation géotechnique du dossier des ouvrages exécutés (DOE) et fournir les documents nécessaires à l'établissement du dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage (DIUO)

SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

Cette mission permet de vérifier la conformité des hypothèses géotechniques prises en compte dans la mission d'étude et suivi géotechniques d'exécution. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend deux phases interactives :

Phase Supervision de l'étude d'exécution

— Donner un avis sur la pertinence des hypothèses géotechniques de l'étude géotechnique d'exécution, des dimensionnements et méthodes d'exécution, des adaptations ou optimisations des ouvrages géotechniques proposées par l'entrepreneur, du plan de contrôle, du programme d'auscultation et des valeurs seuils.

Phase Supervision du suivi d'exécution

— Par interventions ponctuelles sur le chantier, donner un avis sur la pertinence du contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur (G3), du comportement tel qu'observé par l'entrepreneur de l'ouvrage et des avoisinants concernés (G3), de l'adaptation ou de l'optimisation de l'ouvrage géotechnique proposée par l'entrepreneur (G3).

— donner un avis sur la prestation géotechnique du DOE et sur les documents fournis pour le DIUO.

DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)

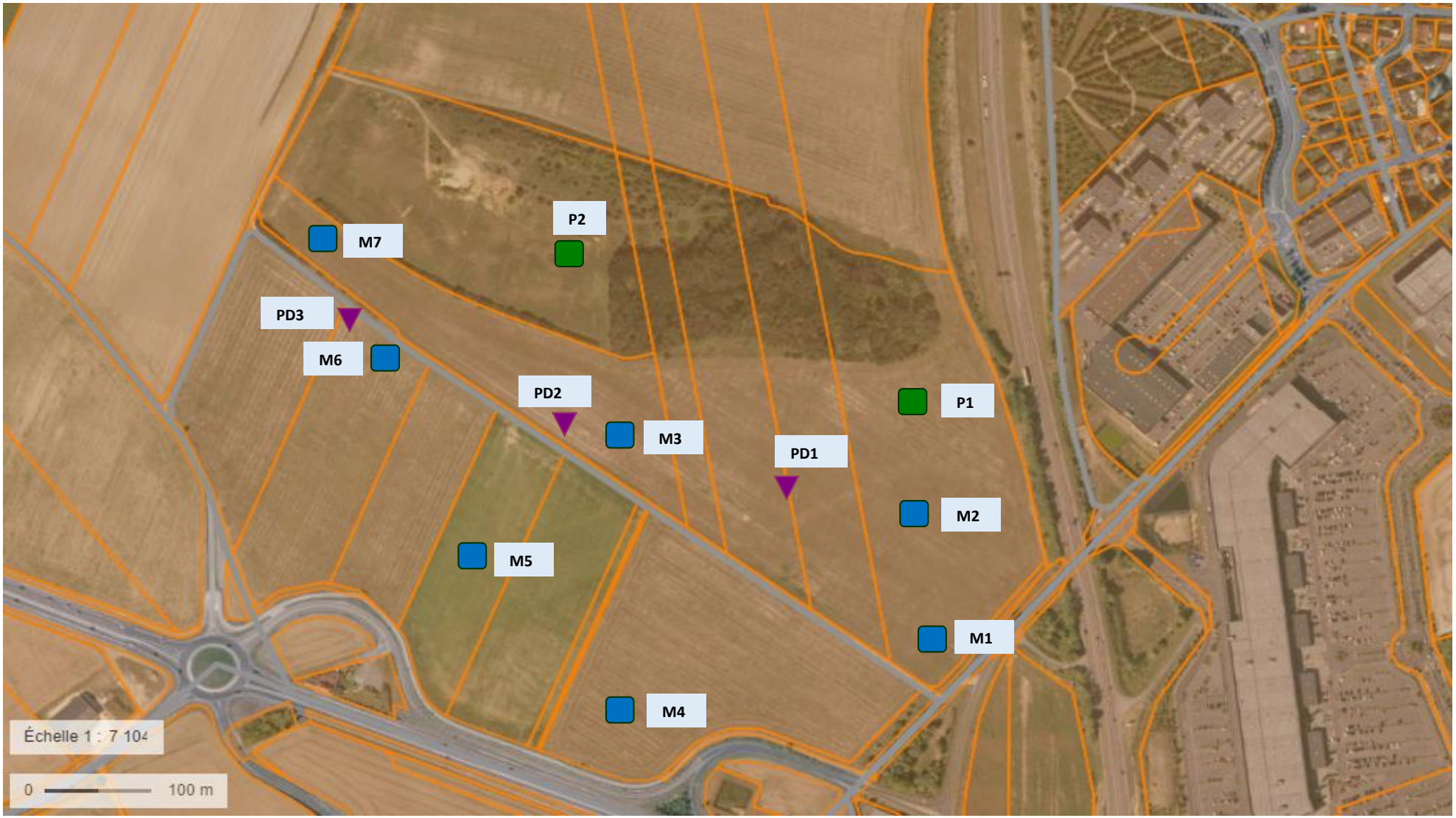
Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques, dans le cadre d'une mission ponctuelle. Ce diagnostic géotechnique précise l'influence de cet ou ces éléments géotechniques sur les risques géotechniques identifiés ainsi que leurs conséquences possibles pour le projet ou l'ouvrage existant.

— Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

— Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'étude de l'état général de l'ouvrage existant.

— Si ce diagnostic conduit à modifier une partie du projet ou à réaliser des travaux sur l'ouvrage existant, des études géotechniques de conception et/ou d'exécution ainsi qu'un suivi et une supervision géotechniques seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3).

ANNEXE 2 – PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES



SCHEMA D'IMPLANTATION DES SONDAGES

LEGENDE :

P Fouilles à la pelle mécanique
M Essais de perméabilité de type Matsuo
PD Essais au pénétromètres dynamique

Projet : Création de voirie et bassins	NRE2.M.160
	CHAMPIGNY (51)
	G2 AVP
GINGER CEBTP	SAS CHAMPIGNY LES SABLES

ANNEXE 3 – ESSAIS AU PENETROMETRE DYNAMIQUE

- Essais pénétromètriques
  - Fouilles à la pelle
- Résultats des essais de perméabilité

GINGER CEBTP

PENETROMETRE DYNAMIQUE PD1

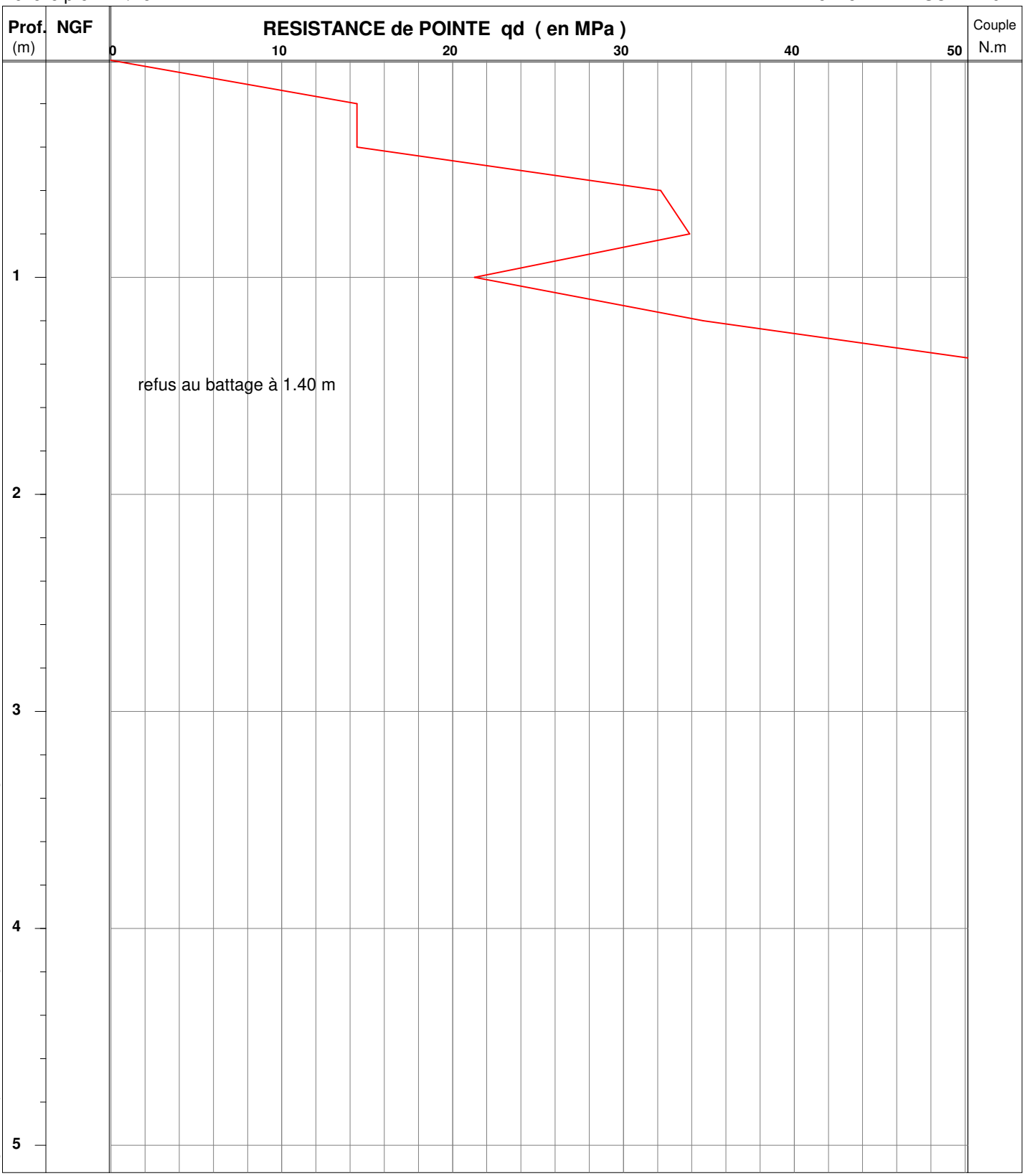
annexe:

Chantier : Construction de voiries

Client : CA AMENAGEMENT
Dossier : NRE2.M.160
Date essai : 03/08/2022

Echelle prof. : 1/25°

Norme NF EN ISO 22476-2



MATERIEL UTILISE : Soco 10 Etalonné le 23/12/2020 --- Coef.[Er] utilisé: 0.89

mouton de 63.9 kg, H.chute 0.75 m - équipage mobile 10.3 kg - tiges de 1 m. et de 6 kg - section pointe de 20 cm²

OBSERVATIONS : /

Edité le 03/08/2022

Logiciel Pendyn32 - Version 4.0 -- [DQ.E159-01 - V.2 du 28/09/2016]

GINGER CEBTP

PENETROMETRE DYNAMIQUE PD2

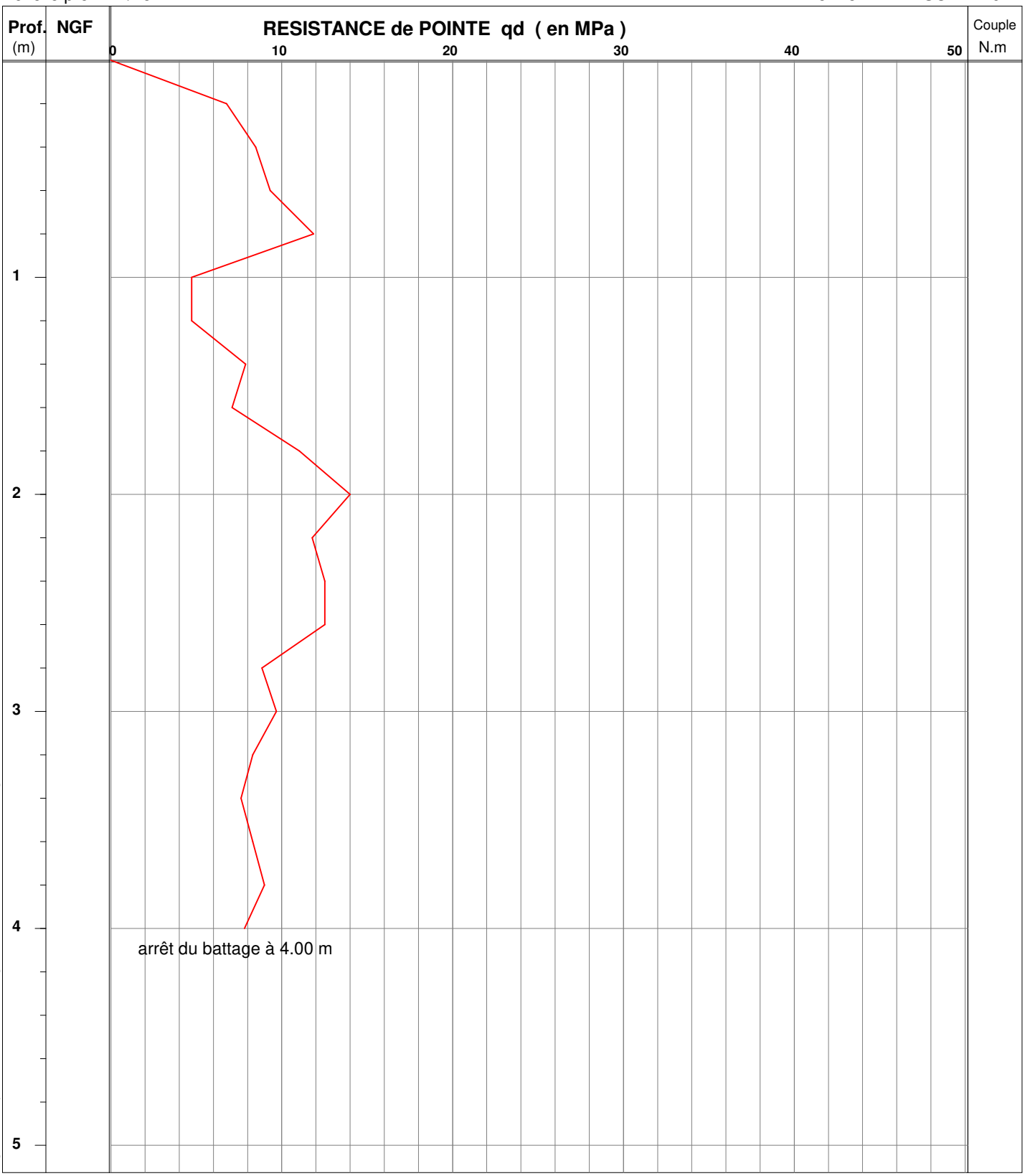
annexe:

Chantier : Construction de voiries

Client : CA AMENAGEMENT
Dossier : NRE2.M.160
Date essai : 03/08/2022

Echelle prof. : 1/25°

Norme NF EN ISO 22476-2



Logiciel Pendyn32 - Version 4.0 -- [DQ.E159-01 - V.2 du 28/09/2016]

MATERIEL UTILISE : Soco 10 Etalonné le 23/12/2020 --- Coef.[Er] utilisé: 0.89

mouton de 63.9 kg, H.chute 0.75 m - équipage mobile 10.3 kg - tiges de 1 m. et de 6 kg - section pointe de 20 cm²

OBSERVATIONS : /

Edité le 03/08/2022

GINGER CEBTP

PENETROMETRE DYNAMIQUE PD3

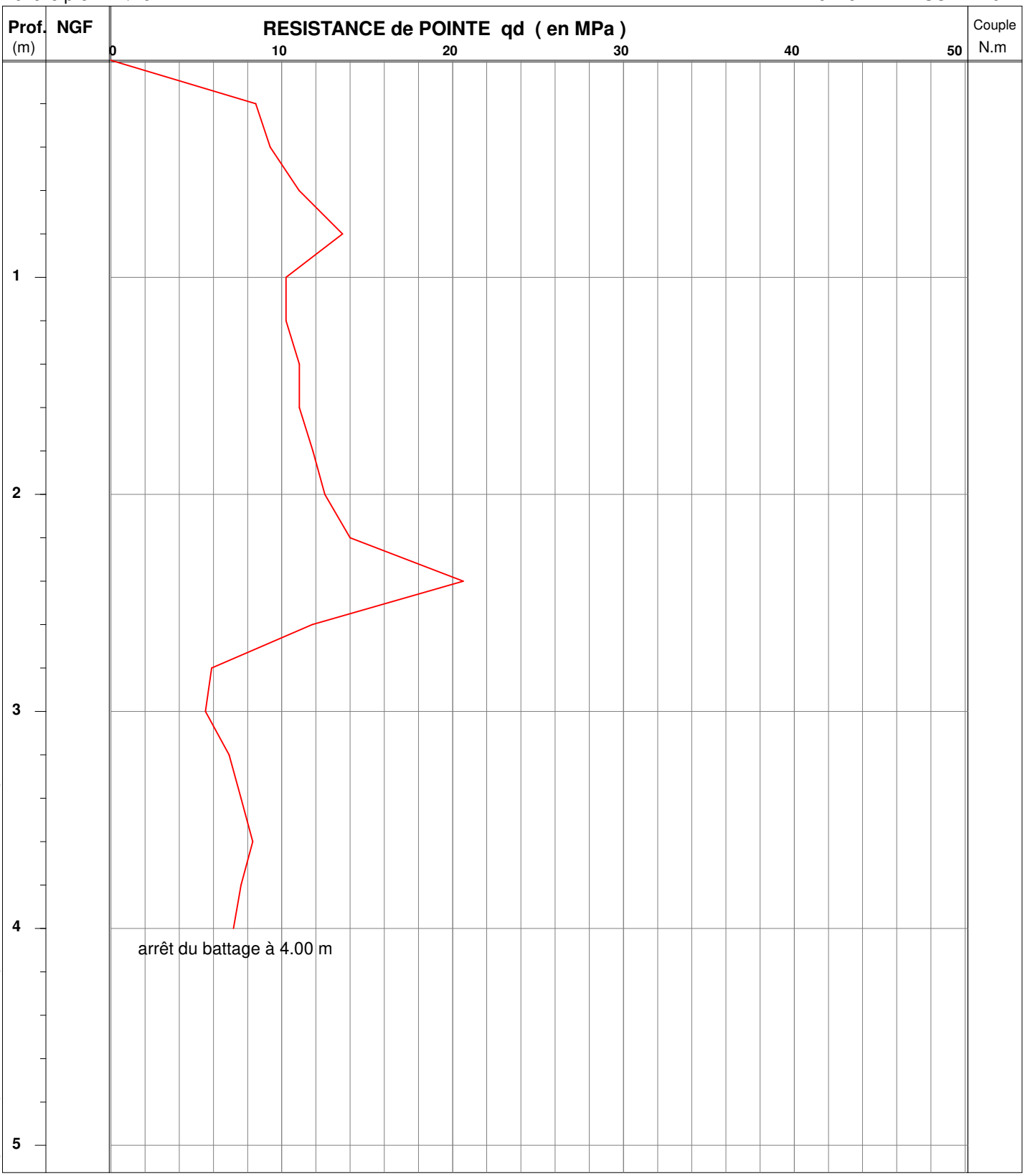
annexe:

Chantier : Construction de voiries

Client : CA AMENAGEMENT
Dossier : NRE2.M.160
Date essai : 03/08/2022

Echelle prof. : 1/25°

Norme NF EN ISO 22476-2



Logiciel Pendyn32 - Version 4.0 -- [DQ.E159-01 - V.2 du 28/09/2016]

MATERIEL UTILISE : Soco 10 Etalonné le 23/12/2020 --- Coef.[Er] utilisé: 0.89

mouton de 63.9 kg, H.chute 0.75 m - équipage mobile 10.3 kg - tiges de 1 m. et de 6 kg - section pointe de 20 cm²

OBSERVATIONS : /

Edité le 03/08/2022

SONDAGE A LA TARIERE

P1

Dossier : NRE2.M.160

Localité : CHAMPIGNY (51)

Chantier : Création de voirie

Client : CA Aménagement

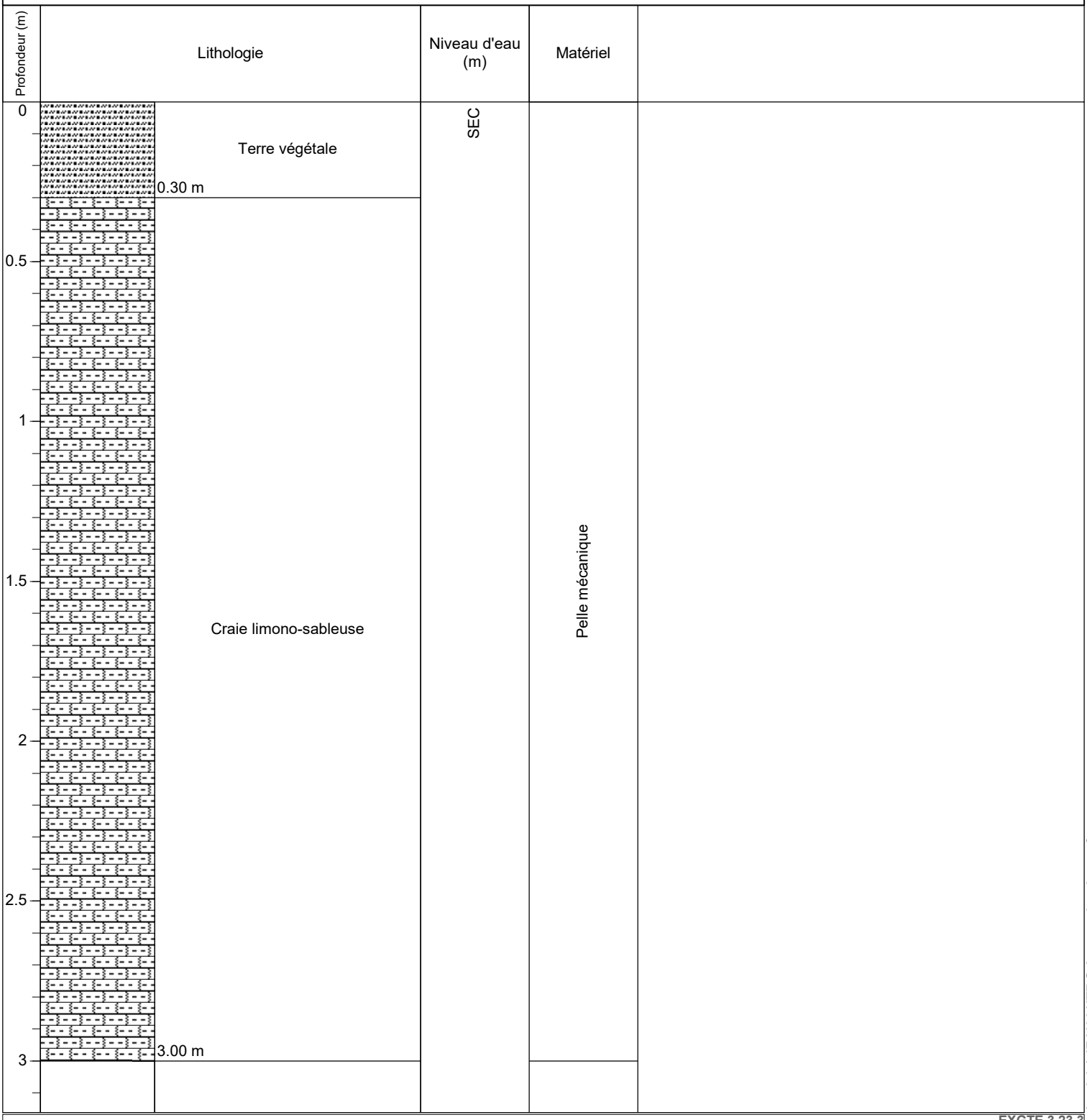
Echelle : 1/17

Machine : pelle mécanique

Date début de forage : 13/07/2022

Date fin de forage : 13/07/2022

Profondeur de fin : 3.00m



Observation :

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr



FOUILLE P1

SONDAGE A LA TARIERE

P2

Dossier : NRE2.M.160

Localité : CHAMPIGNY (51)

Chantier : Création de voirie

Client : CA Aménagement

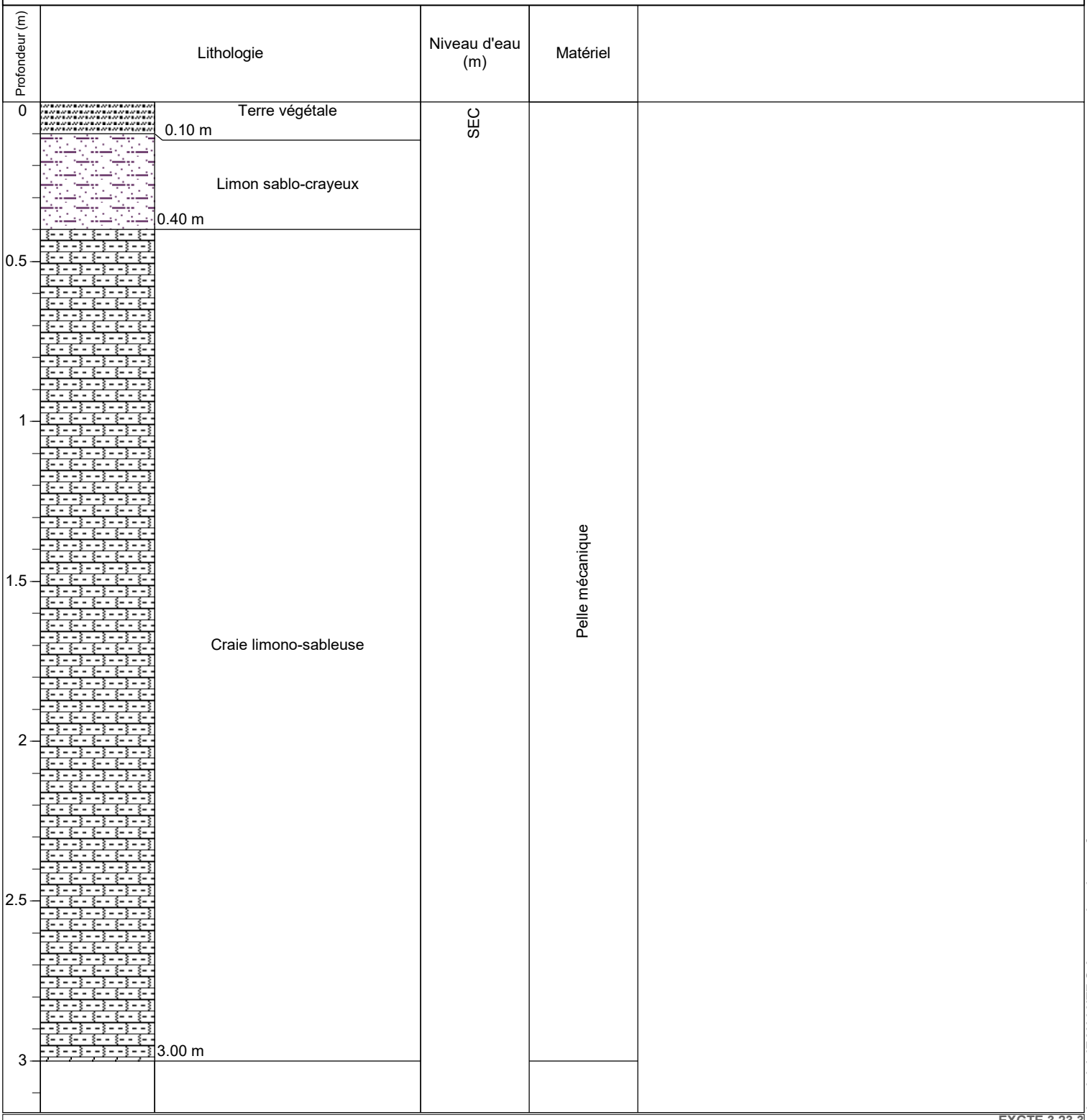
Echelle : 1/17

Machine : pelle mécanique

Date début de forage : 13/07/2022

Date fin de forage : 13/07/2022

Profondeur de fin : 3.00m



Observation :

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr



FOUILLE P2

GINGER CEBTP

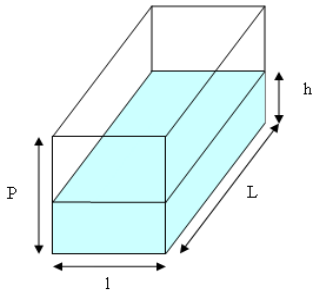
RAPPORT D'ESSAI D'INFILTRATION DE TYPE ESSAI A LA FOSSE (niveau variable)

E182
VERSION 3 du 27/03/2014
Processus AFFAIRES

Dossier :	NRE2.M.160	Client :	CA AMENAGEMENT
Date de l'essai:	13/07/2022	Technicien :	J. VUADELLE
Commune :	CHAMPIGNY	Dépouillement :	C.MORENO

P (m)	l (m)	L(m)	C	Référence
1.5	0.3	1.2	0.12	M1

t (min)	h (m)	K (m/s)*	K (m/s)**	Descente (m)
0	0.56	-	-	
12	0.54	5.E-06	5.E-06	-0.02
19	0.53	5.E-06	4.E-06	-0.03
25	0.52	5.E-06	5.E-06	-0.04
34	0.51	4.E-06	3.E-06	-0.05
45	0.5	4.E-06	3.E-06	-0.06
56	0.49	4.E-06	3.E-06	-0.07
66	0.48	4.E-06	3.E-06	-0.08



K (m/s)* : Perméabilité à partir de l'origine des mesures
K (m/s)** : Perméabilité entre deux points de mesures

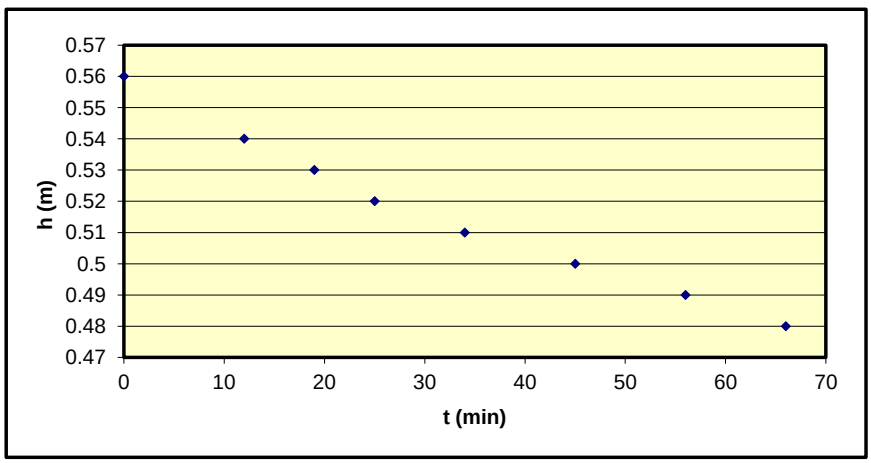
$$K = \frac{-C}{60 \times t} \times \ln \frac{h + C}{H + C} \quad \text{avec} \quad C = \frac{L \times l}{2 \times (L + l)}$$

COUPE DE SOL

Nature du materiau	Profondeur/TN (m)
Terre végétale	0.10
Limon crayeux	1.50

- K est la perméabilité des sols (m/s)
- H est la hauteur du niveau d'eau à t=0 (m)
- h est la hauteur du niveau d'eau à t (m)
- L est la longueur de la fosse (m)
- l est la largeur de la fosse (m)

Perméabilité K (m/s)
4.4.E-06



Date du rapport: 29/07/2022

Nom du chargé d'affaires :
C.MORENO

Visa du chargé d'affaires :



FOUILLE M1

GINGER CEBTP

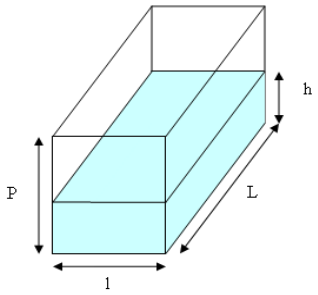
RAPPORT D'ESSAI D'INFILTRATION DE TYPE ESSAI A LA FOSSE (niveau variable)

E182
VERSION 3 du 27/03/2014
Processus AFFAIRES

Dossier :	NRE2.M.160	Client :	CA AMENAGEMENT
Date de l'essai:	13/07/2022	Technicien :	J. VUADELLE
Commune :	CHAMPIGNY	Dépouillement :	C.MORENO

P (m)	l (m)	L(m)	C	Référence
2.5	0.3	1.1	0.12	M2

t (min)	h (m)	K (m/s)*	K (m/s)**	Descente (m)
0	0.63	-	-	
2	0.58	7.E-05	7.E-05	-0.05
5	0.53	6.E-05	5.E-05	-0.1
12	0.45	5.E-05	4.E-05	-0.18
22	0.38	4.E-05	3.E-05	-0.25
34	0.33	3.E-05	2.E-05	-0.3
41	0.3	3.E-05	2.E-05	-0.33
60	0.25	2.E-05	1.E-05	-0.38



K (m/s)* : Perméabilité à partir de l'origine des mesures
K (m/s)** : Perméabilité entre deux points de mesures

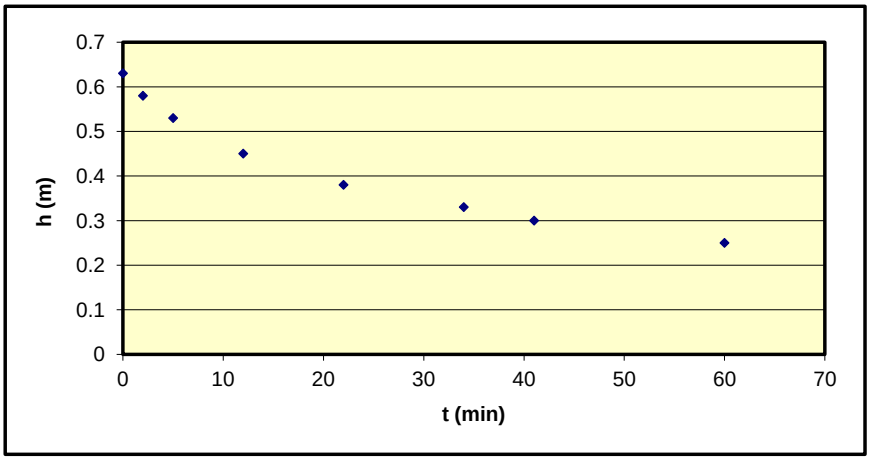
$$K = \frac{-C}{60 \times t} \times \ln \frac{h + C}{H + C} \quad \text{avec} \quad C = \frac{L \times l}{2 \times (L + l)}$$

COUPE DE SOL

Nature du materiau	Profondeur/TN (m)
Terre végétale	0.10
Limon crayeux	0.70
Craie	2.50

- K est la perméabilité des sols (m/s)
- H est la hauteur du niveau d'eau à t=0 (m)
- h est la hauteur du niveau d'eau à t (m)
- L est la longueur de la fosse (m)
- l est la largeur de la fosse (m)

Perméabilité K (m/s)
4.1.E-05



Date du rapport: 29/07/2022

Nom du chargé d'affaires :
C.MORENO

Visa du chargé d'affaires :



FOUILLE M2

GINGER CEBTP

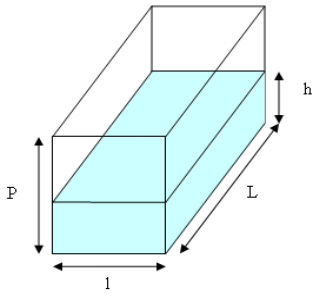
RAPPORT D'ESSAI D'INFILTRATION DE TYPE ESSAI A LA FOSSE (niveau variable)

E182
VERSION 3 du 27/03/2014
Processus AFFAIRES

Dossier :	NRE2.M.160	Client :	CA AMENAGEMENT
Date de l'essai:	13/07/2022	Technicien :	C. MORENO
Commune :	CHAMPIGNY	Dépouillement :	C.MORENO

P (m)	l (m)	L(m)	C	Référence
0.65	0.4	1.3	0.15	M3

t (min)	h (m)	K (m/s)*	K (m/s)**	Descente (m)
0	0.2	-	-	
1	0.19	7.E-05	7.E-05	-0.01
2	0.19	4.E-05	0.E+00	-0.01
3	0.19	2.E-05	0.E+00	-0.01
4	0.185	3.E-05	4.E-05	-0.015
5	0.185	2.E-05	0.E+00	-0.015
10	0.18	1.E-05	8.E-06	-0.02
15	0.175	1.E-05	8.E-06	-0.025
20	0.17	1.E-05	8.E-06	-0.03
30	0.16	1.E-05	8.E-06	-0.04
40	0.15	1.E-05	8.E-06	-0.05
50	0.14	9.E-06	9.E-06	-0.06
60	0.13	9.E-06	9.E-06	-0.07



K (m/s)* : Perméabilité à partir de l'origine des mesures
K (m/s) :** Perméabilité entre deux points de mesures

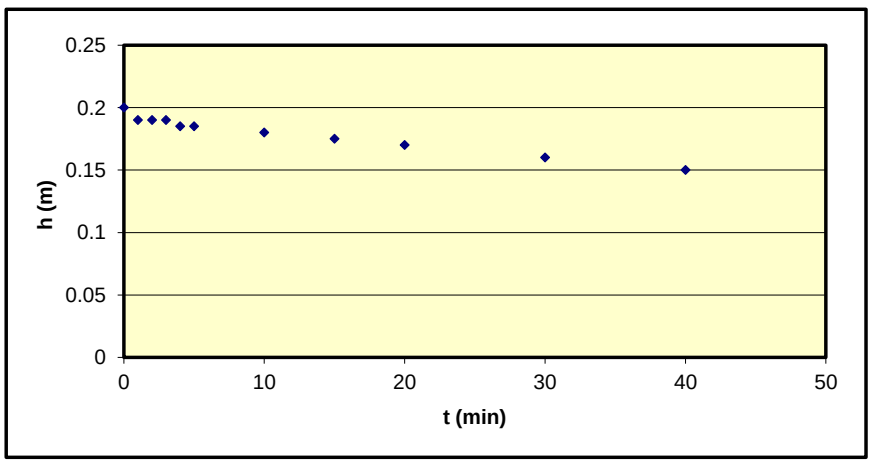
$$K = \frac{-C}{60 \times t} \times \ln \frac{h + C}{H + C} \quad \text{avec} \quad C = \frac{L \times l}{2 \times (L + l)}$$

COUPE DE SOL

Nature du materiau	Profondeur/TN (m)
Terre végétale	0.10
Limon crayeux	0.65

- K est la perméabilité des sols (m/s)
- H est la hauteur du niveau d'eau à t=0 (m)
- h est la hauteur du niveau d'eau à t (m)
- L est la longueur de la fosse (m)
- l est la largeur de la fosse (m)

Perméabilité K (m/s)
2.2.E-05



Date du rapport: 29/07/2022

Nom du chargé d'affaires :
C.MORENO

Visa du chargé d'affaires :



FOUILLE M3

GINGER CEBTP

RAPPORT D'ESSAI D'INFILTRATION DE TYPE ESSAI A LA FOSSE (niveau variable)

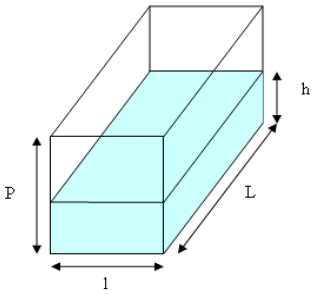
E182
VERSION 3 du 27/03/2014
Processus AFFAIRES

Dossier :	NRE2.M.160	Client :	CA AMENAGEMENT
Date de l'essai:	13/07/2022	Technicien :	C. MORENO
Commune :	CHAMPIGNY	Dépouillement :	C.MORENO

P (m)	l (m)	L(m)	C	Référence
2.5	0.4	1.3	0.15	M4

t (min)	h (m)	K (m/s)*	K (m/s)**	Descente (m)
0	0.56	-	-	
2	0.56	0.E+00	0.E+00	0
3	0.56	0.E+00	0.E+00	0
5	0.56	0.E+00	0.E+00	0
10	0.55	4.E-06	7.E-06	-0.01
15	0.545	4.E-06	4.E-06	-0.015
20	0.535	5.E-06	7.E-06	-0.025
30	0.53	4.E-06	2.E-06	-0.03
37	0.52	4.E-06	5.E-06	-0.04
47	0.5	5.E-06	8.E-06	-0.06

K (m/s)* : Perméabilité à partir de l'origine des mesures
K (m/s)** : Perméabilité entre deux points de mesures



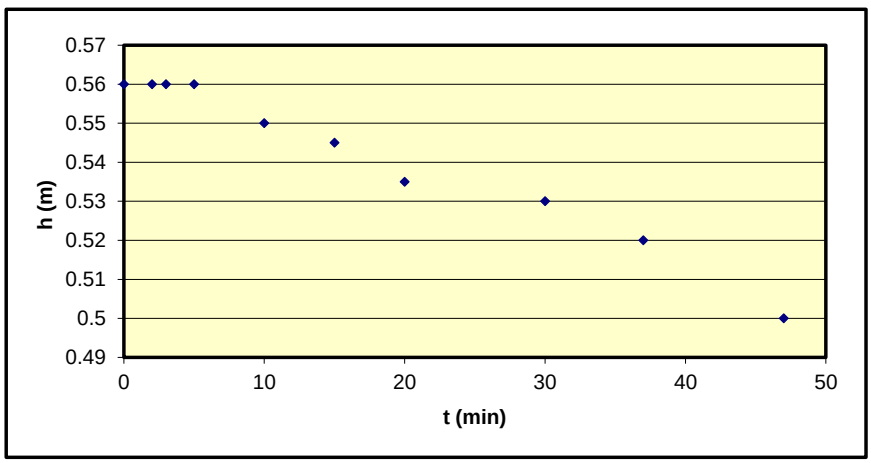
$$K = \frac{-C}{60 \times t} \times \ln \frac{h + C}{H + C} \quad \text{avec} \quad C = \frac{L \times l}{2 \times (L + l)}$$

COUPE DE SOL

Nature du materiau	Profondeur/TN (m)
Terre végétale	0.10
Limon crayeux	0.60
Craie	2.50

- K est la perméabilité des sols (m/s)
- H est la hauteur du niveau d'eau à t=0 (m)
- h est la hauteur du niveau d'eau à t (m)
- L est la longueur de la fosse (m)
- l est la largeur de la fosse (m)

Perméabilité K (m/s)
2.7.E-06



Date du rapport: 29/07/2022

Nom du chargé d'affaires :
C.MORENO

Visa du chargé d'affaires :



FOUILLE M5

GINGER CEBTP

RAPPORT D'ESSAI D'INFILTRATION DE TYPE ESSAI A LA FOSSE (niveau variable)

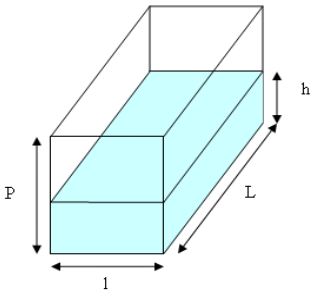
E182
VERSION 3 du 27/03/2014
Processus AFFAIRES

Dossier :	NRE2.M.160	Client :	CA AMENAGEMENT
Date de l'essai:	13/07/2022	Technicien :	C. MORENO
Commune :	CHAMPIGNY	Dépouillement :	C.MORENO

P (m)	l (m)	L(m)	C	Référence
2.5	0.5	1	0.17	M5

t (min)	h (m)	K (m/s)*	K (m/s)**	Descente (m)
0	0.5	-	-	
1	0.495	2.E-05	2.E-05	-0.005
2	0.495	1.E-05	0.E+00	-0.005
4	0.49	1.E-05	1.E-05	-0.01
5	0.48	2.E-05	4.E-05	-0.02
10	0.46	2.E-05	2.E-05	-0.04
15	0.445	2.E-05	1.E-05	-0.055
20	0.43	2.E-05	1.E-05	-0.07
30	0.385	2.E-05	2.E-05	-0.115
40	0.36	2.E-05	1.E-05	-0.14
50	0.35	1.E-05	5.E-06	-0.15

K (m/s)* : Perméabilité à partir de l'origine des mesures
K (m/s) :** Perméabilité entre deux points de mesures



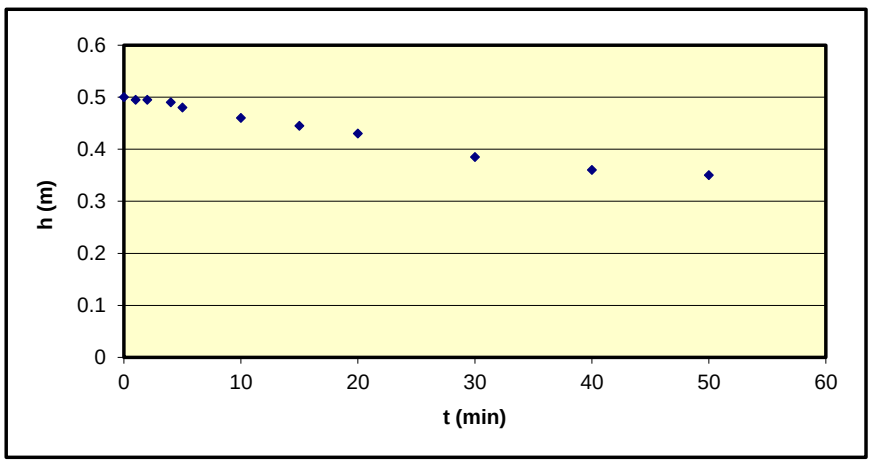
$$K = \frac{-C}{60 \times t} \times \ln \frac{h + C}{H + C} \quad \text{avec} \quad C = \frac{L \times l}{2 \times (L + l)}$$

COUPE DE SOL

Nature du materiau	Profondeur/TN (m)
Terre végétale	0.10
Limon crayeux	0.60
Craie	2.50

- K est la perméabilité des sols (m/s)
- H est la hauteur du niveau d'eau à t=0 (m)
- h est la hauteur du niveau d'eau à t (m)
- L est la longueur de la fosse (m)
- l est la largeur de la fosse (m)

Perméabilité K (m/s)
1.6.E-05



Date du rapport: 29/07/2022

Nom du chargé d'affaires :
C.MORENO

Visa du chargé d'affaires :



FOUILLE M6

GINGER CEBTP

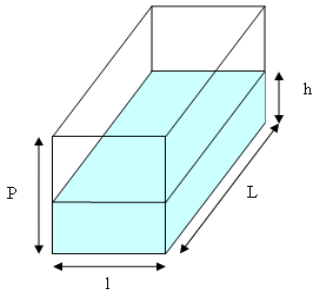
RAPPORT D'ESSAI D'INFILTRATION DE TYPE ESSAI A LA FOSSE (niveau variable)

E182
VERSION 3 du 27/03/2014
Processus AFFAIRES

Dossier :	NRE2.M.160	Client :	CA AMENAGEMENT
Date de l'essai:	13/07/2022	Technicien :	J. VUADELLE
Commune :	CHAMPIGNY	Dépouillement :	C.MORENO

P (m)	l (m)	L(m)	C	Référence
1	0.3	1	0.12	M6

t (min)	h (m)	K (m/s)*	K (m/s)**	Descente (m)
0	0.49	-	-	
2	0.42	1.E-04	1.E-04	-0.07
6	0.32	1.E-04	1.E-04	-0.17
12	0.25	8.E-05	6.E-05	-0.24
16	0.21	7.E-05	6.E-05	-0.28
23	0.16	7.E-05	5.E-05	-0.33
28	0.12	6.E-05	6.E-05	-0.37



K (m/s)* : Perméabilité à partir de l'origine des mesures
K (m/s)** : Perméabilité entre deux points de mesures

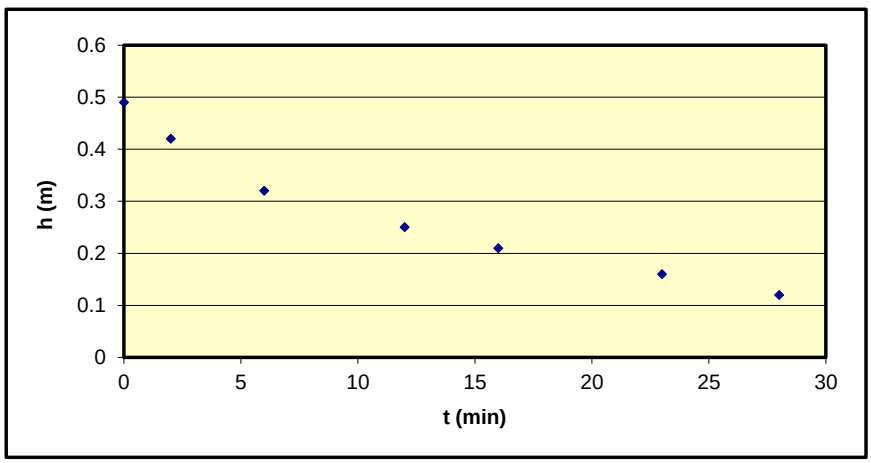
$$K = \frac{-C}{60 \times t} \times \ln \frac{h + C}{H + C} \quad \text{avec} \quad C = \frac{L \times l}{2 \times (L + l)}$$

COUPE DE SOL

Nature du materiau	Profondeur/TN (m)
Terre végétale	0.10
Limon crayeux	0.40
Craie	1.00

- K est la perméabilité des sols (m/s)
- H est la hauteur du niveau d'eau à t=0 (m)
- h est la hauteur du niveau d'eau à t (m)
- L est la longueur de la fosse (m)
- l est la largeur de la fosse (m)

Perméabilité K (m/s)
8.5.E-05



Date du rapport: 29/07/2022

Nom du chargé d'affaires :
C.MORENO

Visa du chargé d'affaires :



FOUILLE M4

GINGER CEBTP

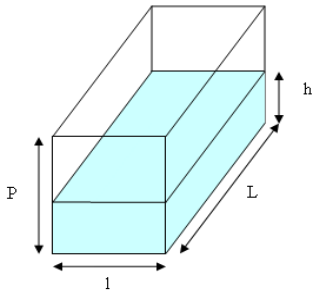
RAPPORT D'ESSAI D'INFILTRATION DE TYPE ESSAI A LA FOSSE (niveau variable)

E182
VERSION 3 du 27/03/2014
Processus AFFAIRES

Dossier :	NRE2.M.160	Client :	CA AMENAGEMENT
Date de l'essai:	13/07/2022	Technicien :	J. VUADELLE
Commune :	CHAMPIGNY	Dépouillement :	C.MORENO

P (m)	l (m)	L(m)	C	Référence
2.5	0.3	0.85	0.11	M7

t (min)	h (m)	K (m/s)*	K (m/s)**	Descente (m)
0	0.65	-	-	
2	0.6	6.E-05	6.E-05	-0.05
6	0.55	4.E-05	3.E-05	-0.1
22	0.43	3.E-05	2.E-05	-0.22
31	0.39	2.E-05	2.E-05	-0.26
41	0.35	2.E-05	2.E-05	-0.3
51	0.33	2.E-05	8.E-06	-0.32
60	0.31	2.E-05	1.E-05	-0.34



K (m/s)* : Perméabilité à partir de l'origine des mesures
K (m/s) :** Perméabilité entre deux points de mesures

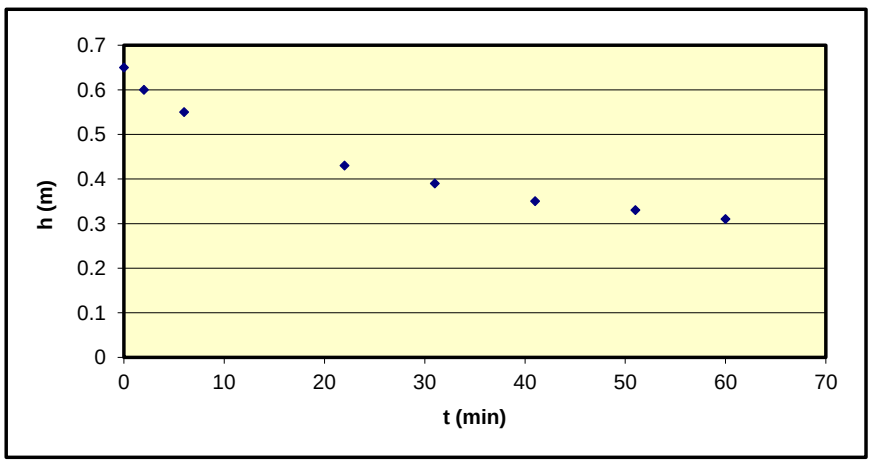
$$K = \frac{-C}{60 \times t} \times \ln \frac{h + C}{H + C} \quad \text{avec} \quad C = \frac{L \times l}{2 \times (L + l)}$$

COUPE DE SOL

Nature du materiau	Profondeur/TN (m)
Terre végétale	0.10
Limon crayeux	1.00
Craie	2.50

- K est la perméabilité des sols (m/s)
- H est la hauteur du niveau d'eau à t=0 (m)
- h est la hauteur du niveau d'eau à t (m)
- L est la longueur de la fosse (m)
- l est la largeur de la fosse (m)

Perméabilité K (m/s)
3.1.E-05



Date du rapport: 29/07/2022

Nom du chargé d'affaires :
C.MORENO

Visa du chargé d'affaires :



FOUILLE M7

ANNEXE 4 – RESULTATS DES ESSAIS EN LABORATOIRE

RAPPORT D' ESSAI

CLASSIFICATION DES MATERIAUX UTILISABLES DANS LA CONSTRUCTION DES REMBLAIS ET DES COUCHES DE FORME D'INFRASTRUCTURES ROUTIERES NF P 11-300

GINGER CEBTP REIMS
27 A RUE DES BLANCS MONTS
51350 CORMONTREUIL

Informations générales

N° dossier : **NRE2.M160.0001**
Désignation : CHAMPIGNY - G2AVP COMPLEMENTAIRE - AMENAG51370
Localité : CHAMPIGNY
Chargé d'affaire : CLEMENT MORENO

Client / MO : SAS CHAMPIGNY LES SABLES
Demandeur / MOE : SAS NORD EST AMENAGEMENT PROMOTION

Informations sur l'échantillon **N° 22NRE-1011**

Mode de prélèvement : Sondage à la Pelle Mécanique
Prélevé par : Jérémy VUADELLE
Date prélèvement : 18/07/22
Mode de conservation : Ech. prélevé en sac
Date de livraison : 18/07/22
Description : Graveluche

Sondage : M2
Profondeur : 0.70/2.50 m

Paramètres de nature

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Dmax	ME selon NFP94-056	20	mm
Passant à 50 mm	ME selon NFP94-056	100.0	%
Passant à 2 mm (fraction 0/50 mm)	ME selon NFP94-056	70.2	%
Passant à 80 µm (fraction 0/50 mm)	ME selon NFP94-056	42.9	%
Passant à 2 µm	ME selon NFP94-057		%
Limite de liquidité - W_L	ME selon NFP94-051		%
Limite de plasticité - W_P	ME selon NFP94-051		%
Indice de plasticité - I_P	W_L - W_P		
VBS	NF P94-068	0.47	g de bleu pour 100 g

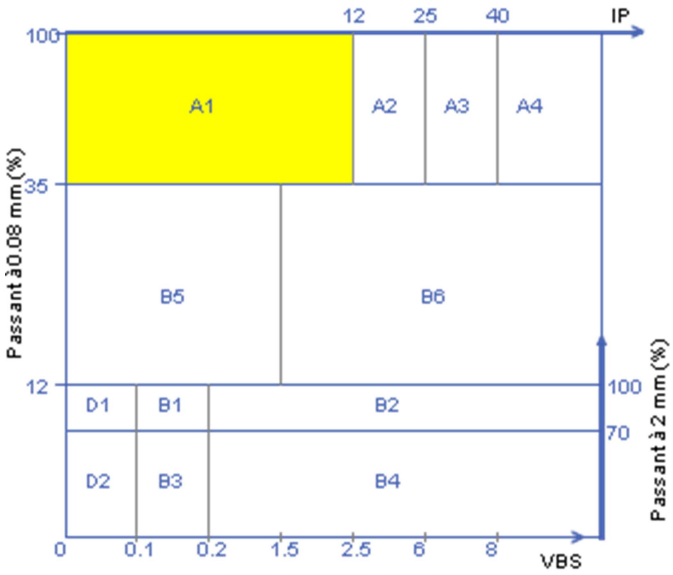
Paramètres d'état hydrique

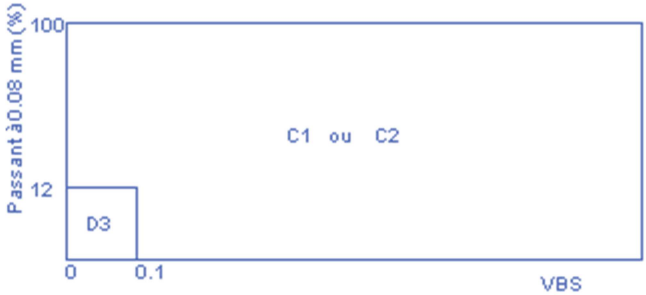
Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Teneur en eau naturelle - w	NF EN ISO 17892-1	18.2	%
Indice Portant immédiat - IPI	NF P94-078	44	
Indice de Consistance - I_c	(W_L - W_n) / I_P		
W_n / W_{OPN}	NF P94-093		

Pour information:

Teneur en eau Optimale W_{OPN} (%) :	
Masse volumique sèche Optimale ρ_{OPN} (Mg/m3) :	

CLASSIFICATION NF P 11-300: A1 ts





Le Responsable du Laboratoire
Grégory GRISOT

Observations:

RAPPORT D' ESSAI

CLASSIFICATION DES MATERIAUX UTILISABLES DANS LA CONSTRUCTION DES REMBLAIS ET DES COUCHES DE FORME D'INFRASTRUCTURES ROUTIERES NF P 11-300

GINGER CEBTP REIMS
27 A RUE DES BLANCS MONTS
51350 CORMONTREUIL

Informations générales

N° dossier : **NRE2.M160.0001**
Désignation : CHAMPIGNY - G2AVP COMPLEMENTAIRE - AMENAG51370
Localité : CHAMPIGNY
Chargé d'affaire : CLEMENT MORENO

Client / MO : SAS CHAMPIGNY LES SABLES
Demandeur / MOE : SAS NORD EST AMENAGEMENT PROMOTION

Informations sur l'échantillon **N° 22NRE-1012**

Mode de prélèvement : Sondage à la Pelle Mécanique
Prélevé par : Jérémy VUADELLE
Date prélèvement : 18/07/22
Mode de conservation : Ech. prélevé en sac
Date de livraison : 18/07/22
Description : Limon sableux marron

Sondage : M3
Profondeur : ( )

Paramètres de nature

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Dmax	ME selon NFP94-056	5	mm
Passant à 50 mm	ME selon NFP94-056	100.0	%
Passant à 2 mm (fraction 0/50 mm)	ME selon NFP94-056	87.8	%
Passant à 80 µm (fraction 0/50 mm)	ME selon NFP94-056	54.2	%
Passant à 2 µm	ME selon NFP94-057		%
Limite de liquidité - W_L	ME selon NFP94-051		%
Limite de plasticité - W_P	ME selon NFP94-051		%
Indice de plasticité - I_P	W_L - W_P		
VBS	NF P94-068	1.55	g de bleu pour 100 g

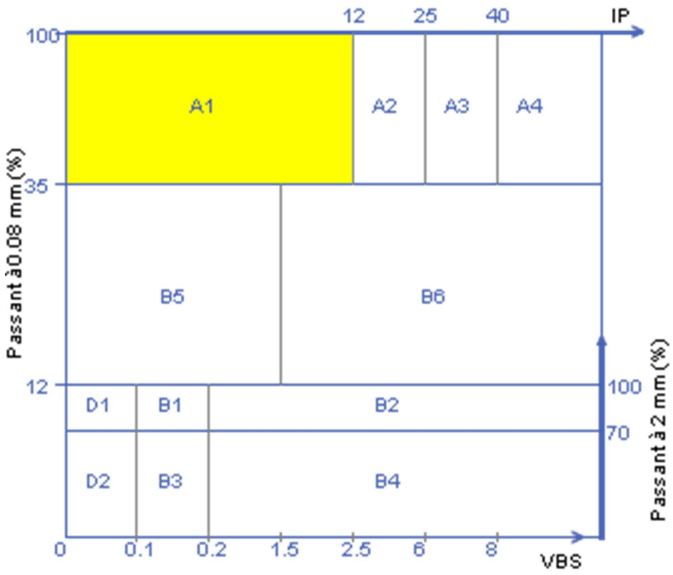
Paramètres d'état hydrique

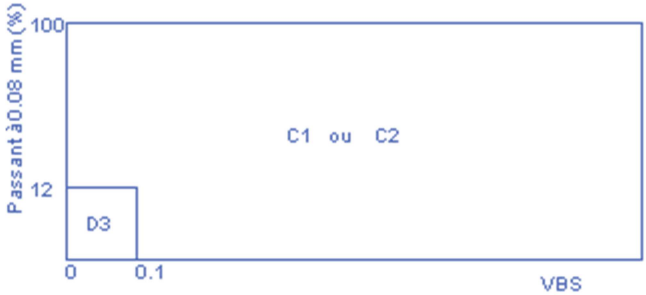
Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Teneur en eau naturelle - w	NF EN ISO 17892-1	7.3	%
Indice Portant immédiat - IPI	NF P94-078	26	
Indice de Consistance - I_c	(W_L - Wn) / I_P		
W_n / W_{OPN}	NF P94-093		

Pour information:

Teneur en eau Optimale W_{OPN} (%) :	
Masse volumique sèche Optimale ρ_{OPN} (Mg/m3) :	

CLASSIFICATION NF P 11-300: A1 m





Le Responsable du Laboratoire
Grégory GRISOT

Observations:

RAPPORT D' ESSAI

CLASSIFICATION DES MATERIAUX UTILISABLES DANS LA CONSTRUCTION DES REMBLAIS ET DES COUCHES DE FORME D'INFRASTRUCTURES ROUTIERES NF P 11-300

GINGER CEBTP REIMS
27 A RUE DES BLANCS MONTS
51350 CORMONTREUIL

Informations générales

N° dossier : **NRE2.M160.0001**
Désignation : CHAMPIGNY - G2AVP COMPLEMENTAIRE - AMENAG51370
Localité : CHAMPIGNY
Chargé d'affaire : CLEMENT MORENO

Client / MO : SAS CHAMPIGNY LES SABLES
Demandeur / MOE : SAS NORD EST AMENAGEMENT PROMOTION

Informations sur l'échantillon **N° 22NRE-1013**

Mode de prélèvement : Sondage à la Pelle Mécanique
Prélevé par : Jérémy VUADELLE
Date prélèvement : 18/07/22
Mode de conservation : Ech. prélevé en sac
Date de livraison : 18/07/22
Description : Sable marron

Sondage : M7
Profondeur : 0.25/1.00 m

Paramètres de nature

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Dmax	ME selon NFP94-056	20	mm
Passant à 50 mm	ME selon NFP94-056	100.0	%
Passant à 2 mm (fraction 0/50 mm)	ME selon NFP94-056	94.1	%
Passant à 80 µm (fraction 0/50 mm)	ME selon NFP94-056	33.2	%
Passant à 2 µm	ME selon NFP94-057		%
Limite de liquidité - W_L	ME selon NFP94-051		%
Limite de plasticité - W_P	ME selon NFP94-051		%
Indice de plasticité - I_P	W_L - W_P		
VBS	NF P94-068	1.28	g de bleu pour 100 g

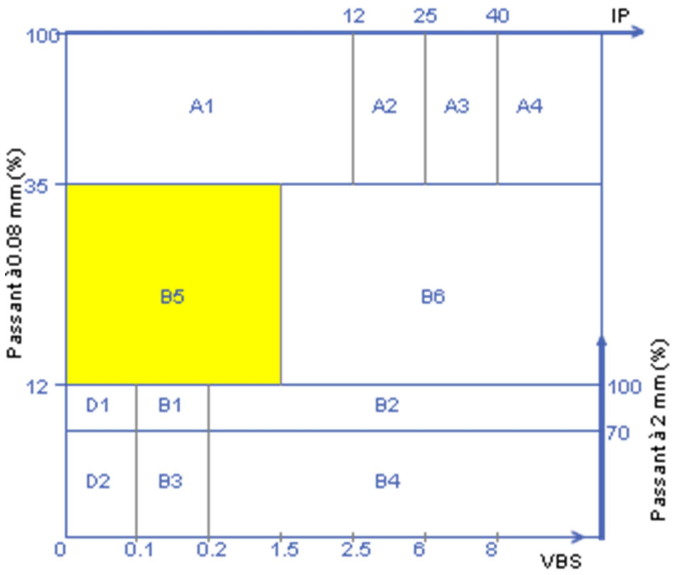
Paramètres d'état hydrique

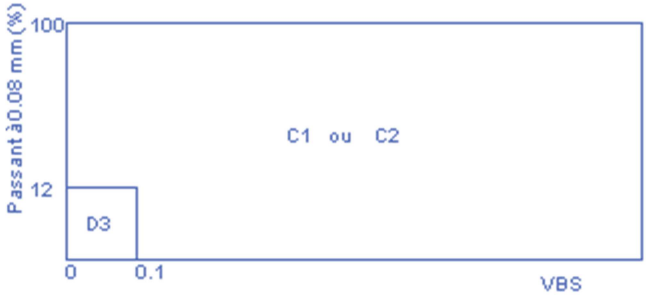
Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Teneur en eau naturelle - w	NF EN ISO 17892-1	6.2	%
Indice Portant immédiat - IPI	NF P94-078	41	
Indice de Consistance - I_c	(W_L - W_n) / I_P		
W_n / W_{OPN}	NF P94-093		

Pour information:

Teneur en eau Optimale W_{OPN} (%) :	
Masse volumique sèche Optimale ρ_{OPN} (Mg/m3) :	

CLASSIFICATION NF P 11-300: B5 S





Le Responsable du Laboratoire
Grégory GRISOT

Observations:

CONTACT

GINGER CEBTP

27A rue des Blancs Monts

51350 CORMONTREUIL

Tél. : +33 (03 26 87 86 00)

Fax. : +33 (03 26 87 86 01)

www.groupeginger.com

IDEC GROUPE

Parc Zone des Sables, Autoroute des Anglais, Champigny (51)

Etude de valorisation du potentiel en énergies renouvelables et de récupération (ENR&R)

Rapport

Réf : CICEIF182367/ RICEIF00881

MAAD / EDL / MCN

16/12/2019



GINGER BURGEAP

IDEC GROUPE

Parc Zone des Sables, Autoroute des Anglais, Champigny (51)

Etude de valorisation du potentiel en énergies renouvelables et de récupération (ENR&R)

Ce rapport a été rédigé avec la collaboration de :

Objet de l'indice	Date	Indice	Rédaction Nom / signature	Vérification Nom / signature	Validation Nom / signature
Rapport	16/12/2019	01	M. ADJOVI	E. LECOMPTE	M. COHEN

Numéro de contrat / de rapport :	Réf : CICEIF182367/ RICEIF00881
Numéro d'affaire :	A49072
Domaine technique :	ER07
Mots clé du thésaurus	ENERGIES RENOUVELABLES

BURGEAP Activité ICE • 143, avenue de Verdun – 92442 Issy-les-Moulineaux CEDEX
Tél. 33 (0) 1 46 10 25 51
burgeap.paris@groupeginger.com

SOMMAIRE

1. Introduction 6
1.1 Notre vision de la problématique énergétique 6
1.2 Contexte réglementaire 7
1.2.1 La loi Grenelle 7
1.2.2 La loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte 7
2. Méthodologie 8
CAHIER 1 9
3. Caractéristiques du projet 10
3.1 Périmètre d'étude 10
3.2 Données collectées et scénario d'aménagement 10
3.2.1 Scénario d'aménagement 10
3.2.2 Stratégie énergétique locale 11
3.3 Caractérisation des besoins 12
3.3.1 Energie primaire, finale et utile 12
3.3.2 Choix du niveau de performance thermique 12
3.3.3 Besoins du site 13
4. Analyse du potentiel en Energies Renouvelables et de Récupération . 16
4.1 Réseaux de chaleur ou de froid 16
4.1.1 Raccordement au réseau existant 16
4.1.2 Création d'un micro-réseau 16
4.2 Energie hydraulique 17
4.3 Energie solaire 18
4.3.1 Données climatiques et gisement 18
4.3.2 Projet à proximité de monuments historiques 19
4.3.3 Solaire photovoltaïque 20
4.3.4 Solaire thermique 22
4.4 Energie éolienne 23
4.4.1 Grand éolien (puissance > 350 kW) 23
4.4.2 Moyen et Petit éolien 23
4.5 Combustion de biomasse 24
4.5.1 Bois énergie 24
4.5.2 Biomasse agricole 25
4.6 Biogaz 26
4.6.1 Valorisation des déchets 26
4.6.2 Valorisation des sous-produits agro-alimentaires 26
4.7 Géothermie 27
4.7.1 Code minier 28
4.7.2 Géothermie sur nappe 29
4.7.3 La géothermie sur sondes 30
4.8 Récupération de chaleur sur eaux usées 31
4.8.1 Installation collective au projet 31
4.8.2 Installation individuelle au bâtiment 32
4.9 Chaleur fatale industrielle 32
4.10 Aérothermie 32
4.11 Cogénération 33
4.12 Synthèse de l'analyse de potentiel en EnR 34

5. Conclusions intermédiaires : scénarios énergétiques retenus 37
CAHIER 2 .....Erreur ! Signet non défini.
6. Dimensionnements techniques .....Erreur ! Signet non défini.
6.1 Scénario Econv..... Erreur ! Signet non défini.
6.1.1 Production de chaleur ..... **Erreur ! Signet non défini.**
6.1.2 Production de froid ..... **Erreur ! Signet non défini.**
6.2 Scénario EnR 1 ..... Erreur ! Signet non défini.
6.2.1 Production de chaleur ..... **Erreur ! Signet non défini.**
6.2.2 Production dans les commerces ..... **Erreur ! Signet non défini.**
6.3 Scénario EnR 2 ..... Erreur ! Signet non défini.
6.3.1 Production de chaleur ..... **Erreur ! Signet non défini.**
6.3.2 Production dans les commerces ..... **Erreur ! Signet non défini.**
6.4 Scénario EnR 2bis..... Erreur ! Signet non défini.
6.4.1 Production de chaleur ..... **Erreur ! Signet non défini.**
6.4.2 Production dans les commerces ..... **Erreur ! Signet non défini.**
7. Analyse multicritère des scénarios retenus..... Erreur ! Signet non défini.
7.1 Coûts d'investissements ..... Erreur ! Signet non défini.
7.2 Analyse économique en coût global ..... Erreur ! Signet non défini.
7.2.1 Hypothèses économiques..... **Erreur ! Signet non défini.**
7.2.2 Evolution des prix de l'énergie ..... **Erreur ! Signet non défini.**
7.2.3 Résultats économiques..... **Erreur ! Signet non défini.**
7.2.4 Résultats environnementaux..... **Erreur ! Signet non défini.**
8. Conclusion ..... Erreur ! Signet non défini.

TABLEAUX

Tableau 1 : Besoins en énergie des bâtiments du projet (en kWh/m²) 13
Tableau 2 : Besoins en énergie totaux du projet par usage (MWh/an)..... 14
Tableau 3 : Tarifs de rachat total de l'électricité PV pour le 4ème trimestre 2019 en fonction de la puissance installée et du type d'intégration..... 21
Tableau 4 : Tarifs de rachat du surplus de l'électricité PV pour le 4ème trimestre 2019 en fonction de la puissance installée et du type d'intégration..... 21
Tableau 5 : Synthèse de l'analyse du potentiel du site en énergies renouvelables et de récupération..... 34
Tableau 7 : Dimensionnement technique de la chaufferie bois ..... **Erreur ! Signet non défini.**
Tableau 8 : Coûts estimés des équipements de production énergétique *..... **Erreur ! Signet non défini.**
Tableau 9 : Synthèse du comparatif des différents scénarios..... **Erreur ! Signet non défini.**

FIGURES

Figure 1 : Localisation du projet et périmètre d'étude (source : Google Earth)..... 10
Figure 2 : Plan de masse et programmation surfacique du site étudiée 11
Figure 3 : Schéma de la chaîne énergétique 12
Figure 4 : Besoins surfaciques annuels en énergie du projet 14
Figure 5 : Répartition des besoins en énergie totaux du projet par usage (MWh/an)..... 15
Figure 6 : Besoins en énergie par activités du programme 15
Figure 7 : Plan masse avec une estimation de longueur de réseau nécessaire..... 17
Figure 8 : Ensoleillement moyen annuel en kWh/m²/an (source : PVGIS) 18
Figure 9 : Proximité du projet avec un site patrimonial (Source : Atlas des Patrimoines) 19
Figure 10 : Classes de géothermie..... 28

Figure 11 : Eligibilité à la géothermie de minime importance du projet pour les installations sur nappe et sur sondes verticales (Source : BRGM/géothermie-perspectives.fr) 28
Figure 12 : Potentiel géothermique du meilleur aquifère (Source : BRGM/géothermie-perspectives.fr) 29
Figure 13 : Exemple de profil annuel utilisé..... **Erreur ! Signet non défini.**
Figure 14 : Monotone de puissance de la solution ENR1 ..... **Erreur ! Signet non défini.**
Figure 15 : Coût global annualisé des différents scénarios étudiés..... **Erreur ! Signet non défini.**
Figure 16 : Comparatif environnemental (GES, particules et déchets radioactifs) des scénarios retenus..... **Erreur ! Signet non défini.**

1. Introduction

L'analyse préliminaire de faisabilité du potentiel de développement des énergies renouvelables est initiée avec les premières étapes d'un projet d'aménagement.

Cette analyse doit permettre :

- d'identifier les énergies renouvelables ayant un potentiel de développement à l'échelle de l'opération d'aménagement dès l'avant-projet afin de prévoir leur intégration ;
- de savoir si les projets d'approvisionnement énergétiques associés à ces énergies sont réalisables ;
- d'évaluer les conditions de leur rentabilité.

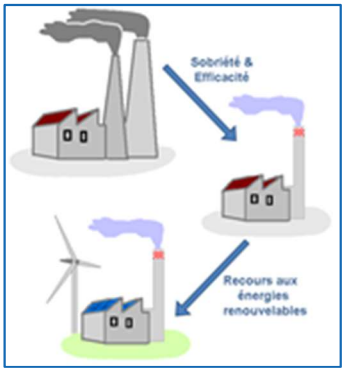
Il s'agit donc de faire émerger, selon une analyse multicritère (technologie, contraintes de mise en œuvre, investissement, coût global, coût environnemental, etc.), les projets les plus pertinents pour maximiser la part d'énergies renouvelables dans le mix énergétique d'approvisionnement de l'aménagement.

Pour les scénarios d'approvisionnement jugés pertinents à la suite de l'étude de faisabilité du potentiel de développement des énergies renouvelables, le maître d'ouvrage peut procéder à une étude de faisabilité qui fournit avec plus de détails les capacités du gisement, les coûts et les bénéfices du ou des scénarios d'approvisionnement retenus. Si l'intérêt de ces scénarios est confirmé, suivent les étapes de conception et d'ingénierie. Pour les grands projets, ces dernières étapes comprennent des activités de développements, consacrées aux ententes de financement du projet et à l'obtention de tous les permis nécessaires à sa réalisation. Enfin seulement arrive la construction puis la mise en service du projet.

Le présent rapport constitue un guide à destination de l'aménageur présentant les possibilités et le potentiel d'approvisionnement en EnR&R pour la réalisation du projet immobilier du parc Zone des Sables dans la commune de Champigny (51).

1.1 Notre vision de la problématique énergétique

Dans le contexte énergétique et climatique actuel, le recours aux énergies renouvelables (EnR) doit être envisagé comme le dernier maillon d'une chaîne vertueuse visant à réduire les consommations d'énergies fossiles non renouvelables et relocaliser la production d'énergie. Il n'a de sens que si des actions prioritaires sont menées en amont sur les questions de sobriété et d'efficacité énergétique. On entend par sobriété énergétique la suppression des gaspillages par la responsabilisation de tous les acteurs, du producteur aux utilisateurs. L'efficacité énergétique quant à elle consiste à réduire le plus possible les pertes par rapport aux ressources utilisées. Ainsi les actions de sobriété et d'efficacité réduisent les besoins d'énergie à la source. Les EnR doivent alors être encouragées et favorisées pour satisfaire le solde des besoins d'énergie dans le but d'équilibrer durablement ces besoins avec les ressources disponibles et limiter le recours aux énergies non renouvelables. La présente étude s'inscrit dans cette démarche.



1.2 Contexte réglementaire

1.2.1 La loi Grenelle

La loi n°2009-967 du 3 août 2009 de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'Environnement, dite Grenelle I, établit le programme de mise en œuvre des conclusions de la consultation nationale sur la politique de l'environnement. Le texte est composé de 57 articles regroupés en 5 grands titres :

- Lutte contre le changement climatique
- Biodiversité, écosystème et milieux naturels
- Prévention des risques pour l'environnement et la santé, prévention des déchets
- Etat exemplaire
- Gouvernance, information et formation

L'article 8 de la présente loi, transcrit à l'article L300-1 du Code de l'Urbanisme stipule que « *Toute action ou opération d'aménagement faisant l'objet d'une étude d'impact doit faire l'objet d'une étude de faisabilité sur le potentiel de développement en énergies renouvelables de la zone, en particulier sur l'opportunité de la création ou du raccordement à un réseau de chaleur ou de froid ayant recours aux énergies renouvelables et de récupération*. ».

L'article 4 de la présente loi établit les grandes lignes de la Réglementation Thermique 2012, dont les modalités sont fixées par l'arrêté du 26 octobre 2010. Elle limite notamment à 50 kWh d'énergie primaire (limite modulable) la consommation maximale annuelle surfacique pour les usages suivants : chauffage et auxiliaires, eau chaude et auxiliaires, ventilation, climatisation et éclairage.

1.2.2 La loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte

La loi n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte ainsi que les plans d'action qui l'accompagnent doivent permettre à la France de contribuer plus efficacement à la lutte contre le dérèglement climatique et de renforcer son indépendance énergétique en équilibrant mieux ses différentes sources d'approvisionnement.

Les objectifs de la loi précisent ou renforcent ceux établis par les lois Grenelle :

- Réduire nos émissions de gaz à effet de serre de 40% entre 1990 et 2030 et diviser par quatre les émissions de gaz à effet de serre entre 1990 et 2050 (facteur 4).
- Réduire notre consommation énergétique finale de 50% en 2050 par rapport à la référence 2012.
- Réduire notre consommation énergétique primaire d'énergies fossiles de 30% en 2030 par rapport à la référence 2012.
- Porter la part des énergies renouvelables à 32% de la consommation finale d'énergie en 2030 et à 40% de la production d'électricité.
- Diversifier la production d'électricité et baisser à 50% la part du nucléaire à l'horizon 2025.
- Réduire de 50% les déchets mis en décharge à l'horizon 2025.

2. Méthodologie

L'étude proposée par BURGEAP se déroule en deux phases :

- Diagnostic (cahier 1) ;
  - Caractérisations des besoins énergétiques du projet,
  - Analyse du potentiel en énergies renouvelables et de récupération,
  - Sélection des scénarios.
- Pré-faisabilité (cahier 2) ;
  - Pré dimensionnement,
  - Analyse multicritère.

Cette version intermédiaire du rapport présente les éléments issus de la phase de diagnostic.

CAHIER 1



3. Caractéristiques du projet

3.1 Périmètre d'étude

L'étude de faisabilité du potentiel de développement des énergies renouvelables et de récupération, notée étude de faisabilité EnR par la suite, concerne la construction d'une zone d'activité dans la commune de Champigny à l'ouest de Reims.

La figure ci-dessous illustre la situation du projet d'aménagement :



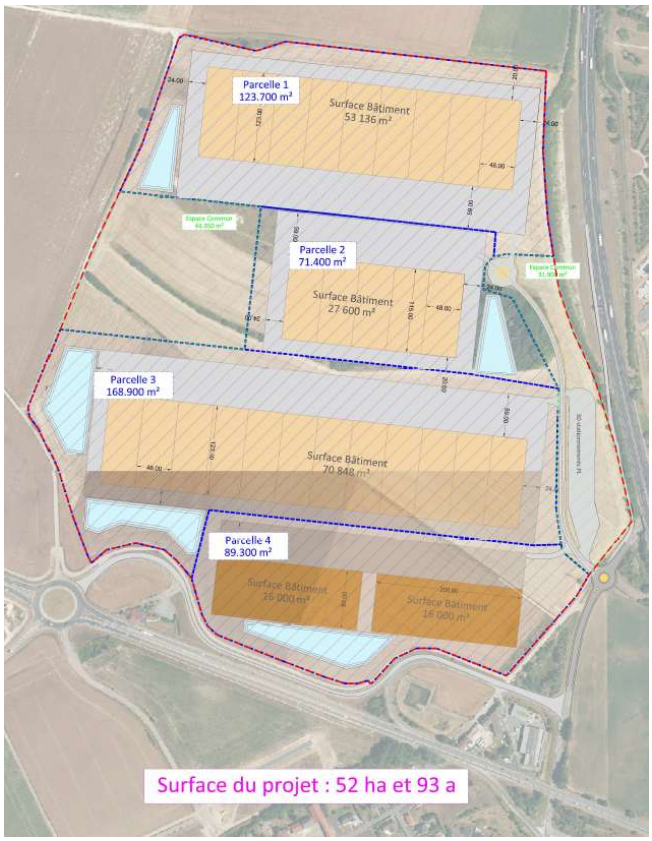
Figure 1 : Localisation du projet et périmètre d'étude (source : Google Earth)

3.2 Données collectées et scénario d'aménagement

3.2.1 Scénario d'aménagement

L'opération d'aménagement prévoit la construction d'environ 184 000 m² de surface de plancher de bâtiments d'activités diverses. La programmation du projet dépendant fortement des activités envisagées par les futurs preneurs, un scénario d'aménagement a été défini avec la maîtrise d'ouvrage sur la base des hypothèses ci-dessous :

- 64 190 m² de surface de plancher d'entrepôts de stockage sec
- 16 560 m² de surface de plancher d'entrepôts de stockage frais
- 32 000 m² de surface de plancher de bâtiments d'activités diverses
- 70 850 m² de surface de plancher d'entrepôts de messagerie



Parcelle	Surface de plancher (SDP)	Programmation
01	53 150 m²	Entrepôts de stockage sec
02	27 600 m²	40% Entrepôt sec 60 % Entrepôts de stockage frais
03	70 850 m²	Entrepôt classique type messagerie
04	32 000 m²	Mix d'activités : Bureaux , artisanat,…

Figure 2 : Plan de masse et programmation surfacique du site étudiée

3.2.2 Stratégie énergétique locale

Le SRADDET de la région Grand-Est (dont la mise en place est prévue pour fin 2019) s'inscrit dans la continuité des anciens SRCAE et détermine les orientations à suivre pour préserver la qualité de l'air et lutter localement contre les changements climatiques, notamment pour réaliser le « facteur 4 » d'ici 2050 :

- Réduire la consommation énergétique finale de 29% en 2030 et 55% à l'horizon 2050 ;
- Réduire la consommation en énergie fossile de 48% en 2030 et 96% en 2050 ;
- Couvrir la consommation par les énergies renouvelables et de récupération (EnR&R) de 41% en 2030 et 100% en 2050 et donc développer les EnR&R à travers plusieurs mesures d'accompagnement ;
- Réduire les émissions de gaz à effet de serre de 54% en 2030 et 77% en 2050.

Le projet d'aménagement de la ZAE des Sables s'inscrira dans ces objectifs régionaux avec l'adoption d'un niveau de performance énergétique favorisant une réduction de consommation énergétique d'au moins 10% par rapport à la RT 2012, anticipant ainsi la future règlementation énergétique et environnementale. La présente étude s'inscrit également dans ces engagements avec la présentation de solutions d'approvisionnement d'énergies renouvelables alternatives permettant de contribuer à la diversification du mix énergétique renouvelable de la région.

3.3 Caractérisation des besoins

3.3.1 Energie primaire, finale et utile

Les concepts d'énergie primaire, finale et utile sont abondamment utilisés dans les problématiques énergétiques et doivent être clairement compris par le lecteur. Ils caractérisent les performances d'une filière énergétiques depuis l'amont (énergie primaire) jusqu'à l'aval (énergie utile).

On distingue ainsi :

- **Énergie primaire** (en **kWh$_{EP}$**) : énergie brute (non transformée) puisée dans l'environnement (houille, lignite, pétrole brut, gaz naturel, etc.). Concernant la production d'électricité à partir de combustible nucléaire, l'énergie primaire fait référence à la chaleur produite par le combustible avant transformation en électricité ;
- **Énergie finale** ou disponible chez l'utilisateur (en **kWh$_{EF}$**) : énergie qui se présente sous sa forme livrée pour sa consommation finale (essence à la pompe, fioul ou gaz « entrée chaudière », électricité aux bornes du compteur, etc.) ;
- **Énergie utile / besoin (en kWh$_{EU}$)** : énergie qui réalise effectivement la tâche voulue pour l'utilisateur après la dernière conversion par ses propres appareils (rendement global d'exploitation). Dans le cas de la chaleur délivrée à l'usager, on parle souvent de besoins de chaleur.

Le schéma de la chaîne énergétique, présentant les divers jeux de conversion entre les différentes formes d'énergie, est disponible ci-dessous :

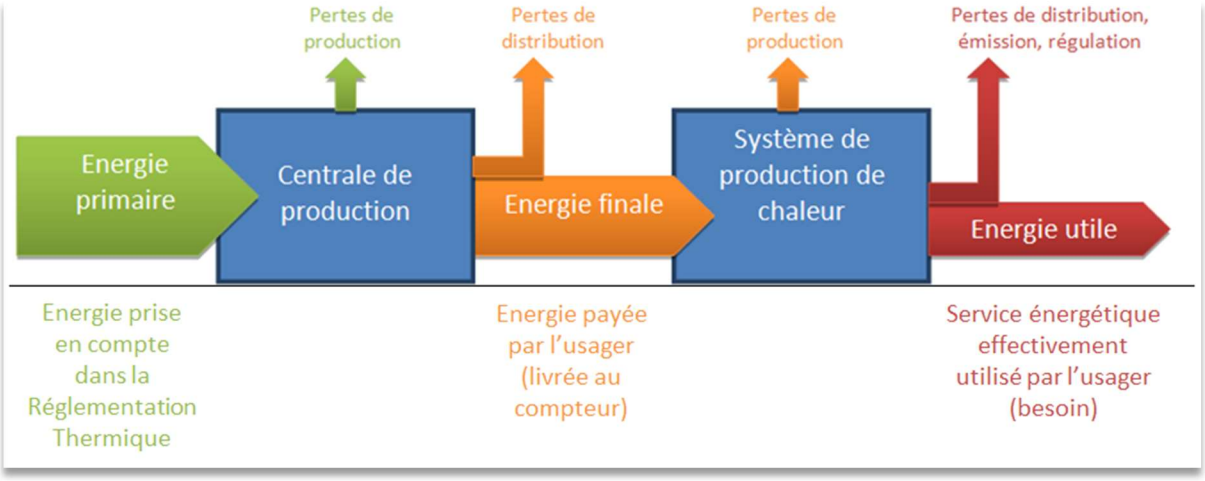


Figure 3 : Schéma de la chaîne énergétique

3.3.2 Choix du niveau de performance thermique

L'ambition énergétique du projet est **un niveau de performance énergétique équivalent à la RT 2012-10%.**

La RT 2012 fixe une consommation maximale d'énergie primaire annuelle surfacique notée Cep$_{max}$, pour les usages suivants :

- la production de chaleur pour le chauffage,
- la production de chaleur pour l'Eau Chaude Sanitaire (ECS),

- la production de froid,
- l'électricité réglementaire : éclairage des locaux, auxiliaires de chauffages et de ventilation.

Ce facteur Cepmax est modulable en fonction du climat et de la solution d'approvisionnement énergétique retenue, etc. Cependant, la présente étude est centrée sur la production énergétique : pour que la comparaison garde un sens physique, il a été décidé ici de travailler avec des bâtiments de même performance thermique quelle que soit la solution étudiée (i.e. avec des besoins en énergie utile identiques).

De plus, la RT 2012 est un mode de calcul à part entière, qui vise moins à prévoir les consommations énergétiques du futur bâtiment qu'à mettre en place une méthode de calcul transposable.

Par soucis de présenter une analyse économique globale réaliste, les ratios utilisés sont des ratios qui correspondent à une conception visant à respecter les niveaux d'ambition énergétiques retenus (type et épaisseur d'isolant, surface vitrée, etc.) avec une consommation obtenue légèrement supérieure aux seuils théoriques autorisés, tendance souvent observée.

3.3.3 Besoins du site

L'estimation des besoins énergétiques (hors process spécifiques éventuels) est réalisée sur la base des ratios présentés ci-dessous :

Tableau 1 : Besoins en énergie des bâtiments du projet (en kWh/m²)

Postes de consommation	Entrepôts de stockage sec	Entrepôts de stockage frais	Messagerie	Activités diverses (bureaux, artisanat)
Chauffage	40	0	40	44
Froid	0	225	0	30
ECS	0	0	0	4
Electricité réglementaire (éclairage et ventilation)	20	145	20	24

Les besoins sont répartis comme décrits ci-dessous pour chaque usage :

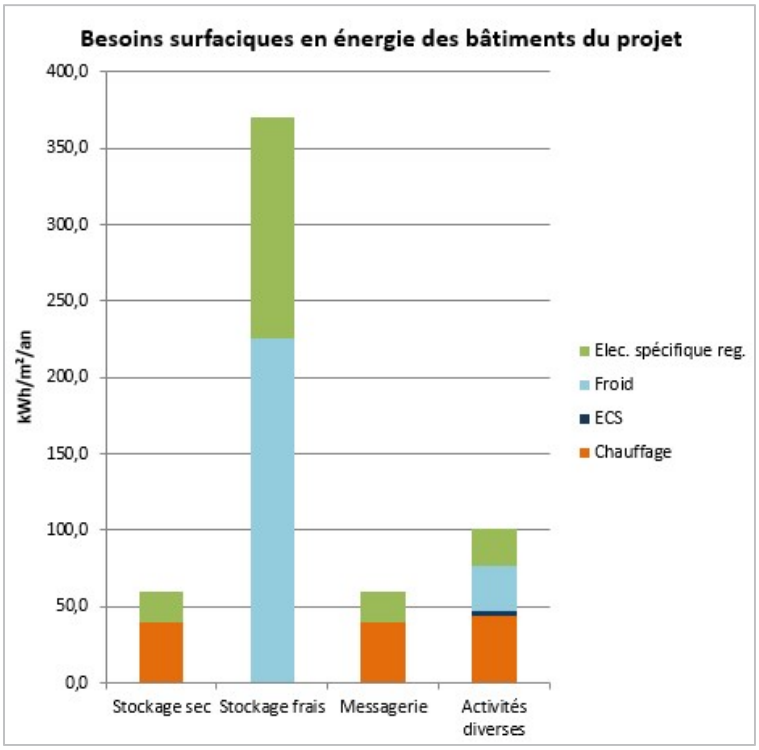


Figure 4 : Besoins surfaciques annuels en énergie du projet

Sur l'ensemble du projet, les besoins en MWh/an s'élèvent à :

Tableau 2 : Besoins en énergie totaux du projet par usage (MWh/an)

Usage énergétique	Entrepôts de stockage sec	Entrepôts de stockage frais	Messagerie	Activités diverses (bureaux, artisanat)
Chauffage	2 568	0	2 834	1 408
Froid	0	3 726	0	944
ECS	0	0	0	112
Electricité règlementaire (ventilation, éclairage)	1 284	2 401	1 417	768

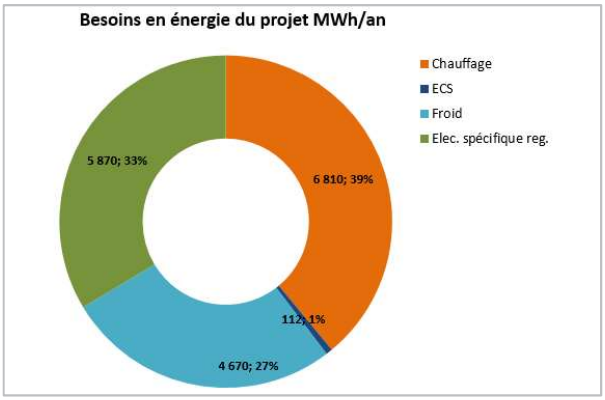


Figure 5 : Répartition des besoins en énergie totaux du projet par usage (MWh/an)

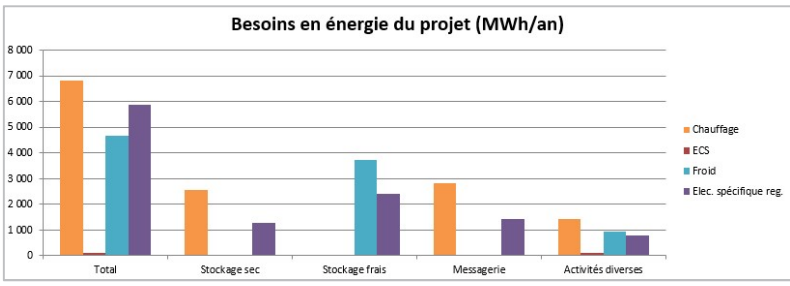


Figure 6 : Besoins en énergie par activités du programme

4. Analyse du potentiel en Energies Renouvelables et de Récupération

4.1 Réseaux de chaleur ou de froid

L'étude de potentialité du raccord à un réseau de chaleur ou de froid existant ou la création d'un réseau est un des axes de travail obligatoire de l'étude de faisabilité EnR. En effet, ces solutions mutualisées de production énergétique sont un moyen de développer à grande échelle les énergies renouvelables. Le réseau de chaleur permet de bénéficier de l'effet de foisonnement1 et donc parfois de diminuer les coûts d'investissement. Par contre, ils nécessitent une prise en compte particulière en amont du projet et souvent un portage fort de la part de l'aménageur.

4.1.1 Raccordement au réseau existant

Après consultation de la base de données ViaSéva, aucun réseau de chaleur n'est recensé sur le territoire de la commune. Le réseau de chaleur qui passe le plus près de la commune de Champigny est celui de la Croix Rouge à Reims, à environ 5 km du projet.

Conclusion sur la ressource

Aucun réseau de chaleur existant à proximité du site.

4.1.2 Création d'un micro-réseau

Pour apprécier la pertinence du futur réseau, il faut calculer la densité énergétique du futur réseau. Elle représente la quantité d'énergie distribuée sur la longueur du réseau à installer. Plus la densité du réseau est élevée, plus l'installation est justifiée. A l'inverse, un réseau de faible densité va entrainer trop de pertes en ligne par rapport à l'énergie réellement distribuée. Une estimation de la longueur de réseau nécessaire a été faite d'après le plan d'implantation ci-dessous.

Une estimation de la longueur de réseau nécessaire a été réalisée d'après le plan d'implantation ci-dessous et évaluée à environ 980 mètres linéaires pour l'ensemble du projet.

CAc – consommation thermique utile en chauffage et ECS annuelle réseau = 6 922 MWh/an

L – longueur du réseau = 980 ml

Dc – densité énergétique du réseau = CAc /L = 7 MWh/(ml.an)

[1] Le phénomène de foisonnement est observé quand les usages de chaleur/froid sont désynchronisés sur la zone (usages de jour et de nuit par exemple). Dans ce cas, la mutualisation des systèmes de production énergétique permet un dimensionnement inférieur à la somme des équipements individuels. En pratique, plus la diversité des activités de la zone alimentée par un réseau est grande, plus le foisonnement est grand. Sur des réseaux urbains importants, ce foisonnement peut atteindre 50%, ce qui signifie que l'on peut réduire de moitié la puissance des équipements par rapport à la somme de celles des solutions individuelles.

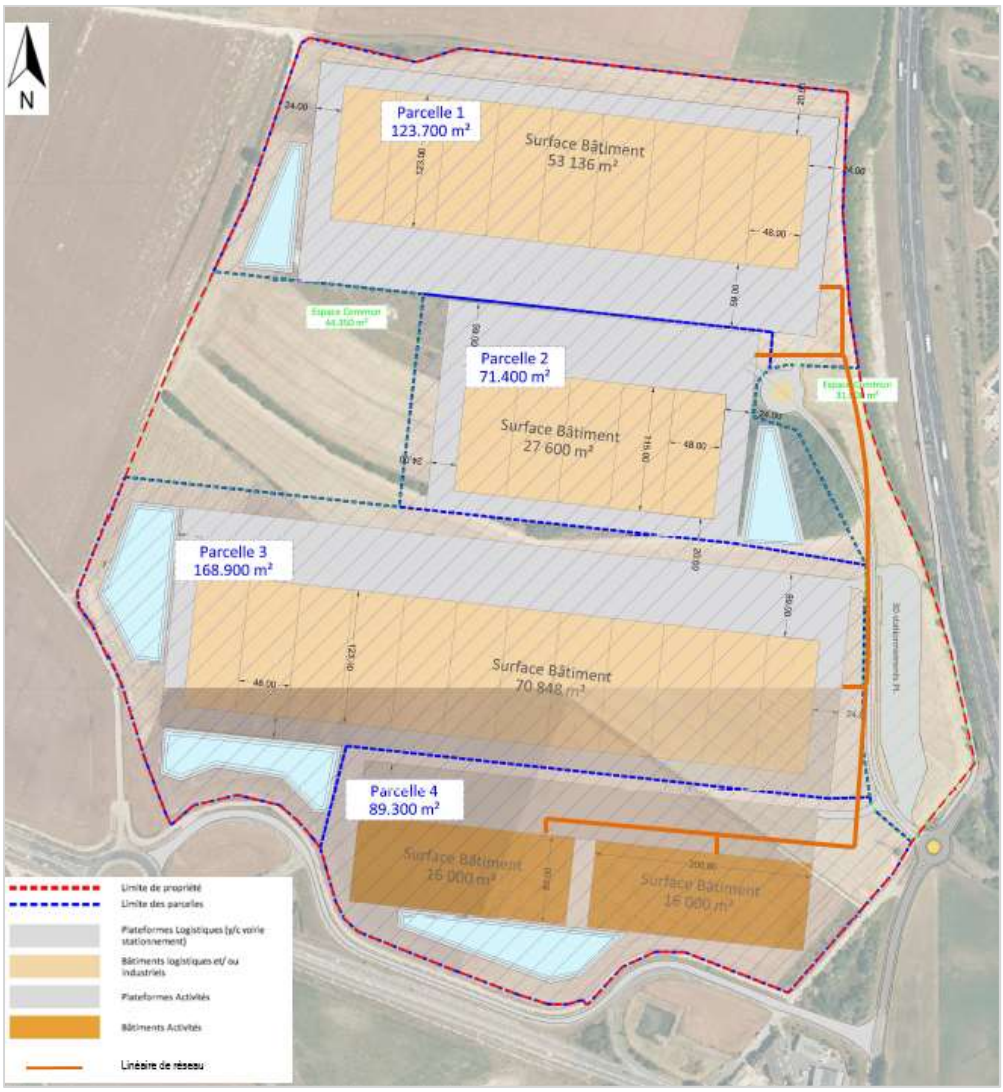


Figure 7 : Plan masse avec une estimation de longueur de réseau nécessaire

La densité énergétique constatée est suffisamment élevée et permet de justifier la pertinence de la création d'un micro-réseau de chaleur à l'échelle du projet, en fonction des potentiels EnR qui seront identifiés par la suite (supérieure au seuil d'éligibilité à l'aide Fonds Chaleur de l'ADEME, à savoir 1,5 MWh/ml/an).

Conclusion sur la ressource

Densité énergétique du projet suffisamment élevée pour envisager la création d'un réseau de chaleur.

4.2 Energie hydraulique

L'hydroélectricité est la première source renouvelable d'électricité en France métropolitaine en termes de production. Les installations hydroélectriques représentent en moyenne 12% de la production d'électricité française (énergie), et 19% de la capacité électrique installée (puissance) sur le territoire en 2018 (soit environ 25 500 MW).

L'étude du réseau hydrographique montre que le projet est situé à environ 1 km de la Vesle, un affluent de l'Aisne. Cette rivière est cependant à faible débit, et son exploitation n'est pas envisageable à l'échelle du projet.

Conclusion sur la ressource

Aucune ressource exploitable à proximité.

4.3 Energie solaire

L'énergie solaire est présente partout (énergie de flux), intermittente (cycle journalier et saisonnier, nébulosité), disponible (pas de prix d'achat, pas d'intermédiaire, pas de réseau) et renouvelable. Cependant, elle nécessite des installations pour sa conversion en chaleur ou en électricité. Le caractère intermittent impose de se munir d'un système d'appoint pour assurer une production énergétique suffisante tout au long de la journée et de l'année.

Le présent rapport se focalise sur les technologies jugées pertinentes à l'échelle d'une opération d'aménagement : la production d'électricité par panneau solaire photovoltaïque et la production d'eau chaude sanitaire par panneau solaire thermique.

4.3.1 Données climatiques et gisement

Sur la commune de Champigny, le rayonnement solaire annuel reçu par une surface plane horizontale est d'environ 1 140 kWh/(an.m²), ce qui est du même ordre de grandeur que la moyenne en France.

Résultats de la simulation	
Angle d'inclinaison:	0 °
Angle d'azimut:	0 °
Production annuelle PV:	904 kWh
Irradiation annuelle :	1140 kWh/m²
Variabilité interannuelle:	29.00 %

Figure 8 : Ensoleillement moyen annuel en kWh/m²/an (source : PVGIS)

Avec une configuration optimale (inclinaison à 36° et orientation sud), les panneaux peuvent recevoir un **rayonnement annuel atteignant 1 290 kWh/m².**

Les bâtiments existants aux environs (à environ 300 m pour le bâtiment le plus proche du site) sont principalement des entrepôts et des magasins R+3 ce qui permet de montrer que les masques solaires attendus au sein du projet d'aménagement sont probablement faibles.

Ce potentiel constitue une ressource non négligeable et permet d'étudier plus en détail l'utilisation de cette ressource.

La surface de toiture disponible et l'ensoleillement sont à mettre en regard des rendements des systèmes de production énergétique afin de conclure s'il y a présence ou non d'un réel potentiel solaire.

◗ Calcul de la toiture disponible

D'après les plans de masse envisagés, la surface de toiture « brute » du projet serait d'environ 184 000 m². Afin de tenir compte d'une compétition entre les usages de toiture (gestion des eaux pluviales, toitures

végétalisées, …), des orientations, de la place nécessaire à l'entretien des panneaux et pour éviter les ombres portées entre eux, **la surface disponible retenue pour les panneaux sur l'ensemble des bâtiments est d'environ 55 200 m²** (30% de la surface de toiture totale).

4.3.2 Projet à proximité de monuments historiques

Les articles *L. 313- 1 et 2* du code de l'urbanisme imposent la consultation de l'Architecte des Bâtiments de France (ABF) lorsque les projets de travaux sont situés dans un espace protégé tel que les abords de monuments historiques. La *loi du 25 février 1943* instaure également un périmètre de protection de 500 m de rayon autour des monuments historiques, classés ou inscrits.

Sur la zone sud (sur la parcelle 4 principalement), le site est **situé dans un périmètre délimité des abords d'un monument historique** (<500 m) à proximité d'un monument classé (l'église Saint-Loup de Thillois). L'installation de panneaux solaires en toiture ou de modules susceptibles de modifier l'apparence extérieure du bâti sur cette portion du terrain sera donc soumise à l'avis consultatif de l'ABF, la mairie de Champigny devra quant à elle valider au préalable le projet de production avant sa mise en place.

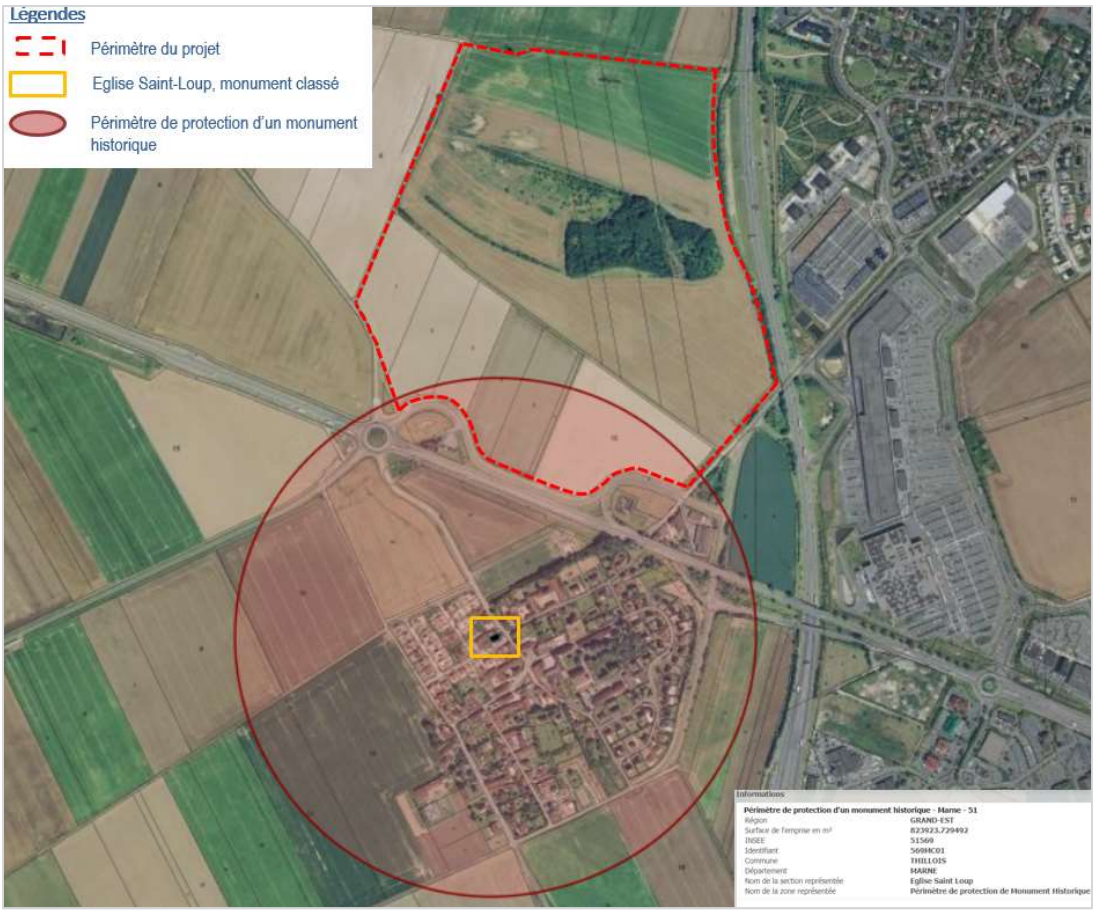
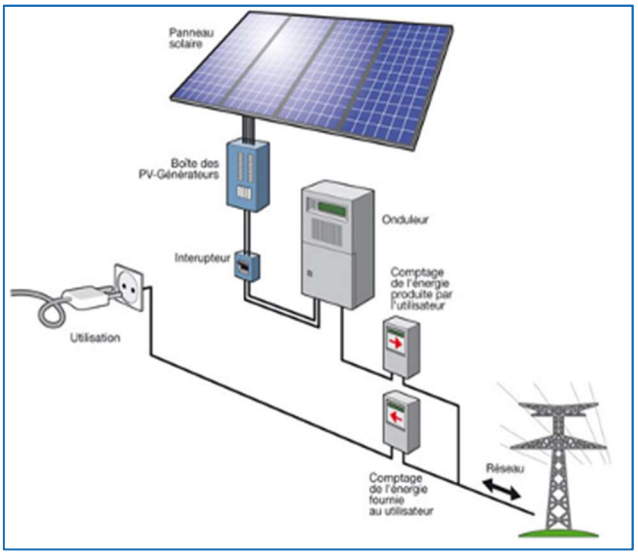


Figure 9 : Proximité du projet avec un site patrimonial (Source : Atlas des Patrimoines)

4.3.3 Solaire photovoltaïque

La filière photovoltaïque (PV) peut être séparée en deux types d'application, à savoir les systèmes de production d'électricité autonomes et les systèmes de production d'électricité raccordés au réseau de distribution de l'électricité.



Compte tenu du contexte de la mission, et de la désynchronisation entre les périodes de besoin en électricité et les périodes de production pour les usages électriques majeurs du site, seule la filière photovoltaïque raccordée au réseau sera évoquée par la suite.

Les panneaux solaires PV produisent de l'électricité à l'aide du rayonnement solaire (énergie solaire renouvelable). La performance énergétique d'un système photovoltaïque est influencée par un certain nombre de facteurs, notamment climatiques, technologiques, de conception et de mise en œuvre.

Potentiellement les panneaux solaires photovoltaïques peuvent s'installer partout : en toiture ou en terrasse, en façade, au sol, en écran antibruit, etc. Autant d'endroits possibles tant qu'ils respectent quelques règles de mise en œuvre : orientation favorable et inclinaison optimale (le rendement maximal étant observé lorsque les panneaux sont perpendiculaires au rayonnement solaire direct), sans masques ni ombres portées.

L'électricité produite est sous forme de courant continu. Afin de pouvoir l'injecter dans le réseau, il faut la transformer en courant alternatif et changer sa tension. Des modules appelées onduleurs permettent cette transformation, mais ils représentent un investissement supplémentaire et génèrent de nouvelles pertes énergétiques.

◗ Production approximative

R, rendement moyen d'un capteur solaire photovoltaïque poly cristallin fixe et onduleur : 10 %

E, ensoleillement annuel : 1 290 kWh/m² (configuration de panneaux optimale)

Sc, surface de capteurs solaires : Sc = 55 200 m² (cf. 4.3.1)

PA, production annuelle : PA = E x R x Sc = 7120 MWh/an

Pc, puissance crête : Pc = C x Sc= 5 520 kWc

A titre d'information, et dans la limite des hypothèses posées pour le scénario d'aménagement et les typologies d'activités du projet, les besoins totaux en électricité spécifique réglementaire du projet sont estimés à 6 972 MWh par an. Avec la surface de capteurs solaires envisagée, la production d'électricité photovoltaïque pourrait **compenser[2] la totalité de cette consommation**.

[2] Cette compensation des besoins en électricité n'équivaut pas dans ce cas à de l'autoconsommation

Condition de raccordement des installations de PV

L'achat de l'électricité photovoltaïque dépend fortement de la puissance installée et de la date du raccordement. Les tarifs sont également révisés régulièrement en fonction du nombre de raccords à l'échelle nationale. De surcroît, le cadre réglementaire est en pleine évolution, notamment de façon à prendre en compte la possibilité d'autoconsommer la production (consommation directe de l'énergie produite sur site) Pour ces raisons, il est difficile d'estimer précisément le gain financier de l'installation.

Si la vente de toute l'électricité produite sur le réseau (mécanisme de « vente totale » via les tarifs d'achat) était jusque-là la norme, ce système tend à s'essouffler (les tarifs d'achats baissent tous les trimestres). Inversement, l'autoconsommation (consommation prioritaire de l'électricité produite) est en plein essor car le prix de l'électricité conventionnelle augmente et des primes à l'achat sont mises en place dans ce cas de figure. Toutefois l'étude est à réaliser au cas par cas.

Tableau 3 : Tarifs de rachat total de l'électricité PV pour le 4ème trimestre 2019 en fonction de la puissance installée et du type d'intégration

Intégration au bâti	
≤ 3kWc	18,57 cts€/kWh
≤ 9kWc	15,79 cts€/kWh
Intégration simplifiée au bâti	
≤ 3kWc	18,57 cts€/kWh
≤ 9kWc	15,79 cts€/kWh
Non intégré au bâti	
≤ 36kWc	12,07 cts€/kWh
≤ 100kWc	10,76 cts€/kWh

Inversement, l'autoconsommation (consommation prioritaire de l'électricité produite) est en plein essors car le prix de l'électricité conventionnelle augmente et des primes à l'achat sont mises en place dans ce cas de figure.

Tableau 4 : Tarifs de rachat du surplus de l'électricité PV pour le 4ème trimestre 2019 en fonction de la puissance installée et du type d'intégration

Sur bâtiment	
≤ 3kWc	prime de 390 € /kwc + vente à 10 c€/kWh)
≤ 9kWc	prime de 290 € /kwc + vente à 10 c€/kWh)
≤ 36kWc	prime de 180 € /kwc + vente à 6 c€/kWh)
≤ 100kWc	prime de 90 € /kwc + vente à 6 c€/kWh)
> 100kWc	0

L'intérêt de l'autoconsommation pourrait exister sur des activités « de jour », tels que les bureaux et les activités diverses, prévus pour le scénario d'aménagement.

Conclusion sur la ressource

La production d'électricité d'origine photovoltaïque est estimée à environ 6 972 MWh/an sur le projet et pourrait compenser la totalité de la consommation totale du site en électricité règlementaire.

Cette solution pourrait donc être envisageable pour ce projet. Elle doit toutefois être confrontée à l'avis de l'ABF et à l'autorisation de la mairie pour l'installation sur les bâtiments d'activités diverses.

4.3.4 Solaire thermique

Le solaire thermique correspond à la conversion du rayonnement solaire en énergie calorifique. Traditionnellement, ce terme désigne les applications à basse et moyenne température ; les plus répandues dans le secteur du bâtiment sont la production d'eau chaude sanitaire et le chauffage de locaux.



Cependant, la productivité du solaire thermique est plus élevée en période estivale, lorsque chutent les besoins en chauffage. Pour cette raison, le thermique solaire est utilisé le plus fréquemment pour la production d'eau chaude sanitaire, dont les besoins sont pratiquement constants toute l'année.

◗ Production approximative en fonction de la toiture disponible

R, rendement moyen d'un capteur solaire thermique : 30 %

E, ensoleillement annuel : 1 290 kWh/m² (configuration de panneaux optimale)

Sc, surface de capteurs solaires : Sc = 55 200 m²

PA, production annuelle : PA = E x R x Sc = 21 362 MWh/an

A titre de rappel, les besoins utiles en ECS du projet (hors process spécifiques) peuvent être estimés à 112 MWh/an. Même si la production n'est pas toujours en adéquation temporelle avec la consommation, le solaire thermique représente donc une opportunité de couvrir une part importante des besoins en ECS du projet. En pratique, pour atteindre un tel taux de couverture, il est nécessaire de disposer de volumes de stockage (ballons tampons) très importants. Les solutions sont souvent dimensionnées de façon à couvrir entre 50% et 60% des besoins annuels en ECS, ce qui semble un bon compromis technico-économique : cela équivaut pour ce projet à l'installation de **175 m²** de panneaux solaires thermiques à 36° et orientés plein sud.

Conclusion sur la ressource

Cette solution pourrait donc être envisageable pour la parcelle 4 où sont prévus les activités diverses (bureaux, artisanat…) qui sont les seules activités du programme consommatrices d'ECS du projet. Il s'agit cependant de la zone situé dans le périmètre de protection de monuments historiques. Cette solution doit donc être confrontée à l'avis de l'ABF et sa mise en place dépend principalement de l'autorisation de la mairie.

Par ailleurs, les besoins d'ECS représentant une part très faible des besoins énergétiques du projet, dans des points probablement éloignés les uns des autres à l'intérieur d'un même bâtiment (entrainant des pertes de distribution importantes), cette solution ne retenue pour la suite de l'étude.

4.4 Energie éolienne

L'énergie éolienne consiste à convertir l'énergie cinétique du vent en énergie mécanique, par l'intermédiaire d'une éolienne. Les machines actuelles sont utilisées pour produire de l'électricité qui est consommée localement (sites isolés), ou injectée sur le réseau électrique (éoliennes connectées au réseau). L'application connecté réseau ou grand éolien représente, en terme de puissance installée, la quasi-totalité du marché éolien. De même que les systèmes solaires, les systèmes éoliens nécessitent la mise en place d'un appoint.

Avec près de 6 292 GWh d'énergie électrique produite en 2018 et 3 360 MWh de puissance installée, le Grand-Est est la deuxième région de France en matière de puissance et de production d'électricité d'origine éolienne. Le département de la Marne quant à lui est le premier département producteur de la région avec 26% de la production éolienne de la région. Cependant, il n'existe pas d'éoliennes installées à proximité du site d'aménagement (le parc le plus proche est celui de Béthiniville à 43 km) ce qui ne permet pas d'avoir une indication précise sur la ressource éolienne aux environs de la zone.

4.4.1 Grand éolien (puissance > 350 kW)

L'installation de grandes éoliennes n'est pas envisageable en milieu urbain à cause des nuisances et des risques générés ainsi que des contraintes liées à leur installation (lignes à haute-tension, monuments historiques…). Le site du projet, bien que situé en milieu péri-urbain, est à proximité des logements de la ville de Thillois et dans un périmètre de protection de monuments historiques.

Conclusion sur la ressource

Le grand éolien n'est pas envisageable sur le projet.

4.4.2 Moyen et Petit éolien

Le moyen éolien (36 kW < P < 350 kW) est généralement composé de petites éoliennes à axe horizontal adaptées au milieu rural.



Le petit éolien (< 36 kW) en milieu urbain est peu développé. Pour répondre aux problématiques d'utilisation de l'espace, plusieurs types d'éoliennes à axe vertical se sont développés. Les retours d'expériences montrent une technologie peu fiable voire sans intérêt économique.

Dans les deux cas, il existe beaucoup trop d'incertitudes (vent réellement disponible, direction changeante, efficacité des systèmes) et de contraintes (bruit, structure, maintenance) pour proposer ces solutions à grande échelle. De plus, la faible hauteur des installations les rend très sensibles aux perturbations aérodynamiques engendrées par les bâtiments alentours.

Une note de l'ADEME parue en octobre 2013 rend compte de ces difficultés : « Dans les conditions techniques et économiques actuelles, le petit éolien ne se justifie généralement pas en milieu urbain. Outre le fait que les éoliennes accrochées au pignon d'une habitation peuvent mettre en danger la stabilité du bâtiment, le vent est, en milieu urbain et péri-urbain, en général trop faible ou trop turbulent pour une exploitation rentable ». De surcroît, la loi de finance 2016 a supprimé le petit éolien des systèmes éligibles au crédit d'impôt à partir du 1er janvier.

Conclusion sur la ressource

Solutions non étudiées sur le projet.

4.5 Combustion de biomasse

L'utilisation de la biomasse à des fins énergétiques représente une part importante de l'objectif de la France qui, dans le cadre du Grenelle de l'Environnement, s'est engagée à porter à hauteur de 23% sa part EnR dans sa consommation énergétique finale d'ici 2020.

La combustion de la biomasse est considérée comme non émettrice de gaz à effet de serre car l'intégralité du CO_2 rejeté dans l'atmosphère lors de sa combustion a été prélevée dans cette même atmosphère lors de la phase de croissance de la biomasse. Sous réserve d'une gestion responsable et durable des forêts (ou autres gisements en biomasse), le bilan CO_2 de photosynthèse-combustion est donc neutre.

Cependant la combustion de 1 kWh PCI de biomasse est pondérée de l'émission de 0,004 à 0,015 kgCO_2e (source : ADEME) du aux transformations de la récolte jusqu'à sa mise en forme combustible. Au regard des autres énergies (0,235 kgCO_2e pour 1 kWh PCI de gaz produit puis brûlé), la biomasse reste une énergie peu carbonée.

4.5.1 Bois énergie

La filière bois énergie dans le Grand-Est est importante et concerne principalement du bois bûche, des connexes de scierie et des broyats valorisés sous forme d'énergie ainsi que la production de plaquettes forestières (818 kt/an).

Trois obstacles pénalisent généralement l'utilisation de la biomasse dans le cadre d'un projet.

- **Premièrement**, le trafic routier nécessaire à l'approvisionnement en biomasse est une gêne probable (nuisances sonores, encombrement du trafic) pour les riverains. En effet bien que le projet soit situé en zone périurbaine, cet aspect doit être pris en compte en fonction des conditions d'approvisionnement du site en ressources.

  Sur la base d'une consommation estimée pour le chauffage et l'ECS, le nombre de livraisons nécessaires en camions semi-remorques peut être évalué selon la méthode suivante :

  C – consommation énergétique efficace annuelle pour le chauffage et l'ECS : 6 922 MWh/an

  PC – pouvoir calorifique moyens des plaquettes forestières : 3 000 kWh/t[3]

  R – rendement moyen des installations de combustion : 80 %

  Nt – nombre annuel de tonnes de plaquettes consommées : Nt = C x 10^3/ PC / R =2 884 tonnes/an

  Ch – chargement moyen d'un camion semi-remorque : 25 tonnes

  NR – nombre annuel de rotations : NR = Nt/Ch = 116 rotations/an

  Ce schéma d'approvisionnement représente en termes de trafic près de **116 rotations par des camions semi-remorques** principalement durant la période de chauffe, ce qui constitue un trafic très important à prendre en compte à ce stade du projet.

[3] Le pouvoir calorifique des plaquettes forestières dépend majoritairement de son humidité. La valeur prise ici est une moyenne souvent donnée dans la littérature pour une humidité de 40%.

- **Deuxièmement**, s'ajoute la problématique de l'espace nécessaire pour la mise en place des chaufferies et pour le dépotage dans des conditions de sécurité satisfaisantes et le stockage, aspect qui doit être pris en compte à ce stade du projet.
- **Troisièmement**, la combustion de biomasse est émettrice de particules, ce qui impacte la qualité de l'air. Toutefois, cette problématique est aujourd'hui globalement maîtrisée, notamment sur les installations collectives et récentes et les équipements actuels permettent de respecter les normes de qualité de l'air en lien avec la problématique francilienne sur ce sujet.

Enfin la solution induit un impact sur le coût d'investissement qui sera à prendre en compte dans l'analyse globale des solutions.

D'après le plan masse communiqué, l'implantation d'une chaufferie biomasse centralisée (au niveau de l'espace commun au site) et desservant l'ensemble des bâtiments pourrait être envisagé.

En conclusion, le bois-énergie présente un potentiel important, permettant de mobiliser une ressource et des emplois régionaux. Toutefois, l'espace nécessaire pour l'aire de déchargement des camions ainsi que le stockage des ressources implique de prévoir des réserves sur le projet et le trafic routier généré par les rotations pour l'alimentation en combustible sera à ajouter au trafic routier supplémentaire induit par ailleurs par le projet.

Conclusion sur la ressource

Le nombre élevé de rotations de véhicules pour l'alimentation de l'ensemble des activités du projet aura un impact important sur le trafic de la zone.

Solution non retenue pour la suite de l'étude.

4.5.2 Biomasse agricole

On entend par biomasse agricole les sous-produits d'exploitation ne présentant plus de valorisation possible en termes d'alimentation ou d'utilisation comme matière première techniquement, économiquement et écologiquement viable. Le Grenelle 1 de l'environnement définit clairement cette priorité d'usage au recours de la biomasse en général :

- Priorité 1 : alimentaire,
- Priorité 2 : matériaux,
- Priorité 3 : énergie.

L'utilisation de ces sous-produits en valorisation énergétique est généralement rendue compliquée par la diversité des matériaux (générant autant de procédés différents), leur répartition géographique, leur périodicité de disponibilité et l'absence de filières dédiées. Une grande partie des sous-produits existants est d'ores et souvent déjà utilisée pour des usages agricoles (retour organique à la terre, constitution de litières pour le bétail, etc.). A l'échelle d'un projet d'aménagement, il est difficile de conclure sur l'existence d'un réel potentiel. Pour mettre en œuvre l'utilisation de cette biomasse, une approche directe, spécifique à chaque producteur, serait à envisager et à mener à l'échelle d'un territoire plus vaste.

Par ailleurs, les considérations menées sur les contraintes du bois énergie (espace, fret, filtration de particules) sont applicables au cas de la biomasse agricole.

Conclusion sur la ressource

Solution non retenue pour la suite de l'étude.

4.6 Biogaz

Le biogaz est un gaz issu de la fermentation de matières organiques animales ou végétales. Une fois récupéré, il peut être valorisé sous forme de chaleur et/ou d'électricité. Deux techniques de production existent : la méthanisation ou la récupération sur centre d'enfouissement technique. Seule la méthanisation dans un digesteur semble adaptée aux contraintes d'un projet d'aménagement urbain.

4.6.1 Valorisation des déchets

Les déchets organiques de cuisine peuvent produire une certaine quantité de biogaz, constitué à la fois de dioxyde de carbone (CO_2) et de méthane (CH_4) dont les proportions peuvent varier selon la qualité des déchets et le processus de méthanisation. Dans le cas d'un digesteur moderne, la teneur en CH_4 du biogaz peut aisément atteindre 50%.

Un habitant français moyen génère chaque année environ 350 kg soit un gisement en énergie de près de 250kWh/an/personne.

Toutefois, les coûts d'investissement et les coûts de fonctionnement pour la collecte spécifique des déchets à méthaniser rendent ces opérations difficilement rentables. De plus, les déchets issus du projet d'aménagement :

- seront spécifiques aux activités qui viendront s'implanter sur le site et très certainement peu en rapport avec des déchets ménagers,
- feront probablement l'objet de valorisation au niveau des unités collectives de traitement de la Communauté Urbaine du Grand Reims (incinération avec production de chaleur et d'électricité pour les déchets solides grâce à l'UVE de Reims).

Pour l'ensemble de ces raisons, cette ressource ne sera pas retenue dans la suite de cette étude.

Conclusion sur la ressource

Solution non étudiée.

4.6.2 Valorisation des sous-produits agro-alimentaires

Certaines productions ou certains résidus d'agriculture ou d'élevage ainsi que les boues de STEP peuvent également donner lieu à la production de biogaz via une unité de méthanisation mais les conclusions faites sur la méthanisation des déchets urbains sont également valables pour cette ressource qui ne sera donc pas retenue.

Conclusion sur la ressource

Selon la programmation fixée à ce stade de l'étude, le site ne présente pas de potentiel en valorisation des sous-produits agro-alimentaires.

4.7 Géothermie

On distingue en géothermie :

- **La géothermie haute énergie** (température supérieure à 150°C) : il s'agit de réservoirs généralement localisés entre 1 500 m et 3 000 m de profondeur. Lorsqu'un tel réservoir existe, le fluide peut être capté directement sous forme de vapeur sèche ou humide pour la production d'électricité.
- **La géothermie moyenne énergie** (température comprise entre 90°C et 150°C) : le BRGM la définit comme une zone propice à la géothermie haute énergie, mais à une profondeur inférieure à 1 000 m. Elle est adaptée à la production d'électricité grâce à une technologie nécessitant l'utilisation d'un fluide intermédiaire.
- **La géothermie basse énergie** (température comprise entre 30°C et 90°C) : elle concerne l'extraction d'eau inférieure à 90°C dont le niveau de chaleur est insuffisant pour la production d'électricité mais adapté à une utilisation directe (sans pompe à chaleur) pour le chauffage des habitations et certaines applications industrielles.
- **La géothermie très basse énergie** (température inférieure à 30°C) : elle concerne les nappes d'eau souterraine et sols peu profonds dont la température est inférieure à 30°C et qui permet la production de chaleur via des équipements complémentaires (pompe à chaleur notamment).

Les trois premiers types de géothermie nécessitent **des investissements importants et sont réservés à des projets d'ampleur** (réseau de chaleur ou production d'électricité).

La géothermie très basse énergie semble être la plus pertinente en termes de potentiel et de faisabilité technique (réglementation, coûts, etc.) à l'échelle du projet. Seule cette forme de géothermie est donc détaillée dans ce rapport. Il est à noter que le recours à ce type de géothermie peut fournir de la chaleur mais aussi un rafraîchissement direct (géocooling) ou une climatisation (via une pompe à chaleur, ou « PAC ») pendant la période estivale.

On recense deux techniques en géothermie très basse énergie :

- La géothermie sur nappe, qui consiste à pomper l'eau de la nappe souterraine pour en extraire les calories dans la pompe à chaleur, puis à la réinjecter dans la nappe,
- La géothermie sur sondes sèches, qui consiste à faire circuler un fluide caloporteur dans des sondes (circuit fermé), puis à en extraire la chaleur.

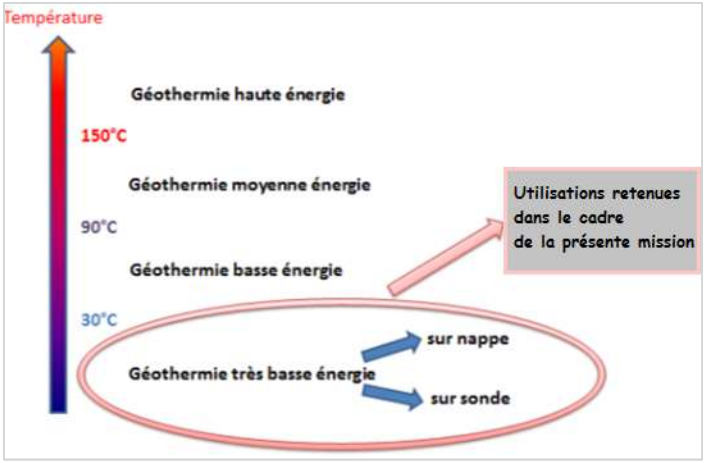


Figure 10 : Classes de géothermie

Ces usages de la géothermie nécessitent l'utilisation d'une pompe à chaleur qui permet d'exploiter au mieux l'énergie d'une source de température modérée.

4.7.1 Code minier

D'un point de vue réglementaire, le nouveau code minier a instauré la notion de gite géothermique de minime importance de façon à alléger les démarches nécessaires à la mise en œuvre de ces petites installations.

Un zonage a été publié pour apprécier l'éligibilité à ce statut de géothermie de minime importance :

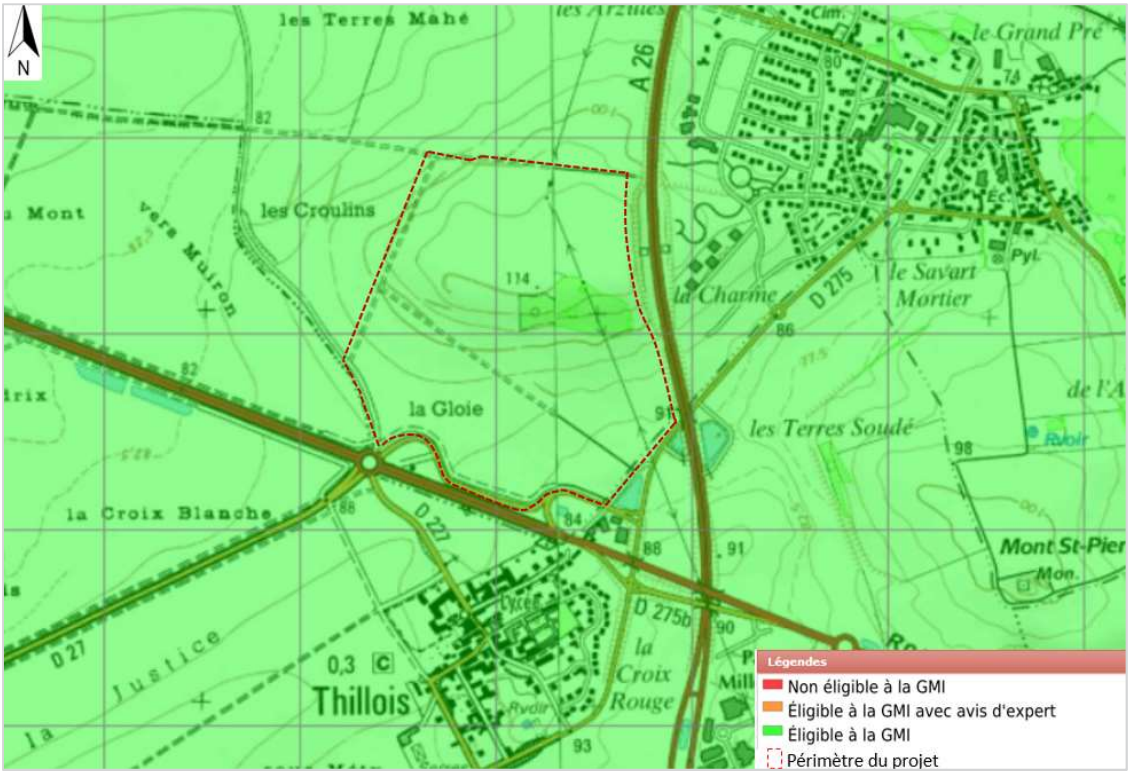


Figure 11 : Eligibilité à la géothermie de minime importance du projet pour les installations sur nappe et sur sondes verticales (Source : BRGM/géothermie-perspectives.fr)

Le site d'aménagement est classé comme une zone éligible à la géothermie de minime importance, tant pour les installations sur sondes que pour celles sur nappe. La réalisation d'ouvrages géothermiques sur ce site est donc possible. Une étude du potentiel des ressources géothermiques présentes sur le site est cependant nécessaire afin d'évaluer la pertinence de leur mise en place.

4.7.2 Géothermie sur nappe

L'étude générale réalisée par le BRGM sur le potentiel de la géothermie sur nappe classe une partie de la zone d'aménagement en « potentiel fort » :

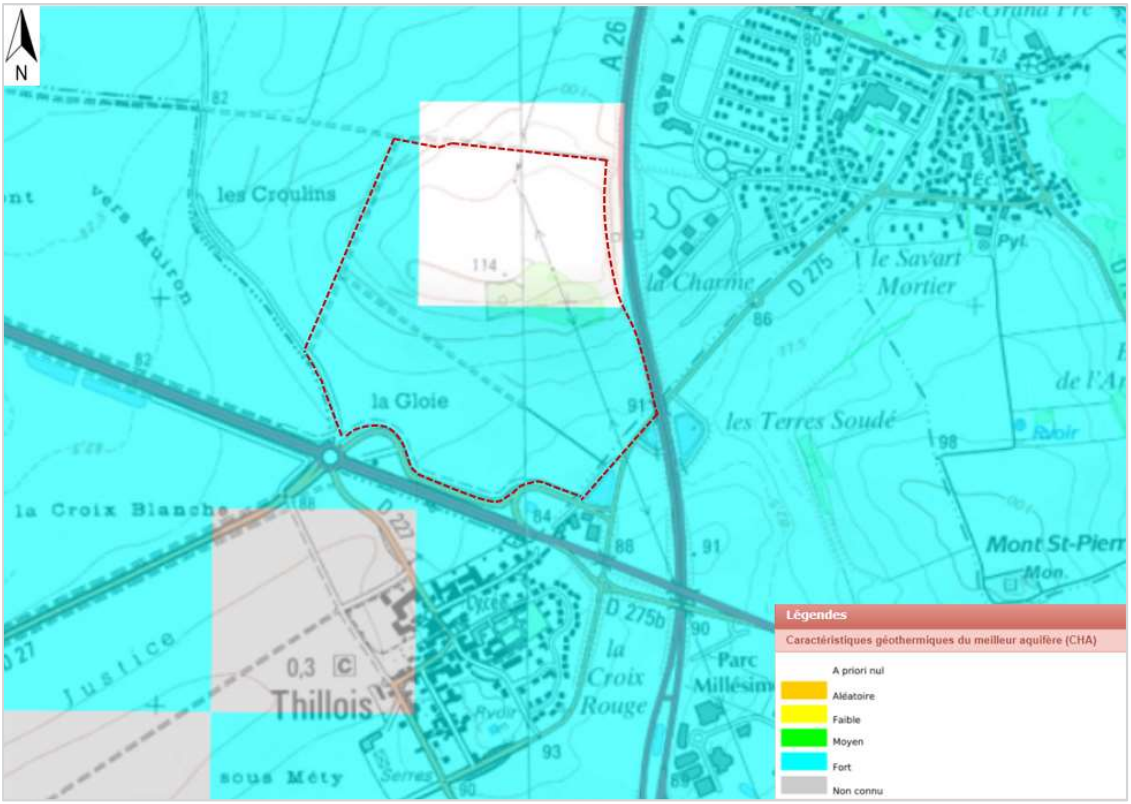


Figure 12 : Potentiel géothermique du meilleur aquifère (Source : BRGM/géothermie-perspectives.fr)

Toutefois, cette analyse du BRGM n'est valable qu'à une échelle macroscopique et se doit donc d'être confrontée aux données locales disponibles.

D'après les données du sous-sol, l'aquifère potentiellement productif présent sur le site est la Craie du Turonien supérieur au Campanien. L'étude des ouvrages de géologie situés aux alentours du projet permet d'évaluer les débits de la nappe et donc la puissance que l'on pourrait extraire de l'ouvrage installé.

Le débit moyen du forage situé à proximité du site est de 18,7 m^3/h à 46 m de profondeur. Afin de couvrir environ 60% des besoins en chaleur du projet 1 350 kW, est suffisante. Dans ces conditions, la mise en place d'une dizaine de forages avec pompage à 15 m^3/h serait nécessaire est afin de pouvoir assurer cette production.

Conclusion sur la ressource

Bien que le potentiel soit intéressant grâce à la présence de ressources géothermiques (nappe), la couverture des besoins nécessite la mise en place d'un nombre important d'installations compte tenu du faible débit constaté sur un forage situé à proximité du site. Cela entrainerait des investissements importants pour la mise en œuvre des différents ouvrages.

Cette solution est donc à privilégier pour la couverture d'une partie des besoins du projet :

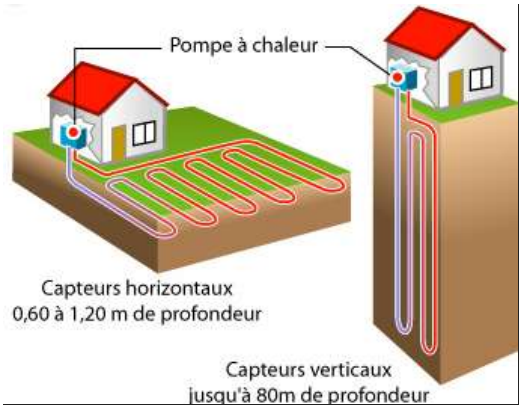
- parcelles 1 et 2 qui présentent à la fois des besoins de chaud et des besoins de froid, dans une version encore conséquente.
- parcelle 4, dans une version a minima.

4.7.3 La géothermie sur sondes

Il est également possible de recourir à des sondes géothermiques verticales ou horizontales, plus coûteuses généralement, mais qui permettent d'exploiter des contextes géologiques défavorables à la géothermie sur nappe, ou plus perturbés.

Un fluide caloporteur les parcours et capte la chaleur du sous-sol. Cette énergie est alors valorisée en énergie de chauffage au moyen d'une pompe à chaleur.

Dans un contexte de lotissement relativement dense, les sondes verticales semblent davantage pertinentes pour réduire l'emprise au sol.



Néanmoins, ce type de dispositif nécessite un équilibre entre les besoins de chaud et de froid afin de permettre un fonctionnement optimal et un investissement raisonnable. Cette solution serait donc envisageable pour les entrepôts de stockage ainsi que les bâtiments d'activités diverses.

◗ Productivité de sondes

Le calcul suivant permet d'estimer la productivité d'une sonde verticale :

> P_{sol}, puissance thermique récupérable dans le sol par mètre linéaire de sonde = 45 W/ml
>
> L, longueur de la sonde = 195 ml (pour des raisons de réglementation, il est souvent choisi de ne pas forer au-delà de 200 m de profondeur[4])
>
> P_{sonde}, puissance thermique fournie par une sonde : P_{sol} x L = 8,78 kW
>
> COP, coefficient de performance global annuel = 3,1
>
> P_{th}, puissance thermique fournie au bâtiment en sortie de PAC = P_{sonde} / (1-1/COP) = 12,9 kW

Cette solution appliquée à l'ensemble des bâtiments du projet, avec une couverture de 60% des besoins de chaleur, nécessiterait la mise en place de plus de 200 sondes. Cela nécessiterait un investissement très important et une prise en compte de l'emprise du champ de sondes sur la superficie disponible sur le site.

[4] Le cadre réglementaire relatif à la géothermie dite "des sites géothermiques minime importance" prévu par le code minier est en consultation. Il précise une augmentation de la profondeur maximale ouvrages de 100 mètres à 200 mètres.

La solution pourrait cependant être intéressante, appliquée à une portion du projet avec des bâtiments présentant des besoins équilibrés de chaud et de froid (parcelles 1 et 2), soit un des bâtiments d'activités diverses. Cette approche semblable à celle vue pour la géothermie sur nappe semble néanmoins plus couteuse à mettre en œuvre.

Conclusion sur la ressource

Solution non retenue pour la suite de l'étude.

Elle peut néanmoins venir se substituer, dans une configuration similaire (couverture partielle des besoins du projet), à la géothermie sur nappe si les investigations supplémentaires à réaliser ne confirmaient pas le potentiel identifié sur la base de la documentation existante à notre disposition.

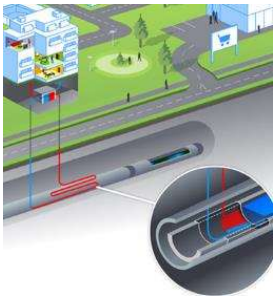
4.8 Récupération de chaleur sur eaux usées

Les eaux usées (issues de nos cuisines, salles de bain, lave-linge etc.) ont une température moyenne comprise entre 10 et 20°C (cette température varie bien sûr en fonction de la région et des saisons). Leur chaleur étant une énergie disponible en quantité importante dans les milieux urbains, une installation de ce type permettrait de réduire les consommations du site.

4.8.1 Installation collective au projet

Un échangeur sur un collecteur important (diamètre et longueur) associé à une pompe à chaleur réversible permet de fournir les calories/frigories aux bâtiments afin de les chauffer ou de les refroidir.

Bien que l'installation collective permette une mutualisation des coûts, les faibles besoins en ECS du projet ne justifient pas l'investissement qui reste conséquent.



Conclusion sur la ressource

Solution non retenue pour la suite de l'étude.

4.8.2 Installation individuelle au bâtiment

Un récupérateur de chaleur permet d'utiliser les calories extraites des eaux usées et d'économiser l'énergie sur l'ECS (préchauffe de l'eau de ville). Si les performances annoncées par les constructeurs sont intéressantes (jusqu'à 60% d'économie sur l'ECS), les retours d'expériences sont faibles, tant en ce qui concerne les coûts d'investissement que sur les coûts et contraintes de fonctionnement.

Par ailleurs, les faibles besoins en ECS du projet ne justifient pas l'installation d'un tel équipement.

Conclusion sur la ressource

Solution non retenue dans la suite de l'étude.

4.9 Chaleur fatale industrielle

La récupération d'énergie sur la chaleur fatale industrielle consiste en la valorisation de la chaleur résiduelle d'un process (qui serait autrement perdue car non utilisée par celui-ci) grâce à des échangeurs de chaleur.

Il n'existe pas d'industriels sur la zone d'aménagement ni à proximité, donc il n'y a pas possibilité de récupérer de la chaleur fatale.

Conclusion sur la ressource

Solution non retenue dans la suite de l'étude.

4.10 Aérothermie

L'aérothermie consiste à utiliser une pompe à chaleur sur l'air extérieur. Si les investissements sont inférieurs à la géothermie (pas de forage), le coefficient de performance du système est globalement moins bon car la température extérieure atteint des températures plus basses (particulièrement pendant la période de chauffage). Dans les cas extrêmes, le COP (rapport de l'énergie thermique obtenue sur l'énergie électrique dépensée) tend vers 1 et le système s'approche des performances d'un radiateur électrique à convection classique. Le recours à une pompe à chaleur est donc acceptable pour des bâtiments récents et bien isolés ayant des besoins de chauffage réduits dans des zones climatiques plutôt tempérées.

Dans le cas du projet, l'aérothermie est une solution de chauffage qui pourrait convenir à l'ensemble des bâtiments (hors stockage frais). A noter que les pompes à chaleurs peuvent soit être utilisées pour le chauffage, soit pour le chauffage et l'ECS, soit enfin pour l'ECS seule (on parle dans ce cas de ballon thermodynamique, la pompe à chaleur étant intégrée au ballon d'eau chaude).

Conclusion sur la ressource

Solution retenue pour la suite de l'étude.

4.11 Cogénération

La cogénération ne représente pas en soi une source d'énergie renouvelable au sens strict du terme, mais est plutôt une variante technique d'une chaudière à gaz ou biomasse.

Un système de cogénération est conçu pour produire à la fois de la chaleur et de l'électricité. L'électricité produite permet de combler des besoins électriques locaux (autoconsommation) ou peut être revendue sur le réseau électrique. Une partie de la chaleur de combustion est récupérée pour répondre aux besoins thermiques locaux : chauffage de bâtiments ou procédés industriels. Les équipements de cogénération sont habituellement activés par la combustion de gaz naturel ou de biomasse.

La viabilité financière des systèmes de cogénération est complexe et dépend de l'usage prioritaire qui en est fait. En pratique, l'intérêt n'est vérifié que pour des installations présentant des besoins très constants en chaleur, ce qui ne sera pas le cas du projet.

Conclusion sur la ressource

Solution non étudiée.

4.12 Synthèse de l'analyse de potentiel en EnR

Tableau 5 : Synthèse de l'analyse du potentiel du site en énergies renouvelables et de récupération

Ressource énergétique		Disponibilité de la ressource	Potentiel de la ressource	Avantages	Inconvénients	Conclusion intermédiaire
Hydraulique		Aucun cours d'eau significatif sur site ou à proximité	Nul			Potentiel inexploitable
Solaire	Thermique	Suffisante pour couvrir les besoins du projet	Productible annuel : 68 MWh (avec 175 m² de panneaux installés)	- Energie « gratuite » et sans nuisances - Energie décarbonée en termes de production	- Nécessité d'un système d'appoint - Production et consommation désynchronisées - Nécessité de l'avis consultatif de l'ABF et de l'approbation préalable de la mairie	Potentiel intéressant mais besoins du projet limités
	Photovoltaïque		Productible annuel : 7 121 MWh	- Energie « gratuite » et sans nuisances - Energie décarbonée en termes de production	- Concurrence le solaire thermique en termes d'espace - Nécessité de l'avis consultatif de l'ABF et de l'approbation préalable de la mairie	Potentiel fort
Eolienne	Grand éolien	Difficulté d'installation en secteur péri-urbain				Potentiel inexploitable
	Petit éolien	Aléatoire et d'ampleur non significative				Potentiel faible à nul

Ressource énergétique			Disponibilité de la ressource	Potentiel de la ressource	Avantages	Inconvénients	Conclusion intermédiaire
Biomasse	Bois-énergie		Forte au niveau régional (nécessite fret)	Suffisant au vu des besoins du projet	- Source décarbonée	- Fret très important - Fort enjeu de la qualité de l'air dans la région impliquant de ne pas privilégier cette ressource - Emprise foncière importante	Potentiel moyen (fret très important)
	Biogaz		Déchets urbains	Faible			Potentiel inexploitable à l'échelle du site
Géothermie	Haute énergie						
	Moyenne énergie						
	Basse énergie						
	Très basse énergie	PAC sur nappe	Présence d'aquifères Potentiel fort	Suffisant	- Source d'énergie peu chère (électricité à haut rendement) - Nuisances réduites - Etudes complémentaires nécessaires	- Investissement conséquent, nécessité d'un appoint	Potentiel moyen à fort
		PAC sur sondes	Oui	Suffisant		- Investissement conséquent et nécessité d'un appoint - Emprise au sol importante	Potentiel moyen
Aérothermie			Oui (air)	Potentiel suffisant	- Investissements faibles	- Moins performante que la géothermie	Potentiel moyen à fort
Réseaux de chaleur/froid	Existant		Non				Pas de réseau de chaleur à proximité, aucun potentiel
	Création		Énergie associée : bois énergie		- mix renouvelable possible	- portage local nécessaire	Potentiel moyen

Ressource énergétique		Disponibilité de la ressource	Potentiel de la ressource	Avantages	Inconvénients	Conclusion intermédiaire
		Densité assez élevée pour envisager sa création		- densité énergétique élevée	- bois énergie comme seule source disponible sur ces niveaux de besoins	
Récupération de chaleur fatale	Eaux usées	Pas de collecteur d'ampleur à proximité				Potentiel inexploitable
	Industriels	Pas de présence de site industriel à proximité				Potentiel inexploitable

5. Conclusions intermédiaires : scénarios énergétiques retenus

Au regard de l'analyse des besoins du site, et de l'analyse du potentiel en énergies renouvelables, les scénarios d'approvisionnement suivant ont été retenus :

◗ Scénario conventionnel « Econv »

Production de chaleur (chauffage et ECS) avec **chaudière gaz naturel par bâtiment du projet**.

Production de froid avec un **groupe froid**.

◗ Scénario « ENR 1 »

Production de chaleur et de froid dans les locaux par une **pompe à chaleur aérothermique réversible** par bâtiment.

Panneaux solaires photovoltaïques en autoconsommation sur les besoins d'électricité des PAC et réglementaires.

◗ Scénario « ENR 2 »

Production de chaud et de froid par **thermofrigopompe géothermique pour les bâtiments des parcelles 1 et 2**. Appoint chaudière gaz et groupe froid.

Même systèmes que pour le scénario de référence pour les autres bâtiments

◗ Scénario « ENR 2 bis »

Production de chaud et de froid par **thermofrigopompe géothermique pour les bâtiments de la parcelle 4**. Appoint chaudière gaz et groupe froid.

Même systèmes que pour le scénario de référence pour les autres bâtiments

SAS CHAMPIGNY LES SABLES

AMENAGEMENT DE LA ZA DES SABLES

MISE A JOUR DE L'ETUDE DE TRAFIC

Rapport final

Version 7

Novembre 2023

Sommaire

1 Contexte et objet de l'étude 8
2 Mise à jour du modèle de trafic statique 9
2.1 Recalage du modèle de trafic statique 9
2.2 Rappel des caractéristiques du modèle de trafic 13
2.3 Elaboration des matrices de demande en situation actuelle 14
2.3.1 Données utilisées pour l'estimation de la demande routière 2022 14
2.3.2 Segmentation des matrices par période horaire 18
2.3.3 Segmentation des matrices par valeur du temps 18
2.4 Paramétrage des modèles d'affectation 21
2.4.1 Formation du coût généralisé 21
2.4.2 Procédure d'affectation retenue 22
2.5 Calage du modèle en situation actuelle 23
2.5.1 Résultats du calage en débit 23
2.5.2 Représentation de la saturation actuelle du réseau en période de pointe 29
3 Prévisions de trafic des variantes projetées 36
3.1 Définition des scénarios testés 36
3.2 L'aménagement de la ZA des Sables 38
3.2.1 Evolution du réseau routier 38
3.2.2 Flux générés par la ZA des Sables 38
3.3 Les variantes du projet de diffuseur A26/RD275 40
3.4 Evolution des autres paramètres de modélisation 40
3.4.1 Tarifs de péage appliqués 40
3.4.2 Evolution du coût du carburant 41
3.5 Hypothèses d'évolution de la demande routière tendancielle 41
3.5.1 Evolutions socio-démographiques sur le périmètre d'étude 41
3.5.2 Prise de ces évolutions dans le modèle 41
3.5.3 Evolutions des matrices de déplacements 42
3.5.4 Evolutions macro-économiques 43
3.6 Prévisions de trafic sans le projet de diffuseur aux horizons 2027 et 2047 44
3.6.1 Scénario « fil de l'eau » 44
3.6.2 Scénario de référence de base 47
3.6.3 Impact des aménagements complémentaires en référence 52
3.7 Impact de la mise en service des variantes de projet d'échangeur A26/RD275 55
3.7.1 Evolution des trafics des échangeurs autoroutiers en situation de projet 55

3.7.2 Trafics horaires sur les bretelles de l'échangeur A26/RD275 61
3.7.3 Impact de la mise en service de l'échangeur A26/RD275 sur le réseau routier 63
3.8 Synthèse des résultats issus de la modélisation statique 72
3.8.1 Prévisions de trafic aux différents horizons 72
4 Analyse des conditions de circulation sur le périmètre rapproche autour de la ZA des Sables 73
4.1 Calage du modèle de simulation dynamique 73
4.1.1 Heure de pointe du matin 73
4.1.2 Heure de pointe du soir 77
4.2 Evolution des conditions de circulation en référence 80
4.3 Résultats en situation de référence 80
4.3.1 Heure de pointe du matin 80
4.3.2 Heure de pointe du soir 84
4.4 Impact des variantes de diffuseur A26/RD275 sur le fonctionnement de la zone d'étude 86
4.5 Résultats AC1 heure de pointe du matin 89
4.6 Résultats AC1 heure de pointe du soir 92
4.7 Résultats AC2 en période de pointe du matin : 95
4.8 Résultats AC2 en période de pointe du soir 99
5 Conclusions et recommandations 103
5.1 Impacts des projets étudiés à large échelle 103
5.2 Impacts des projets étudiés sur le périmètre rapproché 103
6 Annexes 107

Tables des illustrations

Tableau 1 : structures des matrices de déplacements JOB VL / PL 2022 14
Tableau 2 : matrice VL JOB modélisée en 2022 16
Tableau 3 : matrice PL JOB modélisée en 2022 17
Tableau 4 : répartition horaire par motif retenue dans le modèle 18
Tableau 5 : taux d'occupation VL par motif et par période horaire retenus dans le modèle 18
Tableau 6 : valeurs du temps retenues dans la modélisation 20
Tableau 7 : valeurs du temps discrètes utilisées dans le modèle de trafic 21
Tableau 8 : calage en débit en JOB 29
Tableau 9 : hypothèses de flux VL / PL générés par la ZA des Sables à terme 39
Tableau 10 : évolution de la demande VL par macro-zone sur la période 2022-2047 42
Tableau 11 : évolution de la demande PL par macro-zone sur la période 2022-2047 43
Tableau 12 : TMJO VL projetés selon les variantes de l'échangeur à l'horizon 2027 57
Tableau 13 : TMJO PL projetés selon les variantes de l'échangeur à l'horizon 2027 57
Tableau 14 : TMJO TV projetés selon les variantes de l'échangeur à l'horizon 2027 58
Tableau 15 : TMJO VL projetés selon les variantes de l'échangeur à l'horizon 2047 59
Tableau 16 : TMJO PL projetés selon les variantes de l'échangeur à l'horizon 2047 59
Tableau 17 : TMJO TV projetés selon les variantes de l'échangeur à l'horizon 2047 60
Tableau 18 : trafics horaires moyens sur les bretelles de l'échangeur A26/RD275 à l'horizon 2027 ... 62
Tableau 19 : trafics horaires moyens sur les bretelles de l'échangeur A26/RD275 à l'horizon 2047 ... 63
Tableau 20 : impact du projet sur le réseau autoroutier à l'horizon 2027 71

Figure 1 : exemple de fonction de distribution des valeurs du temps 19
Figure 2 : méthode de discrétisation des valeurs du temps 20
Figure 3 : calage en débit VL en période de pointe du matin 23
Figure 4 : calage en débit PL en période de pointe du matin 24
Figure 5 : calage en débit VL en période creuse 24
Figure 6 : calage en débit PL en période creuse 25
Figure 7 : calage en débit VL en période de pointe du soir 25
Figure 8 : calage en débit PL en période de pointe du soir 26
Figure 9 : répartition des coefficients GEH des 41 postes de calage en débit par période horaire 27
Figure 10 : calage en débit VL en JOB 28
Figure 11 : calage en débit PL en JOB 28
Figure 12 : modification du réseau viaire en 2027 pour l'accès à la ZA des Sables 38
Figure 13 : schéma des bretelles de l'échangeur A26/RD275 61
Figure 14 : évolution des trafics des demi-échangeurs du diffuseur A26/RD275 entre 2027 et 2047 selon les variantes étudiées 72
Figure 15 : Temps de parcours modélisé HPM SR 2022 74
Figure 16 : Temps de parcours RN31 Ouest vers A344 Nord SR 2022 76
Figure 17 : Temps de parcours RN31 Ouest vers A26 Nord SR 2022 76
Figure 18 : Temps de parcours RN31 Ouest – RN31 Est SR 2022 HPS 79

Figure 19 : Temps de parcours A344 Nord vers RN31 Ouest SR 2022 HPS 80
Figure 20 : Temps de parcours RN31 Ouest vers RN31 Est SR 2027 81
Figure 21 : Temps de parcours RN31 Ouest vers RD275 Nord SR 2027 82
Figure 22 : Temps de parcours RN31 Ouest vers A344 Reims SR 2027 83
Figure 23 : Temps de parcours RN31 Ouest vers A26 Nord SR 2027 83
Figure 24 : Temps de parcours RN31 Ouest vers RN31 Est HPS SR 2027 84
Figure 25 : Temps de parcours A344 Nord vers RN31 Ouest HPS SR 2027 85
Figure 26 : Temps de parcours RN31 Est vers A26 Nord HPS SR 2027 86
Figure 27 : Demi-échangeur Nord modélisé 87
Figure 28 : Demi-échangeur Sud modélisé 88
Figure 29 : Echangeur complet modélisé 88
Figure 30 : Temps de parcours AC1 HPM RN31 Ouest – RN31 Est 89
Figure 31 : Temps de parcourAC1 HPM RN31 Est – RN31 Ouest 89
Figure 32 : Temps de parcourAC1 HPM A344 Nord – RN31 Ouest 90
Figure 33 : Temps de parcourAC1 HPM A26 Nord – RN31 Ouest 90
Figure 34 : Temps de parcourAC1 HPM RN31 Ouest – A26 Nord 91
Figure 35 : RN31 Ouest – RD275 Nord 91
Figure 36 : Temps de parcours AC1 HPS RN31 Ouest – RN31 Est 92
Figure 37 : Temps de parcours AC1 HPS RN31 Est – RN31 Ouest 93
Figure 38 : Temps de parcours AC1 HPS A344 Nord – RN31 Ouest HPS 93
Figure 39 : Temps de parcours AC1 HPS RN31 Ouest – A26 Nord HPS 94
Figure 40 : Temps de parcours AC1 HPS A26 Nord vers RN31 Ouest HPS 94
Figure 41 : Temps de parcours AC2 HPM RN31 Ouest – RN31 Est 95
Figure 42 : Temps de parcours AC2 HPMP RN31 Est – RN31 Ouest 96
Figure 43 : Temps de parcours AC2 HPM RN31 Ouest – RD275 Nord 96
Figure 44 : Temps de parcours AC2 HPM RN31 Ouest – A344 Reims 97
Figure 45 : Temps de parcours AC2 HPM RN31 Ouest – A26 Nord 97
Figure 46 : Temps de parcours AC2 HPM A26 Nord RN31 Ouest 98
Figure 47 : Temps de parcours AC2 HPS RN31 Ouest – RN31 Est 99
Figure 48 : Temps de parcours AC2 HPS RN31 Est – RN31 Ouest 99
Figure 49 : Temps de parcours AC2 HPS A344 Nord – RN31 Ouest 100
Figure 50 : Temps de parcours AC2 HPS RN31 Ouest – A26 Nord 100
Figure 51 : Temps de parcours AC2 HPS A26 Nord – RN31 Ouest 101
Figure 52 : Temps de parcours AC2 HPS A26 Nord – RN31 Est 101

Carte 1 : périmètre et zonage du modèle de trafic statique 9
Carte 2 : positionnement des postes d'enquête OD RPM de 2017 10
Carte 3 : positionnement des postes d'enquête OD par interview de 2019 (Alyce) 10
Carte 4 : positionnement des postes d'enquête OD cordon par RPM de 2019 (Alyce) 11
Carte 5 : positionnement des postes de comptages 2022 sur le réseau local utilisés pour recalage du modèle de trafic (secteur RN31) 12

Carte 6 : positionnement des postes de comptages 2022 sur le réseau local utilisés pour recalage du modèle de trafic (secteur nord) 12
Carte 7 : macro-zonage retenu pour la présentation des matrices OD 15
Carte 8 : conditions de circulation en 2022 reconstituées par le modèle de trafic en période de pointe du matin 31
Carte 9 : conditions de circulation actuelles en période de pointe du matin (source : Google Maps). 32
Carte 10 : conditions de circulation en 2022 reconstituées par le modèle de trafic en période de pointe du soir 33
Carte 11 : conditions de circulation actuelles en période de pointe du soir (source : Google Maps) .. 34
Carte 12 : trafics JOB modélisés en 2022 35
Carte 13 : consistance des aménagements complémentaires « Ac1 » 37
Carte 14 : consistance des aménagements complémentaires « Ac2 » 37
Carte 15 : évolution du trafic JOB entre 2022 et le scénario fil de l'eau 2027 45
Carte 16 : évolution du trafic JOB entre les scénarios fil de l'eau 2027 et 2047 46
Carte 17 : évolution du trafic JOB entre 2022 et le scénario de référence 2027 48
Carte 18 : évolution du trafic JOB entre les scénarios de référence 2027 et 2047 49
Carte 19 : impact de la mise en service de la ZA des Sables sur les trafics JOB en 2027 50
Carte 20 : impact de la mise en service de la ZA des Sables sur les trafics JOB en 2047 51
Carte 21 : impact des aménagements complémentaires n°1 en référence 2027 sur les trafics JOB ... 53
Carte 22 : impact des aménagements complémentaires n°2 en référence 2027 sur les trafics JOB ... 54
Carte 23 : évolution des trafics JOB tous véhicules 2027 suite à la mise en service du demi-diffuseur nord + « Ac1 » 64
Carte 24 : évolution des trafics JOB tous véhicules 2027 suite à la mise en service du demi-diffuseur nord + « Ac2 » 65
Carte 25 : évolution des trafics JOB tous véhicules 2027 suite à la mise en service du demi-diffuseur sud + « Ac1 » 66
Carte 26 : évolution des trafics JOB tous véhicules 2027 suite à la mise en service du demi-diffuseur sud + « Ac2 » 67
Carte 27 : évolution des trafics JOB tous véhicules 2027 suite à la mise en service du diffuseur complet + « Ac1 » 68
Carte 28 : évolution des trafics JOB tous véhicules 2027 suite à la mise en service du diffuseur complet + « Ac2 » 69
Carte 29 : Conditions de circulation sur la RN31 un mardi à 8h00 73
Carte 30 : Conditions de circulation sur la RN31 un mardi à 8h45 75
Carte 31 : Conditions de circulation sur la RN31 un mardi à 17h00 77
Carte 32 : Conditions de circulation sur la RN31 un mardi à 18h00 78
Carte 33 : Conditions de circulation sur la RN31 un mardi à 18h45 78

Glossaire

TMJA : Trafic Moyen Journalier Annuel

TMJO : Trafic Moyen Jour Ouvré

HPM : Heures de Pointe du Matin

HC : Heures Creuses

HPS : Heures de Pointe du Soir

JOB : Jour Ouvrable de Base (jour de semaine hors période de vacances scolaires)

DDP : Dossier de Demande de Principe

RPM : Relevé de Plaques Minéralogiques

BPV : Barrière Pleine Voie

VL : Véhicule Léger

PL : Poids Lourd

uvp : Unité de Véhicule Particulier ; par convention, on considère que 1 VL = 1 uvp et 1 PL = 2,5 uvp

uvp/h : Unité de Véhicule Particulier par heure ; grandeur qui exprime la capacité d'écoulement maximale d'une section de voie routière

OD : Origine - Destination (déplacement)

DT : Domicile – Travail (motif de déplacement)

DET : Domicile – Etudes (motif de déplacement)

DTDE : déplacements pendulaires Domicile – Travail / Domicile – Etudes

PRO : professionnel (motif de déplacement)

PER : personnel (motif de déplacement)

Tcam : Taux de croissance annuel moyen

Ref : scénario de référence (le plus probable en l'absence du projet)

1 CONTEXTE ET OBJET DE L'ETUDE

La S.A.S Champigny Les Sables porte le projet d'un développement d'un parc d'activités sur la commune de Champigny, à proximité de l'autoroute A26, appelée « Zone d'Activités des Sables » (ZA des Sables).

L'aménagement de cette zone d'activités a fait l'objet de deux études de trafic distinctes :

- une étude pilotée par la SANEF portant sur différentes variantes d'aménagement d'un diffuseur sur l'autoroute A26 permettant, entre autres, d'assurer la desserte de la ZA des Sables ; cette étude a été réalisée en 2020 par Trafalgare,
- une étude pilotée par l'aménageur dans le cadre de l'étude d'impact circulatoire du projet de ZA des Sables ; cette étude a été initiée en 2018 et mise à jour en 2022 par Ingénierie Sécurité Routière (ISR).

L'étude pilotée par la SANEF avait fait l'objet fin 2020 d'un rapport de l'Ingénieur Général des Routes préconisant des compléments d'étude. L'aménageur et la CU du Grand Reims souhaitent finaliser le Dossier de demande de principe de la zone d'activités en mettant à jour les études de trafic réalisées en 2020 (études SANEF). Cette mise à jour concerne les problématiques suivantes :

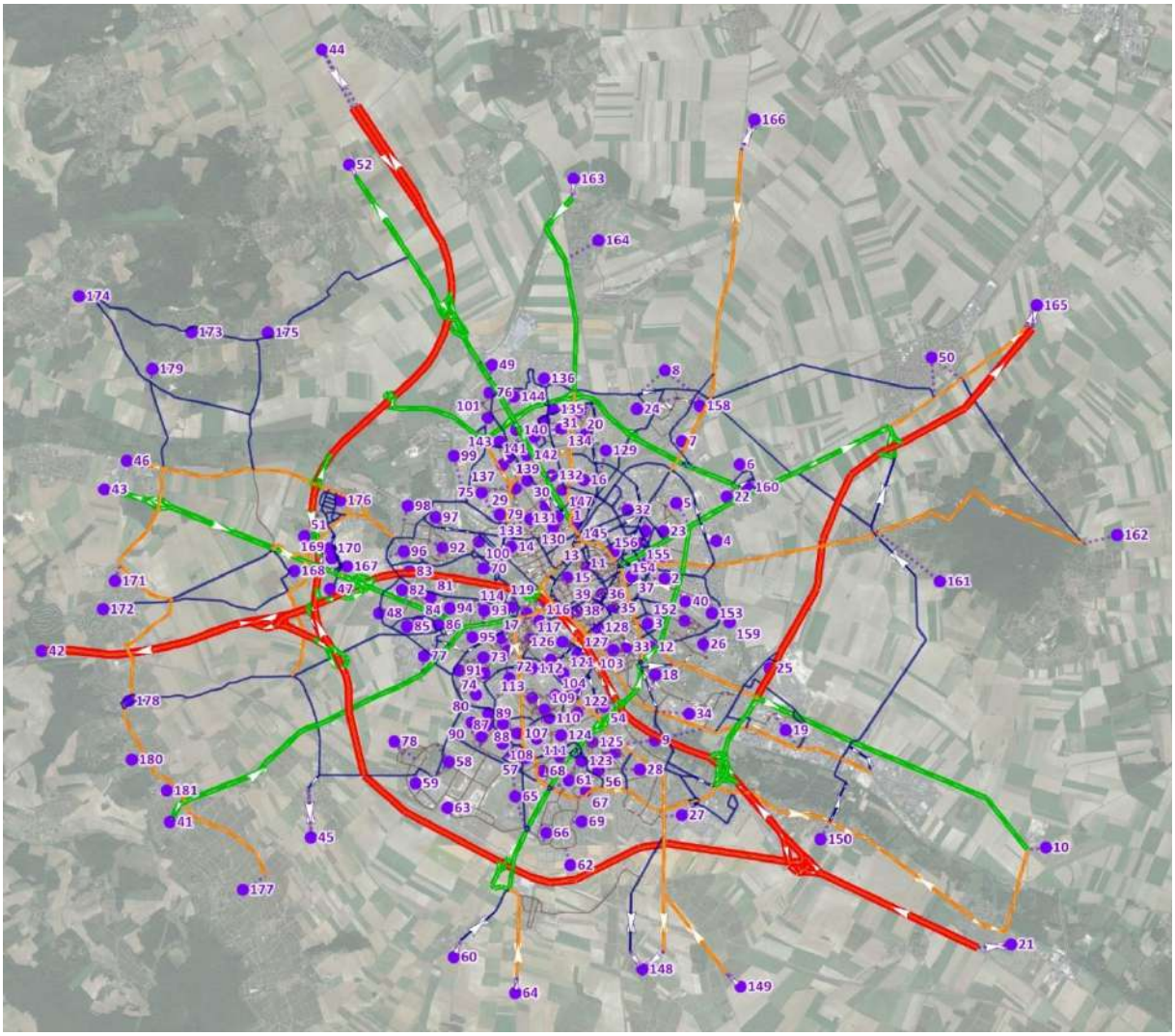
- recalage du modèle de trafic statique initialement calé en 2019 sur des données de comptages actuelles (2021, 2022 ou 2023) ; le recalage du modèle de trafic statique intègre la prise en compte spécifique des itinéraires de shunt possibles de la RN31 via l'échangeur de Muizon :
  - shunt nord par la RD26, la rue de la Gravelle et la RD75,
  - shunt sud par la RD26, la voie communale de Gueux-Thillois et la RD275,
- intégration des nouveaux éléments du programme (mise à jour des émissions / attractions de la future zone d'activités), en justifiant notamment les volumes de trafic VL / PL générés par la zone d'activités sur la base de l'enquêtes ménages EMC2 du Grand Reims (2021) et de données INSEE pour la mise à jour des matrices de déplacements 2027[1] et 2047,
- mise à jour des prévisions de trafic aux horizons 2027 et 2047 pour de nouvelles variantes d'aménagement routier sur le secteur de la ZA des Sables,
- mise à jour des modélisations dynamiques des variantes d'aménagement intégrant l'étude spécifique des points d'échange de la RD275.

[1] Dans la précédente étude réalisée pour le compte de la SANEF, l'horizon de mise en service du diffuseur était 2025. Compte tenu de l'avancement du projet, une mise en service théorique à l'horizon 2027 semble aujourd'hui plus probable, et il semble donc pertinent de repousser de deux ans les horizons de modélisation du trafic.

2 MISE A JOUR DU MODELE DE TRAFIC STATIQUE

2.1 Recalage du modèle de trafic statique

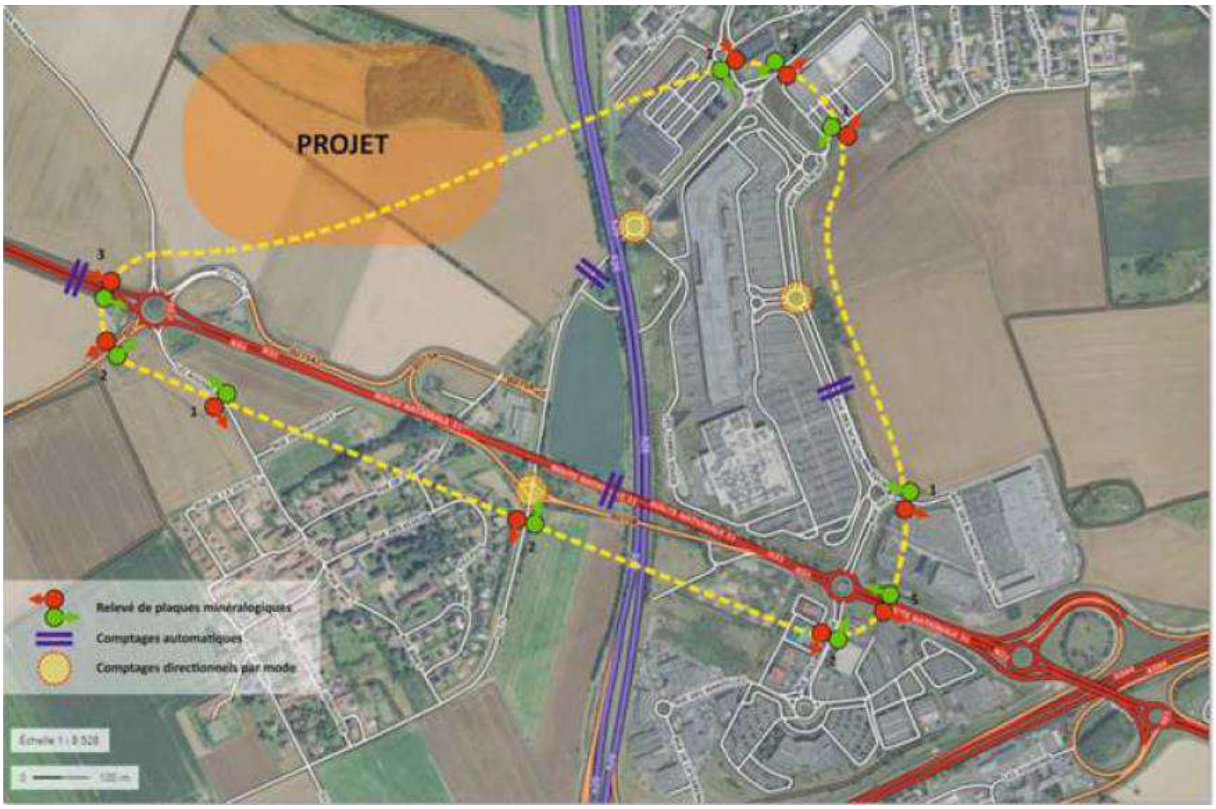
Le modèle de trafic statique développé par Trafalgare pour le compte de la SANEF est issu du modèle Aimsun de la CUGR et comprend un large périmètre couvrant la totalité de l'agglomération rémoise. Il comprend 181 générateurs de trafic (cf. carte ci-dessous). Ce modèle statique a été conservé tel quel dans le cadre de la présente étude.



Carte 1 : périmètre et zonage du modèle de trafic statique

Initialement calé sur les trafics de l'année **2019**, ce modèle a été recalé sur des données de trafic plus récentes (2021 ou 2022 ou 2023 selon les données transmises). L'ensemble des trafics ayant servi au calage en débit ou en OD du modèle ont été mis à jour en considérant que les trafics sont représentatifs d'un Jour Ouvrable de l'année 2022 qui est donc considérée comme la nouvelle année de calage du modèle de trafic. Il s'agit notamment :

- de l'enquête OD cordon par Relevés de Plaques Minéralogiques (RPM) formant un cordon au niveau de la zone commerciale de Thillois,



Carte 2 : positionnement des postes d'enquête OD RPM de 2017

- de l'enquête OD par interview réalisée par Alyce sur les bretelles de sortie de l'échangeur n°22 (Reims Tinqueux) de l'autoroute A344,



Carte 3 : positionnement des postes d'enquête OD par interview de 2019 (Alyce)

- de l'enquête OD cordon par Relevés de Plaques Minéralogiques (RPM) réalisée par Alyce dans le cadre de la précédente étude en octobre 2019 sur le cordon RN31 / route de Soissons / A344,



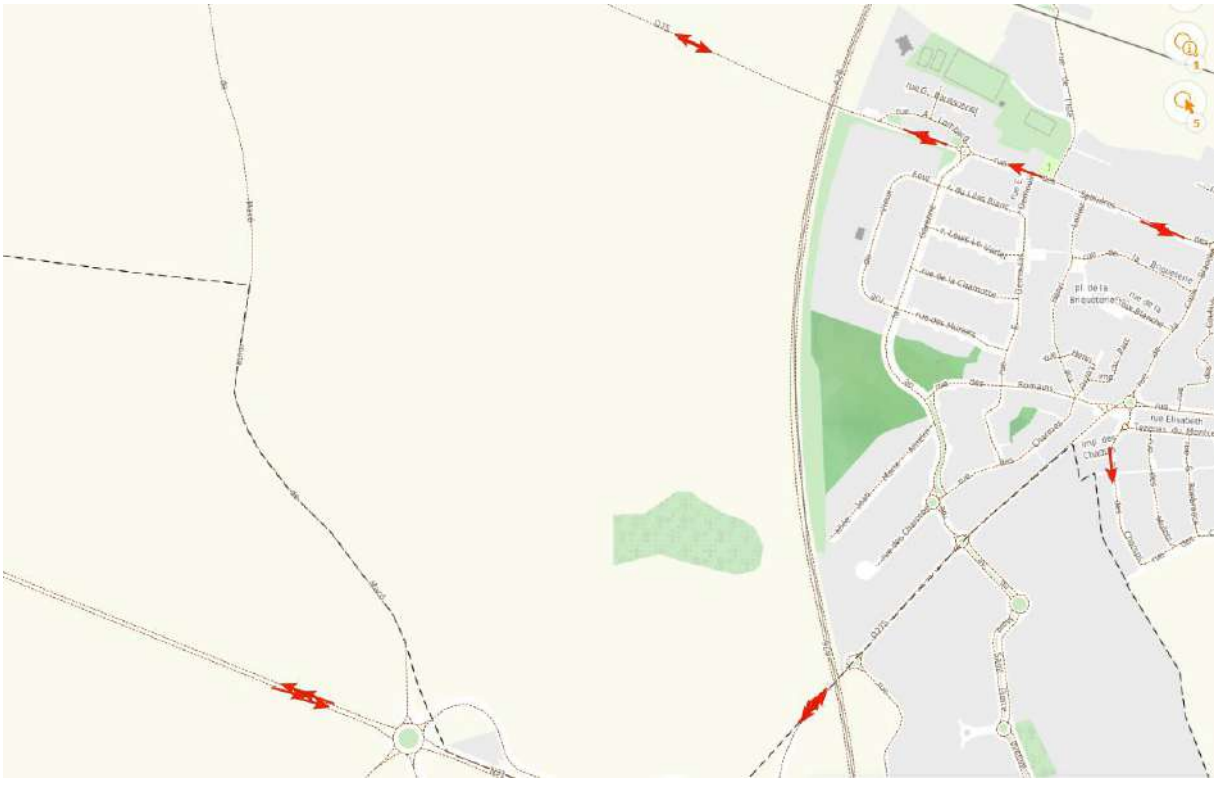
Carte 4 : positionnement des postes d'enquête OD cordon par RPM de 2019 (Alyce)

- données de comptages autoroutiers en section et sur les bretelles des autoroutes A26 et A344,
- données de comptages automatiques Alyce, Iprocia et ISR réalisés entre 2015 et 2019.

Les cibles 2022 ont été estimées sur la base des comptages fournis par le Maître d'Ouvrage sur le réseau autoroutier de la SANEF (bretelles des échangeurs et sections courantes) ainsi que sur une partie des postes figurant ci-dessous ayant fait l'objet de comptages récents (postérieurs à 2019).



Carte 5 : positionnement des postes de comptages 2022 sur le réseau local utilisés pour recalage du modèle de trafic (secteur RN31)



Carte 6 : positionnement des postes de comptages 2022 sur le réseau local utilisés pour recalage du modèle de trafic (secteur nord)

2.2 Rappel des caractéristiques du modèle de trafic

Les caractéristiques du modèle de trafic initial développé sous le logiciel TransCAD ont été conservées :

- segmentation de la demande en quatre motifs :
  - VL Domicile-Travail / Domicile-Etudes (VL DTDE),
  - VL Professionnel (VL PRO)
  - VL Personnel (VL PER),
  - PL,
- élaboration de matrices pour trois périodes horaires distinctes d'un Jour Ouvrable de Base[2] (jour de semaine hors période de vacances scolaires) :
  - HPM : entre 7h et 9h un jour de semaine hors périodes de vacances scolaires,
  - HPS : entre 16h et 19h un jour de semaine hors périodes de vacances scolaires,
  - HC : autres heures de la journée d'un jour de semaine hors périodes de vacances scolaires,
- affectation des matrices par motif et par période horaire à l'aide d'un algorithme d'équilibre stochastique sur la base d'un coût généralisé intégrant :
  - le temps de parcours tenant compte de la congestion via des courbes débit-vitesse (cf. ci-dessous),
  - une modélisation kilométrique des péages VL / PL sur les autoroutes A4 et A26 (au nord de la BPV de Courcy) permettant d'approcher les tarifs par OD sur les OD échangeur x échangeur inclus dans le périmètre du modèle de trafic
  - une modélisation des coûts de carburant à partir d'un coût moyen 2022 de 1,85 €/L pour les VL et de 1,86 €/L pour les PL et d'une consommation moyenne tenant compte de la vitesse de circulation par période et par arc du réseau.

Les courbes débit-vitesse retenues sont de type Davis écrêté (plus généralement utilisé en urbain car reflétant mieux les phénomènes de congestion, et notamment de création de files d'attente). Le temps de parcours en charge est alors donné par la formule suivante :

$$\begin{cases} \mathbf{Tps} = \mathbf{T_0} \cdot \left(\dfrac{\mathbf{1.2} - \gamma \cdot \dfrac{\mathbf{V}}{\mathbf{C}}}{\mathbf{1.2} - \dfrac{\mathbf{V}}{\mathbf{C}}} \right) & \text{si } \dfrac{V}{C} \le 1 \\ \mathbf{Tps} = \mathbf{T_0} \cdot \left[\left(\dfrac{\mathbf{1.2} - \gamma}{\mathbf{0.2}} \right) + \mathbf{60} \cdot \left(\dfrac{\mathbf{V}}{\mathbf{C}} - \mathbf{1} \right) \right] = \mathbf{Tps}\left(\dfrac{\mathbf{V}}{\mathbf{C}} = \mathbf{1} \right) + \mathbf{Tps_{attente}} & \text{si } \dfrac{V}{C} > 1 \end{cases}$$

avec : **V** = volume de trafic sur l'arc ; **C** = capacité de l'arc ; $\mathbf{T_0}$ = temps à vide sur l'arc ; γ = courbure de l'arc

<u>Remarque :</u> la formulation choisie conduit par exemple à ajouter, pour un taux de congestion de 105%, un temps d'attente de 3 minutes (bouchon) pour chaque minute parcourue à vide.

[2] Jour Ouvrable de Base

Les indicateurs d'offre de transport qui sont utilisés pour le modèle de choix d'itinéraire seront les suivants :

- temps de parcours chargés (tenant compte des phénomènes de congestion),
- coût de péage,
- coût de carburant.

Les mêmes indicateurs sont calculés pour les PL.

En effet, il n'est pas d'usage de retenir d'autres types de coût (exploitation et maintenance, assurances…), puisque ces derniers ne sont pas intégrés par l'usager pour son choix d'itinéraire.

2.3 Elaboration des matrices de demande en situation actuelle

2.3.1 Données utilisées pour l'estimation de la demande routière 2022

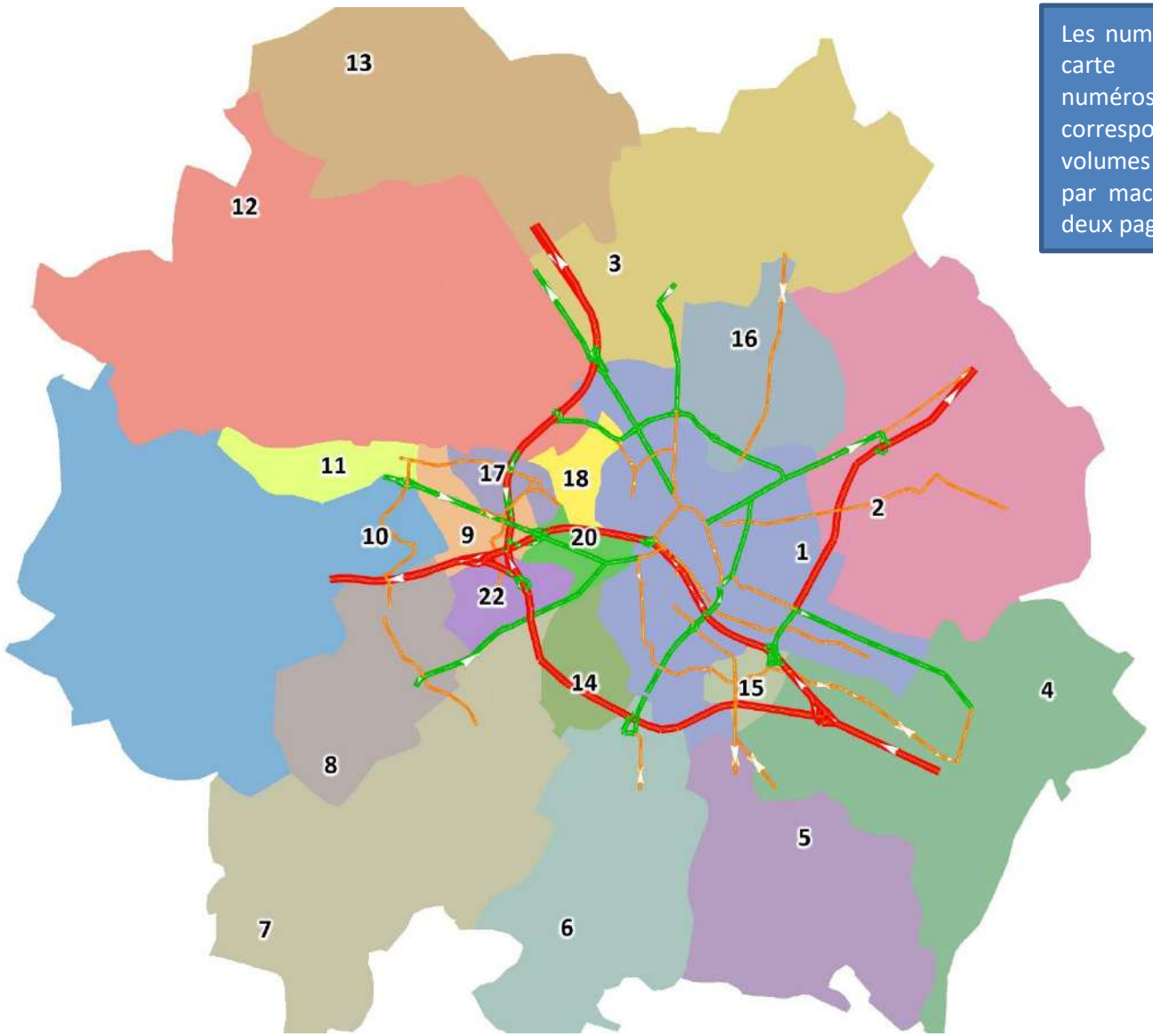
Les matrices VL et PL JOB calées en 2019 ont été mises à jour en 2022 afin de reproduire les croissances de trafic estimées à l'aide des données de comptages en section les plus récentes. Les volumes de déplacements ont ainsi été légèrement réduits (de 855 000 à 851 000 déplacements tous véhicules quotidiens) entre 2019 et 2022 suite au recalage sur les trafics en section 2022 qui présentent généralement une légère baisse par rapport aux trafics 2019 (avant la pandémie de COVID-19).

Les matrices JOB 2022 comprennent ainsi près de 828 000 déplacements VL quotidiens sur le périmètre de modélisation (y compris trafics d'échange et de transit), et environ 23 000 déplacements PL (part moyenne des PL de 2,7%).

Le trafic VL est essentiellement du trafic interne au périmètre d'étude (76% environ), alors que le trafic PL se répartit de manière plus homogène entre du trafic interne (27%), d'échange (31%) et de transit (42%).

Trafics JOB 2022 (x 1000 dep/JOB)	Total VL	Total PL	Total TV	Taux PL	Part VL	Part PL	Part TV
Interne PE	631.6	6.2	637.8	1.0%	76.3%	27.0%	75.0%
Echange PE	149.9	7.2	157.1	4.6%	18.1%	31.2%	18.5%
Transit PE	46.1	9.6	55.7	17.2%	5.6%	41.8%	6.5%
Total	**827.6**	**22.9**	**850.5**	2.7%			
Part	**97.3%**	**2.7%**	**100.0%**				

Tableau 1 : structures des matrices de déplacements JOB VL / PL 2022



Les numéros présentés sur cette carte correspondent aux numéros des macro-zones correspondant aux tableaux des volumes de déplacements VL / PL par macro-OD présentés sur les deux pages suivantes.

Carte 7 : macro-zonage retenu pour la présentation des matrices OD

	Matrice VL (dep/JOB)	1 Reims	2 Zone ext. Est	3 Zone ext. Nord-est	4 Zone ext. Sud-est	5 Zone ext. Sud 1	6 Zone ext. Sud 2	7 Zone ext. Sud-Ouest	8 Virgny	9 Thillois	10 Zone ext. Ouest	11 Muizon	12 Zone ext. Nord-ouest	13 Zone ext. Nord	14 Bezannes	15 Cormontreuil	16 Bétheny	17 Champigny	18 St-Brice-Courcelles	19 ZC Thillois Centre	20 Tinqueux	21 ZC Thillois Nord	22 ZC Thillois Sud	Total
1	Reims	381 551	18 444	6 540	15 241	5 166	6 878	1 557	797	728	6 003	5 699	3 533	2 777	8 580	8 859	9 278	4	11 741	7 013	19 266	786	2 098	**522 541**
2	Zone ext. Est	18 444	5 393	286	1 067	775	900	14	61	23	736	136	129	153	150	1 439	972	0	719	329	647	45	75	**32 493**
3	Zone ext. Nord-est	6 540	286	81	174	62	13	23	17	12	871	199	56	5	79	85	1 223	0	261	267	1 337	42	119	**11 752**
4	Zone ext. Sud-est	15 241	1 067	174	1 817	1 956	58	34	27	127	8 863	1 190	1 858	5 129	216	744	258	1	190	389	747	267	116	**40 470**
5	Zone ext. Sud 1	5 166	775	62	1 956	389	1 877	1	2	7	103	62	114	61	537	273	70	0	156	239	871	47	72	**12 840**
6	Zone ext. Sud 2	6 878	900	13	58	1 877	17	379	92	4	734	26	57	232	596	166	12	0	1 593	114	1 175	38	34	**14 994**
7	Zone ext. Sud-Ouest	1 557	14	23	34	1	379	51	133	1	47	45	115	8	68	1	24	1	322	158	1 095	127	92	**4 297**
8	Virgny	797	61	17	27	2	92	133	5	0	253	31	90	24	301	1	33	0	144	17	202	55	45	**2 333**
9	Thillois	728	23	12	127	7	4	1	0	0	0	25	0	0	4	24	14	0	32	0	15	0	30	**1 045**
10	Zone ext. Ouest	6 003	736	871	8 863	103	734	47	253	0	1	157	83	157	110	160	489	1	196	7	430	3	204	**19 607**
11	Muizon	5 699	136	199	1 190	62	26	45	31	25	157	330	561	710	52	133	120	1	268	2 521	3 919	208	987	**17 382**
12	Zone ext. Nord-ouest	3 533	129	56	1 858	114	57	115	90	0	83	561	121	34	36	149	83	0	117	8	174	96	38	**7 452**
13	Zone ext. Nord	2 777	153	5	5 129	61	232	8	24	0	157	710	34	0	31	59	15	0	10	51	74	255	1	**9 785**
14	Bezannes	8 580	150	79	216	537	596	68	301	4	110	52	36	31	40	446	56	0	161	15	1 046	0	5	**12 529**
15	Cormontreuil	8 859	1 439	85	744	273	166	1	1	24	160	133	149	59	446	27	168	0	69	136	968	22	41	**13 970**
16	Bétheny	9 278	972	1 223	258	70	12	24	33	14	489	120	83	15	56	168	16 908	0	252	167	1 262	48	51	**31 502**
17	Champigny	3	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**8**
18	St-Brice-Courcelles	11 741	719	261	190	156	1 593	322	144	32	196	268	117	10	161	69	252	0	131	52	1 235	78	16	**17 742**
19	ZC Thillois Centre	7 013	329	267	389	239	114	158	17	0	7	2 521	8	51	15	136	167	0	52	0	154	0	303	**11 940**
20	Tinqueux	19 266	647	1 337	747	871	1 175	1 095	202	15	430	3 919	174	74	1 046	968	1 262	0	1 235	154	781	186	87	**35 672**
21	ZC Thillois Nord	786	45	42	267	47	38	127	55	0	3	208	96	255	0	22	48	0	78	0	186	0	263	**2 566**
22	ZC Thillois Sud	2 098	75	119	116	72	34	92	45	30	204	987	38	1	5	41	51	0	16	303	87	263	0	**4 677**
	Total	**522 540**	**32 493**	**11 752**	**40 470**	**12 840**	**14 994**	**4 297**	**2 333**	**1 045**	**19 607**	**17 382**	**7 452**	**9 785**	**12 529**	**13 970**	**31 502**	**9**	**17 742**	**11 940**	**35 672**	**2 566**	**4 677**	**827 596**

Tableau 2 : matrice VL JOB modélisée en 2022

	Matrice PL (dep/JOB)	1 Reims	2 Zone ext. Est	3 Zone ext. Nord-est	4 Zone ext. Sud-est	5 Zone ext. Sud 1	6 Zone ext. Sud 2	7 Zone ext. Sud-Ouest	8 Virgny	9 Thillois	10 Zone ext. Ouest	11 Muizon	12 Zone ext. Nord-ouest	13 Zone ext. Nord	14 Bezannes	15 Cormontreuil	16 Bétheny	17 Champigny	18 St-Brice-Courcelles	19 ZC Thillois Centre	20 Tinqueux	21 ZC Thillois Nord	22 ZC Thillois Sud	Total
1	Reims	1 000	486	89	292	67	93	20	8	1	146	385	111	126	112	118	96	0	121	2	174	3	11	**3 461**
2	Zone ext. Est	486	588	14	96	46	90	1	3	0	144	38	11	17	9	83	93	0	27	1	41	1	3	**1 792**
3	Zone ext. Nord-est	89	14	3	14	2	1	1	1	0	65	27	4	1	3	3	47	0	13	0	48	0	2	**338**
4	Zone ext. Sud-est	292	96	14	143	119	4	3	2	1	1 627	441	413	2 188	16	43	17	0	10	1	35	4	3	**5 470**
5	Zone ext. Sud 1	67	46	2	119	15	72	0	0	0	6	7	9	11	21	11	3	0	6	0	30	1	1	**427**
6	Zone ext. Sud 2	93	90	1	4	72	1	15	3	0	67	2	4	42	23	6	0	0	65	0	43	0	1	**535**
7	Zone ext. Sud-Ouest	20	1	1	3	0	15	2	4	0	3	5	5	1	2	0	1	0	17	0	41	2	1	**124**
8	Virgny	8	3	1	2	0	3	4	0	0	15	2	5	2	9	0	1	0	5	0	6	1	1	**69**
9	Thillois	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**3**
10	Zone ext. Ouest	146	144	65	1 627	6	67	3	15	0	0	12	9	49	8	7	34	0	10	0	31	0	4	**2 237**
11	Muizon	385	38	27	441	7	2	5	2	0	12	65	122	282	10	14	13	1	33	17	238	4	62	**1 780**
12	Zone ext. Nord-ouest	111	11	4	413	9	4	5	5	0	9	122	10	5	3	14	6	0	11	0	10	2	2	**758**
13	Zone ext. Nord	126	17	1	2 188	11	42	1	2	0	49	282	5	0	5	8	2	0	2	3	13	12	0	**2 770**
14	Bezannes	112	9	3	16	21	23	2	9	0	8	10	3	5	2	17	2	0	7	0	38	0	0	**287**
15	Cormontreuil	118	83	3	43	11	6	0	0	0	7	14	14	8	17	1	6	0	3	0	32	0	1	**367**
16	Bétheny	96	93	47	17	3	0	1	1	0	34	13	6	2	2	6	656	0	12	0	44	1	1	**1 036**
17	Champigny	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**2**
18	St-Brice-Courcelles	121	27	13	10	6	65	17	5	0	10	33	11	2	7	3	12	0	8	0	58	1	0	**409**
19	ZC Thillois Centre	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	17	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**26**
20	Tinqueux	174	41	48	35	30	43	41	6	0	31	238	10	13	38	32	44	0	58	0	28	2	1	**915**
21	ZC Thillois Nord	3	1	0	4	1	0	2	1	0	0	4	2	12	0	0	1	0	1	0	2	0	1	**36**
22	ZC Thillois Sud	11	3	2	3	1	1	1	1	0	4	62	2	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	**96**
	Total	**3 461**	**1 792**	**338**	**5 470**	**427**	**535**	**124**	**69**	**3**	**2 237**	**1 780**	**758**	**2 770**	**287**	**367**	**1 036**	**2**	**409**	**26**	**915**	**36**	**96**	**22 940**

Tableau 3 : matrice PL JOB modélisée en 2022

2.3.2 Segmentation des matrices par période horaire

Outre la segmentation par motif mentionnée au § 2.2, les matrices routières JOB ont été réparties par période horaire, afin de prendre en compte les différences de comportements des automobilistes vis-à-vis des itinéraires payants selon la congestion des itinéraires gratuits et payants.

Les périodes horaires modélisées sont les suivantes :

- HPM : 7h-9h,
- HPS : 16h-19h,
- HC : autres heures de la journée.

Les répartitions horaires par motif appliquées dans le modèle sont issues des ratios utilisés dans d'autres études, recalés à partir des valeurs observées dans les enquêtes transmises par COFIROUTE. A noter que, pour améliorer le calage en débit par période horaire des Poids Lourds, les répartitions des trafics horaires retenues dépendent de la classe de distance ; ainsi, les trafics PL de courte distance (correspondant essentiellement à des livraisons ou autres boucles de chargement / déchargement) ont une répartition plus importante en période de pointe que la moyenne, alors que les trafics PL de longue distance (essentiellement les transits par l'autoroute) ont une répartition plus importante en période creuse que la moyenne.

Période	VL				PL
	Domicile → Travail / Etudes	Travail / Etudes → Domicile	Professionnel	Personnel	
HPM	59%	1%	10%	7%	De 6 à 17%
HC	40%	40%	69%	71%	De 63 à 79%
HPS	1%	59%	21%	22%	De 13 à 20%
Total	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**

Tableau 4 : répartition horaire par motif retenue dans le modèle

Par ailleurs, les matrices VL de déplacements ont été converties en matrices de véhicules avant la procédure d'affectation par l'application de taux d'occupation par motif par période estimés à partir des données issues des informations collectées dans les enquêtes OD réalisées dans le cadre de la présente étude, en distinguant les périodes de pointe des périodes creuses. Les taux retenus dans le modèle figurent dans le tableau suivant.

Période	Domicile ↔ Travail / Etudes	Professionnel	Personnel
HPM	1.15	1.25	1.65
HC	1.10	1.20	1.60
HPS	1.15	1.25	1.65

Tableau 5 : taux d'occupation VL par motif et par période horaire retenus dans le modèle

2.3.3 Segmentation des matrices par valeur du temps

Une scission des matrices par valeur du temps a été réalisée afin de tenir compte de leur distribution au sein d'un motif donné, ce qui permet d'obtenir des prévisions de trafic plus réalistes : en effet, cela permet de mieux prendre en compte les différences de sensibilité des individus vis-à-vis du péage, notamment pour les sensibilités extrêmes (réticence ou acceptation totale), que **l'utilisation**

de la seule médiane qui ne permet pas de tenir compte de la diversité des comportements des individus.

Usuellement, on retient que les valeurs du temps suivent une distribution log-normale[3]. On rappelle qu'une variable X suit une loi log-normale de paramètres μ et σ si la variable Y = ln(X) suit une loi normale de paramètres μ et σ. Ainsi, la loi log-normale admet pour densité :

$$f(x,\mu,\sigma) = \frac{e^{\frac{-(\ln(x)-\mu)^2}{2\sigma^2}}}{x\sigma\sqrt{2\pi}}$$

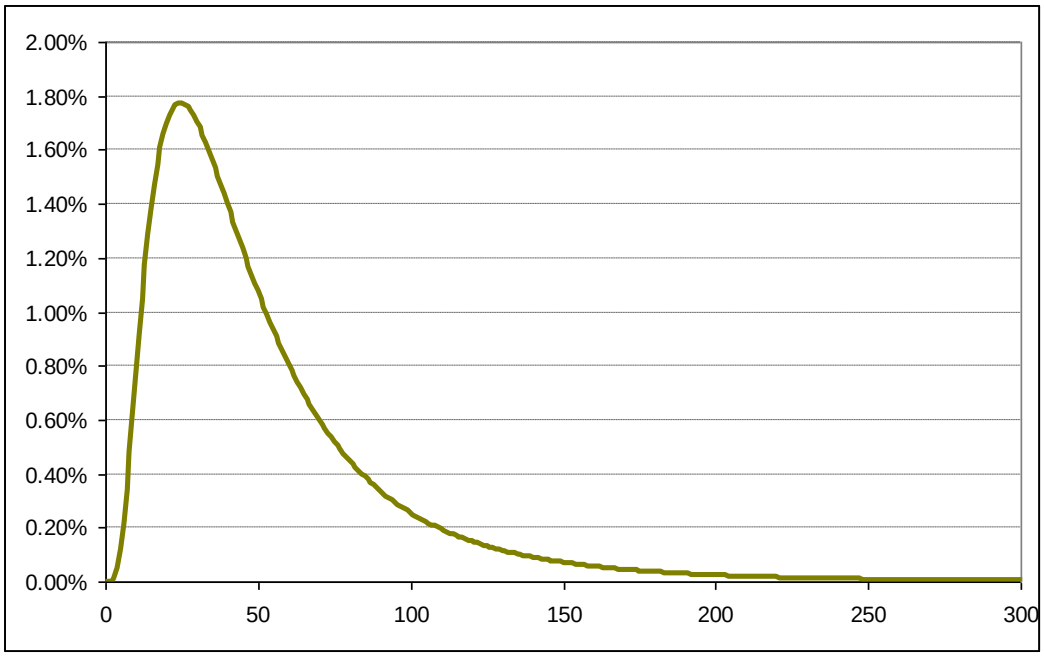


Figure 1 : exemple de fonction de distribution des valeurs du temps

Les moyennes, médianes et écarts-types de la distribution sont alors donnés par les formules suivantes :

$$\begin{cases} Moyenne = e^{\mu+\frac{\sigma^2}{2}} \\ Médiane = e^{\mu} \\ Ecart\quad type = \left(e^{\sigma^2} - 1\right) \times e^{2\mu+\sigma^2} \end{cases}$$

Les valeurs du temps ont été définies à partir :

- des valeurs figurant dans les fiches outils de la DGITM de juin 2019 pour l'évaluation socio-économique des projets d'infrastructures de transport (valeurs 2015 en €$_{2015}$),
- des croissances du PIB/tête constatées entre 2015 et 2022,
- des taux d'inflations observés entre 2015 et 2022,

[3] La formulation est classiquement log-normale car on suppose que les valeurs du temps se distribuent de la même façon que les revenus des ménages, dont la répartition observée dans de multiples pays a effectivement l'allure d'une courbe log-normale.

- d'un réajustement par motif permettant un bon calage du modèle en OD et en débit.

Le tableau ci-dessous présente les paramètres des distributions de valeurs du temps par motif. On note que les moyennes affectées sont très proches des valeurs du temps en milieu urbain données par les fiches outils de la DGITM.

	VL DT	VL PRO	VL PER	PL
Fiches outils DGITM 2019				
VdT/voyageur (valeur 2015 en €$_{2015}$) - urbain	10.6	18.2	7.2	39.0
Inflation 2022/2015	9.4%	9.4%	9.4%	9.4%
Evol PIB/tête 2022/2015	4.7%	4.7%	4.7%	
VdT/voyageur (valeur 2022 en €$_{2022}$)	12.0	20.6	8.1	42.7
Taux d'occupation (modèle)	1.20	1.40	1.40	
VdT/véhicule (valeur 2022 en €$_{2022}$)	**14.4**	**28.8**	**11.4**	**42.7**
Modèle de trafic ZA Sables (valeur 2022 en € $_{2022}$)				
μ	2.81	3.09	2.47	3.71
σ	0.55	0.55	0.55	0.55
Mediane	**16.5**	**22.0**	**11.9**	**40.9**
Moyenne	**19.2**	**25.6**	**13.8**	**47.5**
Ecart-type	11.4	15.2	8.2	28.2

Tableau 6 : valeurs du temps retenues dans la modélisation

TransCAD acceptant uniquement des valeurs du temps discrètes et non continues, une méthode a été élaborée qui permet de segmenter une matrice par mode en plusieurs sous-matrices, auxquelles on affecte des valeurs du temps différenciées. Ainsi, pour un segment AB donné, une valeur du temps unique a été affectée à l'ensemble de la sous-matrice, dont la part dans la matrice totale est égale à la différence entre la fonction de répartition prise au point supérieur B et celle prise au point inférieur A (cf. graphique suivant).

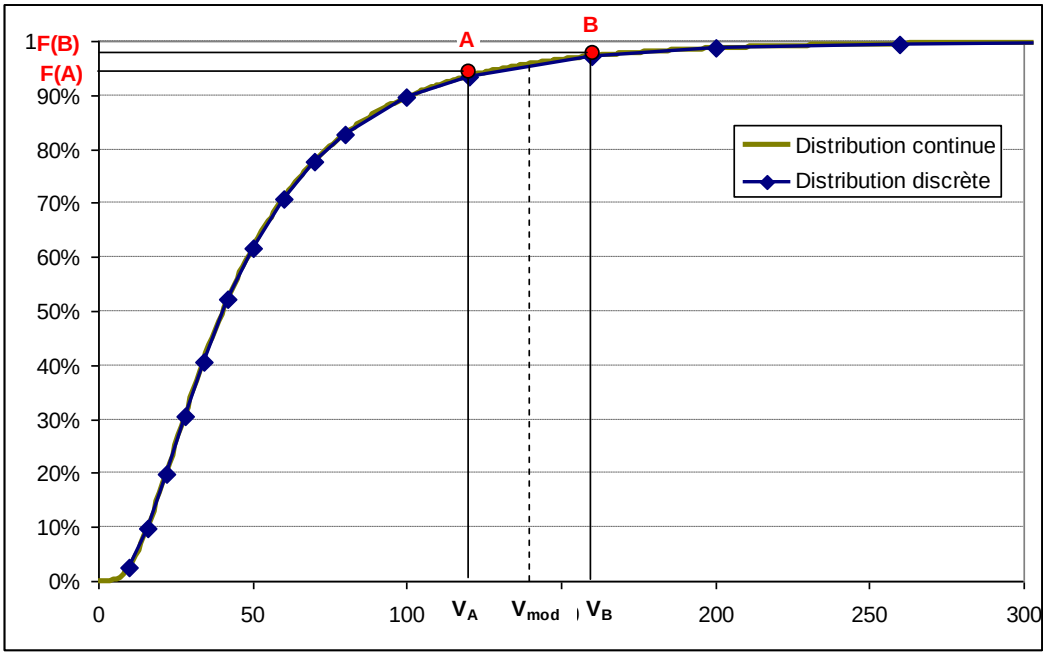


Figure 2 : méthode de discrétisation des valeurs du temps

Ainsi, pour un motif donné, la valeur du temps $\mathbf{V_{mod}}$ qui est la moyenne de $\mathbf{V_A}$ et de $\mathbf{V_B}$ se voit affecter une part de la matrice égale à **F(B) – F(A)**. Le tableau de la page suivante présente, pour chaque classe/motif de déplacement, les dix segments retenus, les valeurs du temps relatives à chaque segment ainsi que, les parts de la matrice auxquelles ces valeurs du temps ont été affectées. A noter que **ces valeurs du temps $\mathbf{V_{mod}}$ sont indépendantes de l'horizon modélisé**. Ce sont ainsi les répartitions par classe de valeurs du temps et non les valeurs du temps modélisées que l'on fait évoluer dans le temps en fonction de la croissance du PIB/habitant, comme l'indique le tableau ci-dessous.

Numéro segment	VdT inf (V_A)	VdT sup (V_B)	**VdT modèle**	Part de chaque matrice par motif			
				VL DT/DE	VL PRO	VL PER	PL
1	0	4	**2**	0.5%	0.1%	2.4%	0.0%
2	4	8	**6**	8.9%	3.2%	21.2%	0.2%
3	8	12	**10**	18.7%	10.3%	27.1%	1.1%
4	12	18	**15**	28.1%	22.3%	26.8%	5.5%
5	18	24	**21**	19.0%	20.5%	12.4%	9.9%
6	24	30	**27**	11.0%	15.1%	5.4%	12.1%
7	30	40	**35**	8.5%	14.8%	3.2%	19.7%
8	40	52	**46**	3.5%	7.9%	1.0%	18.5%
9	52	68	**60**	1.4%	3.9%	0.3%	15.3%
10	68	∞	**80**	0.5%	2.0%	0.1%	17.7%
			Total	**100.0%**	**100.0%**	**100.0%**	**100.0%**

Tableau 7 : valeurs du temps discrètes utilisées dans le modèle de trafic

Lecture : on affecte la valeur du temps de 15 €/h à 28,1% de la matrice VL DT/DE et à 5,5% de la matrice PL.

2.4 Paramétrage des modèles d'affectation

2.4.1 Formation du coût généralisé

Une fois les matrices OD définies, elles sont affectées sur le réseau routier à l'aide d'une procédure d'affectation routière statique.

Lors de l'affectation, le logiciel affecte simultanément toutes les matrices de véhicules sur les différents itinéraires possibles en fonction des coûts généralisés donnés par la formule suivante :

$$C_{gen} = \alpha . C_{km\_carburant} . D + VdT . Tps_{chargé} + \beta . Peage$$

avec :
- $C_{km\_carburant}$ = coût kilométrique lié au carburant
- **VdT** = valeur du temps de la classe d'usagers
- **D** = longueur de l'arc
- **$Tps_{chargé}$**= temps chargé sur l'arc

Le paramètre **α**, compris entre 0 et 1, représente une décote généralement adoptée dans les calculs de choix d'itinéraire : l'automobiliste, s'il évalue relativement bien les temps de parcours et le coût de péage pour chaque itinéraire concurrent, ne perçoit pas forcément convenablement les différences de coût kilométrique lié au carburant entre deux itinéraires. Ainsi, il est fréquent que l'absence d'application de cette décote favorise les itinéraires à faible coût kilométrique (c'est-à-dire ceux proposant une vitesse à vide proche des vitesses permettant de minimiser le coût de carburant – entre 70 km/h et 90 km/h, donc la route nationale dans le cas d'une concurrence RN/autoroute).

Par ailleurs, le paramètre **β,** également compris entre 0 et 1, représente la décote liée au bonus autoroutier qui est parfois utilisée pour modéliser convenablement les aménités de l'autoroute non directement liées aux gains de temps ; il s'agit, entre autres, des gains de confort et de sécurité, qu'il convient de dissocier, autant que faire se peut, des gains de temps purs estimés à partir des valeurs du temps. Au final, les valeurs suivantes ont été retenues :

- α_{VL} = 0,2,
- α_{PL} = 0,0,
- β_{VL} = 1,0,
- β_{PL} = 0,7.

2.4.2 Procédure d'affectation retenue

Le logiciel TransCAD permet trois types d'affectation statique :

- l'affectation en « **tout ou rien** », dans laquelle tous les déplacements empruntent, pour une OD donnée, un seul et même itinéraire (par exemple celui qui minimise le coût généralisé ou le temps de parcours),
- l'affectation en **équilibre classique** qui permet d'affecter, pour chaque OD, tout le trafic sur l'itinéraire au moindre coût généralisé, jusqu'à ce que, en raison de l'augmentation des temps de parcours due à la congestion, ce dernier devienne moins attractif qu'un autre itinéraire. S'ensuit alors une procédure itérative aboutissant à ce que, à l'équilibre :
  - les coûts généralisés d'une même classe de véhicule (même valeur du temps, même motif) de tous les itinéraires empruntés sont égaux,
  - ce coût généralisé est inférieur ou égal à ceux de tous les itinéraires non empruntés.
- la méthode d'**équilibre stochastique** (Stochastic User Equilibrium dans TransCAD), qui est une variante de la méthode d'équilibre classique, dans laquelle on considère que les automobilistes n'ont pas une connaissance parfaite des conditions de circulation et/ou perçoivent les coûts de transport de différente façon. En règle générale, cette méthode permet d'obtenir des résultats plus réalistes car elle autorise l'utilisation d'itinéraires moins attractifs, même si le meilleur des itinéraires n'a pas encore atteint le point de charge critique qui le rend moins performant que d'autres.

En résumé, la méthode d'équilibre classique revient :

- à une affectation en « tout ou rien » si le meilleur itinéraire conserve le coût généralisé minimal, même après chargement de l'ensemble des véhicules potentiels,
- à une affectation multichemins si le meilleur itinéraire à vide devient moins performant à partir d'une certaine charge (le modèle trouvant alors un deuxième itinéraire, qui se charge progressivement, puis éventuellement un troisième, et ainsi de suite…).

La **méthode d'équilibre stochastique** permet d'ajouter une dimension probabiliste à cette affectation (non connaissance des meilleurs temps de parcours par tous les automobilistes). Concrètement, cette méthode est implantée dans le logiciel TransCAD en utilisant la méthode des moyennes successives, qui nécessite, à critère de convergence égal, un nombre d'itérations supérieur à celui de l'équilibre classique.

Dans les cas d'affectations à l'équilibre, l'affectation s'arrête lorsque le critère de convergence est atteint (affectation à l'équilibre réussie) ou lorsque le nombre d'itérations est atteint (échec de l'affectation à l'équilibre).

La méthode d'affectation retenue est une procédure d'équilibre stochastique **multiclasse**, c'est-à-dire permettant d'affecter simultanément plusieurs classes de véhicules (matrices VL par segment[4] et PL) dont on peut différencier les valeurs du temps. Le coefficient d'équivalence retenu pour les PL est de 2,5 uvp/PL (contre 1 uvp/VL par définition).

2.5 Calage du modèle en situation actuelle

2.5.1 Résultats du calage en débit

Le modèle a été recalé en débit sur la base des trafics 2021 à 2023 fournis par la CUGR et la SANEF ainsi que sur les anciens postes des comptages Alyce d'octobre 2019. On rappelle que le modèle avait été précédemment calé en OD sur le cordon RPM RN31 Thillois / A344 / nœud A26 / A4 incluant notamment tous les trafics circulant au niveau de l'échangeur de Tinqueux. Les résultats de ce calage ne sont donc pas représentés dans ce rapport de mise à jour de l'étude de trafic.

Les graphiques et tableau ci-après présentent la qualité du calage en débit par période et en JOB sur les 41 postes de calage 1 sens correspondant à :

- 20 postes autoroutiers (bretelles d'échangeurs autoroutiers ou sections courantes) sur le réseau SANEF,
- 17 postes de comptages automatiques (Alyce 2019),
- 4 postes de comptages fournis par la CUGR.

Les graphiques ci-dessous présentent la qualité du calage en débit en période de pointe du matin sur les 41 postes de calage.

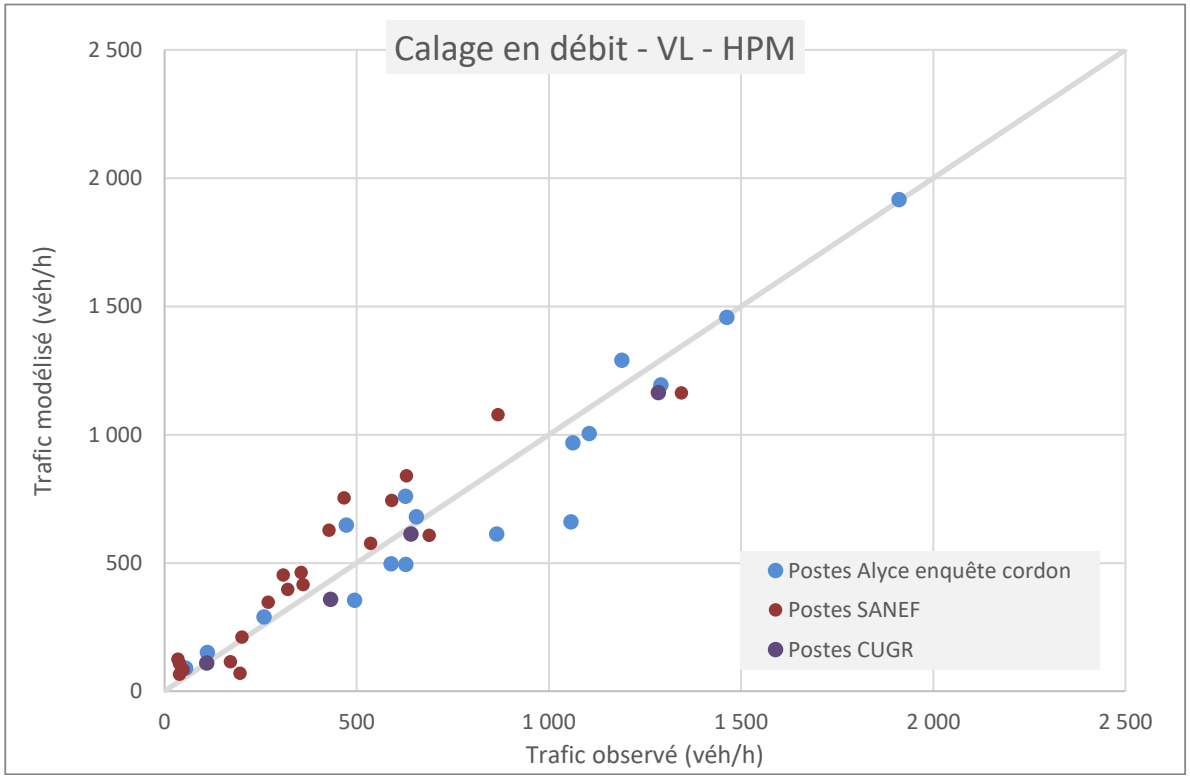


Figure 3 : calage en débit VL en période de pointe du matin

[4] Croisement motif x valeur du temps.

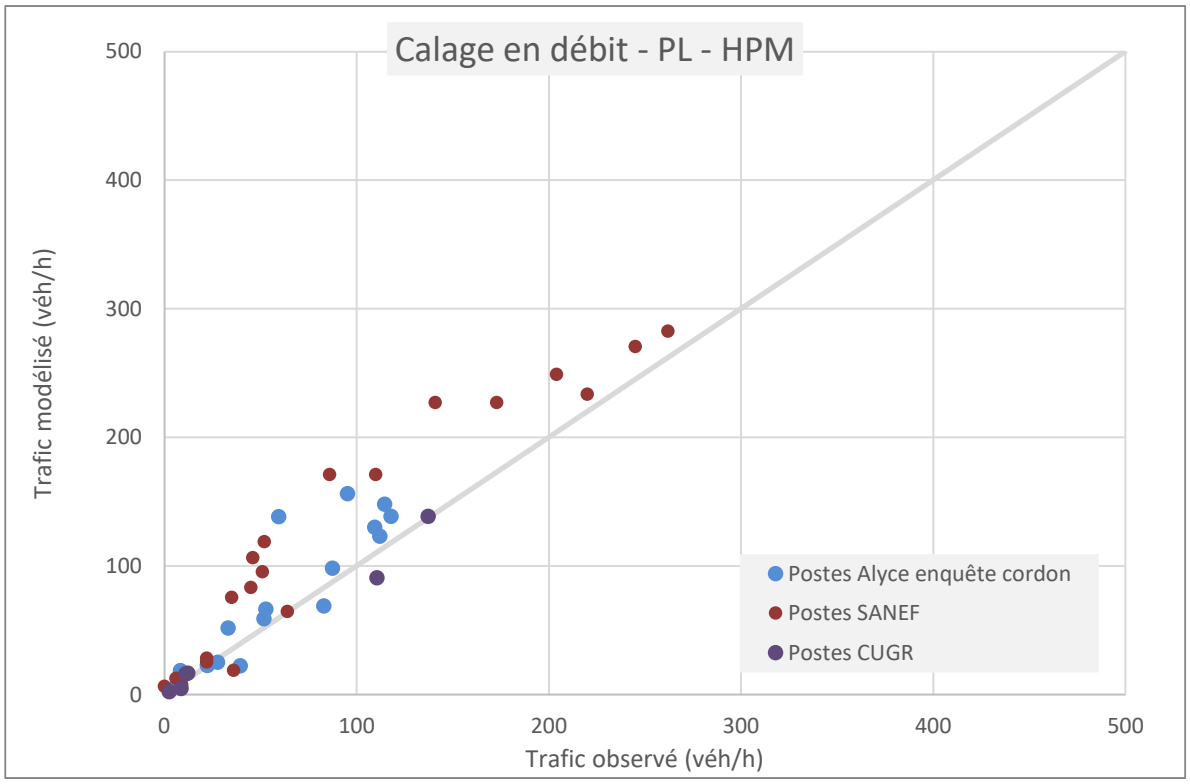


Figure 4 : calage en débit PL en période de pointe du matin

Les graphiques et tableau ci-dessous présentent la qualité du calage en débit en période creuse sur les mêmes postes.

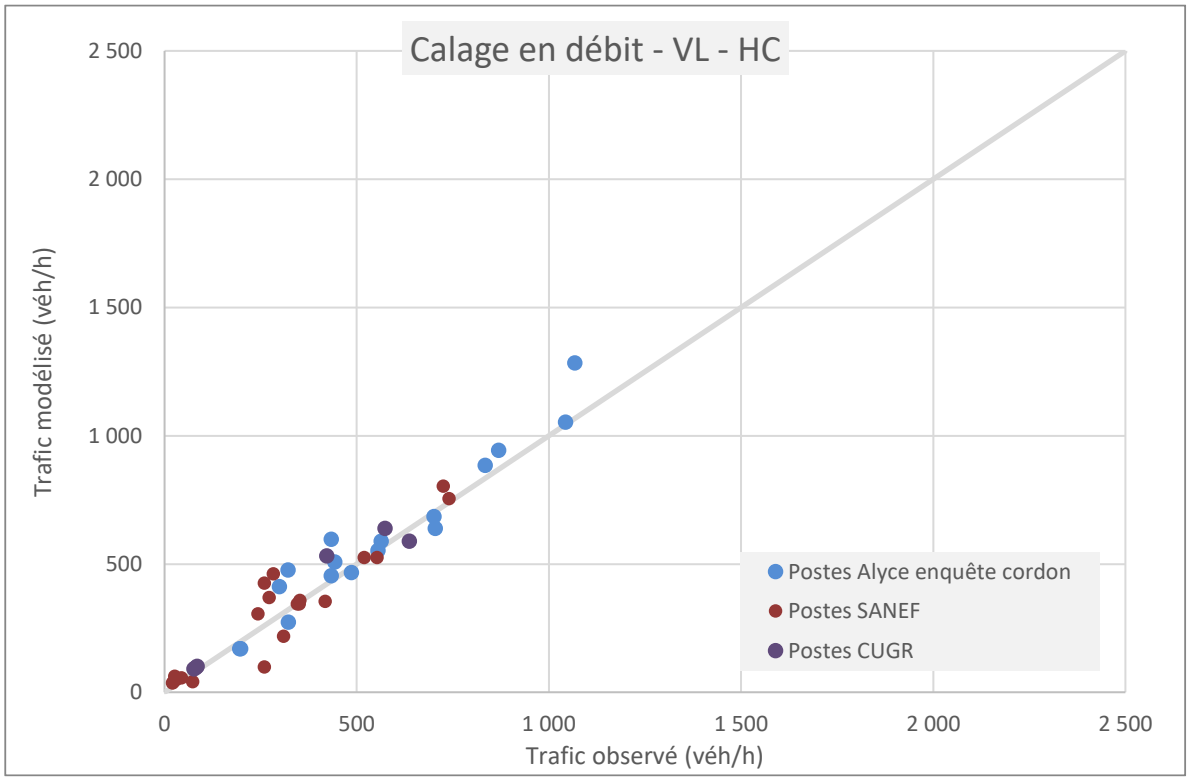


Figure 5 : calage en débit VL en période creuse

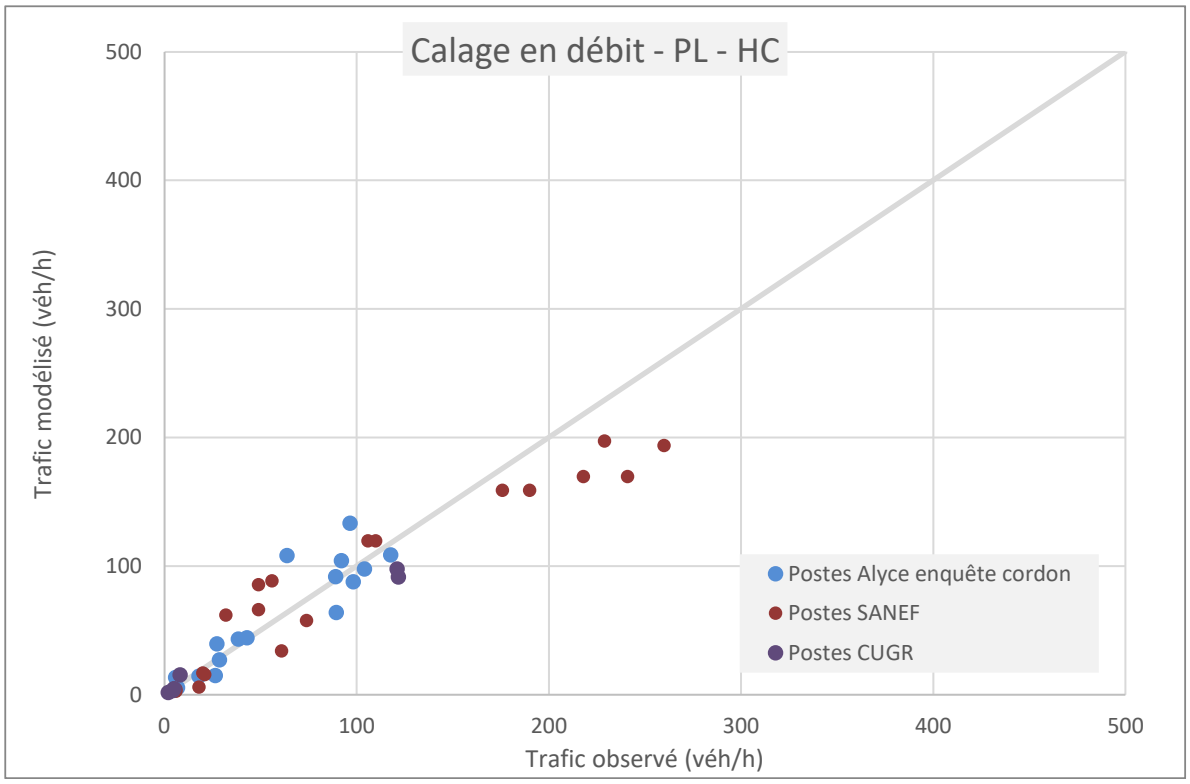


Figure 6 : calage en débit PL en période creuse

Enfin, les graphiques et tableau ci-dessous présentent la qualité du calage en débit en période de pointe du soir sur les mêmes 41 postes.

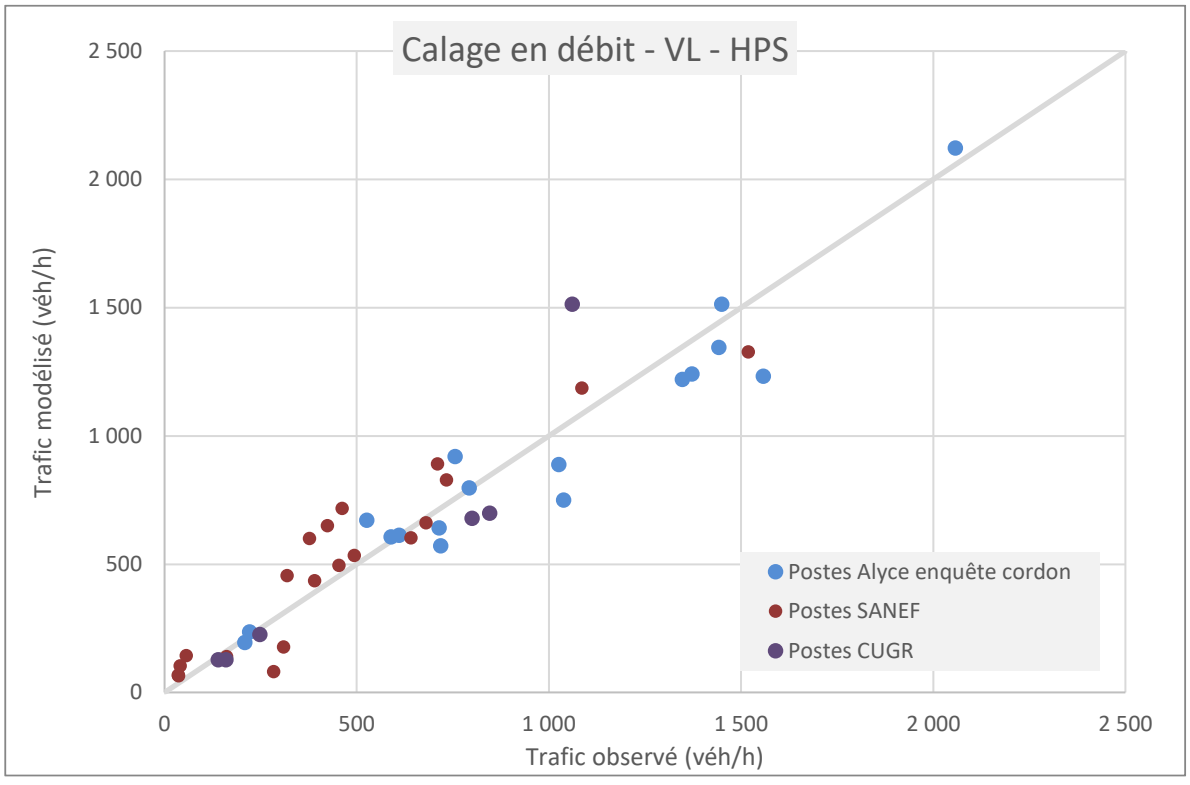


Figure 7 : calage en débit VL en période de pointe du soir

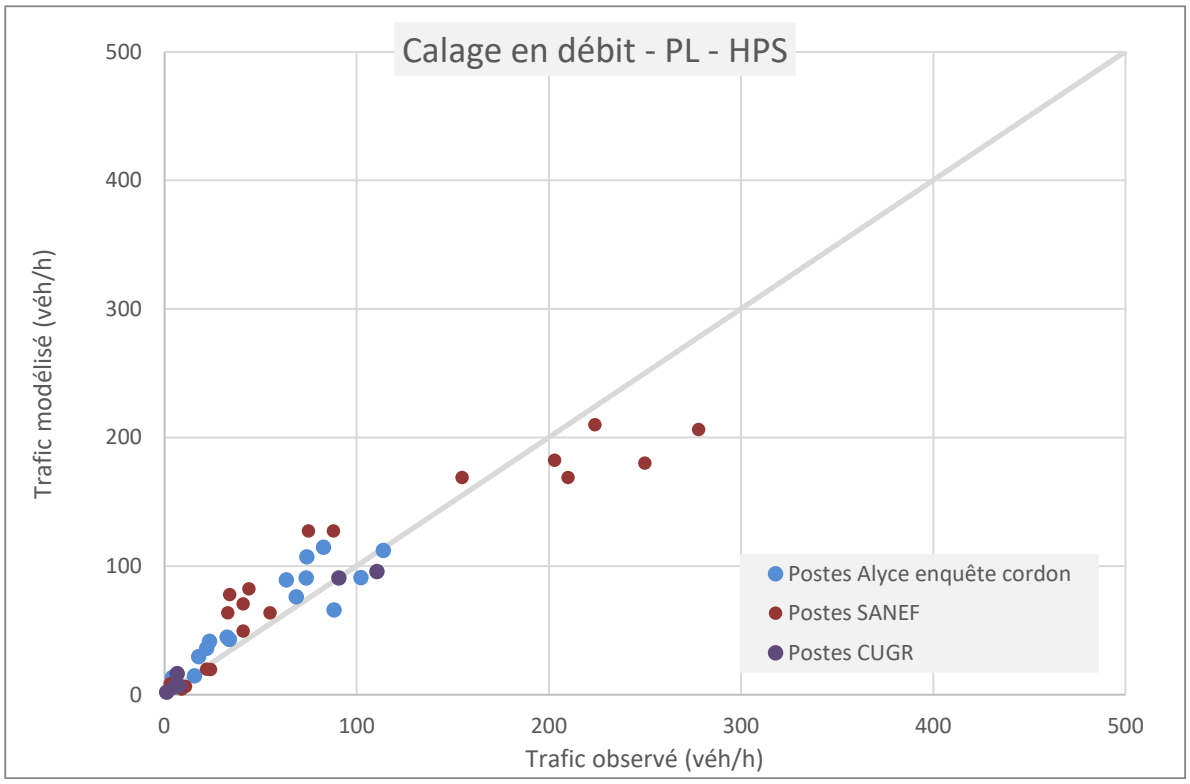


Figure 8 : calage en débit PL en période de pointe du soir

Globalement, le modèle reproduit convenablement les trafics sur l'ensemble des sections, en particulier pour les trafics en lien avec l'autoroute (sections courantes des autoroutes A26, A4 et A344 et bretelles des échangeurs n°15 et n°22) ainsi que pour les trafics circulant sur le réseau routier situé à proximité du futur échangeur. Les sections pour lesquelles le trafic est le moins bien reconstitué sont généralement des sections à faible volume de trafic, ou plus éloignées du projet étudié.

Comme c'est le cas généralement pour ces types de modélisation, la qualité du calage d'un modèle de trafic s'apprécie à partir des écarts relatifs de trafic mais également au travers d'un coefficient appelé
GEH[5] qui tient compte de la valeur absolue du trafic et qui est donc plus exigeant sur les postes à fort trafic que sur les postes à faible trafic[6].

La formule de ce coefficient est la suivante :

$$GEH = \sqrt{\frac{(x_2 - x_1)^2}{0{,}5 \cdot (x_1 + x_2)}}$$

où $\mathbf{x_1}$ et $\mathbf{x_2}$ représentent respectivement les trafics observés et les trafics modélisés.

Le critère GEH (qui a pour unité la racine carrée d'un trafic) est largement utilisé dans les pays anglo-saxons, et les règles fixées par le Department of Transport (DoT) anglais sont les suivantes :

[5] Du nom de son auteur « Geoff Havers of the Greater London Council ».
[6] Par exemple, un poste à 300 véhicules/heure présentant un écart de 10% sera considéré comme mieux calé qu'un poste à 1 000 véhicules/heure présentant le même écart relatif.

- GEH < 4 sur les postes à fort trafic ou situés à proximité immédiate du projet étudié,
- GEH < 5 sur les postes à trafic moyen ou situés en périphérie du projet étudié,
- GEH < 8 sur les postes à faible trafic ou situés en marge du projet étudié.

Le graphique ci-dessous présente la répartition des coefficients GEH par période horaire. Ainsi, la très grande majorité des postes de calage présente des coefficients GEH inférieurs à 8 ; sur l'ensemble des périodes, près de 60% des postes de calage présentent même un coefficient GEH inférieur à 5.

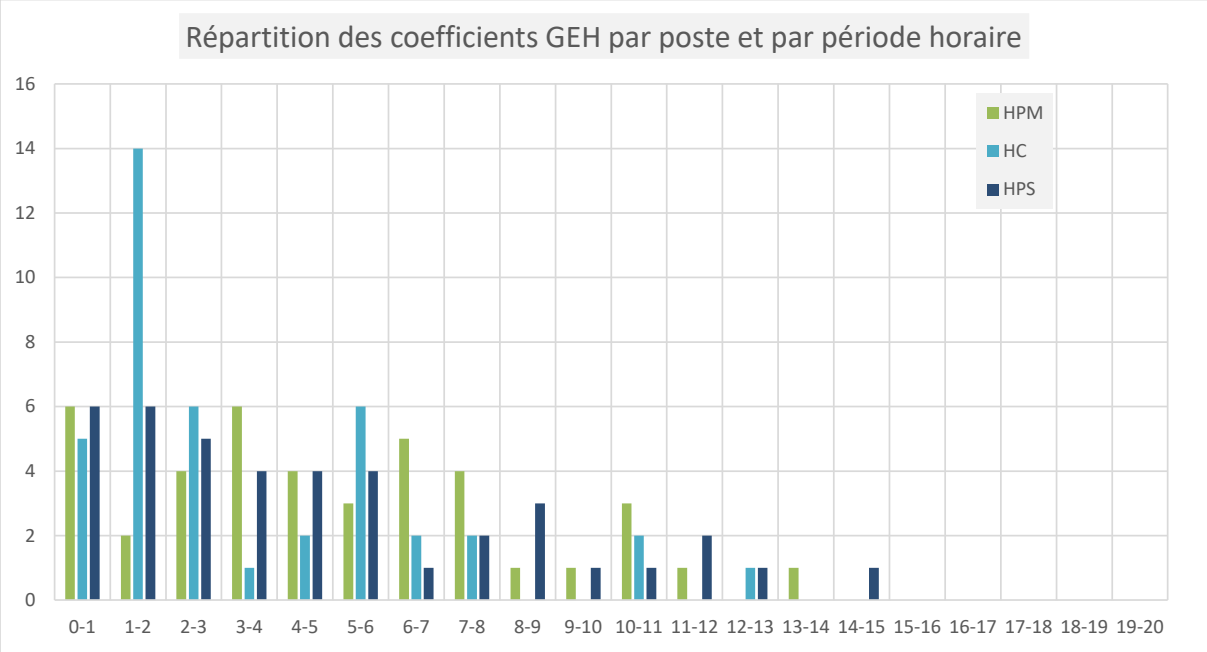


Figure 9 : répartition des coefficients GEH des 41 postes de calage en débit par période horaire

Les graphiques et tableau ci-dessous présentent la qualité du calage en débit sur l'ensemble du Jour Ouvrable de Base sur les 24 postes de calage (deux sens confondus). Ces graphiques montrent que le modèle reproduit fidèlement les trafics VL / PL sur la plupart des postes de calage.

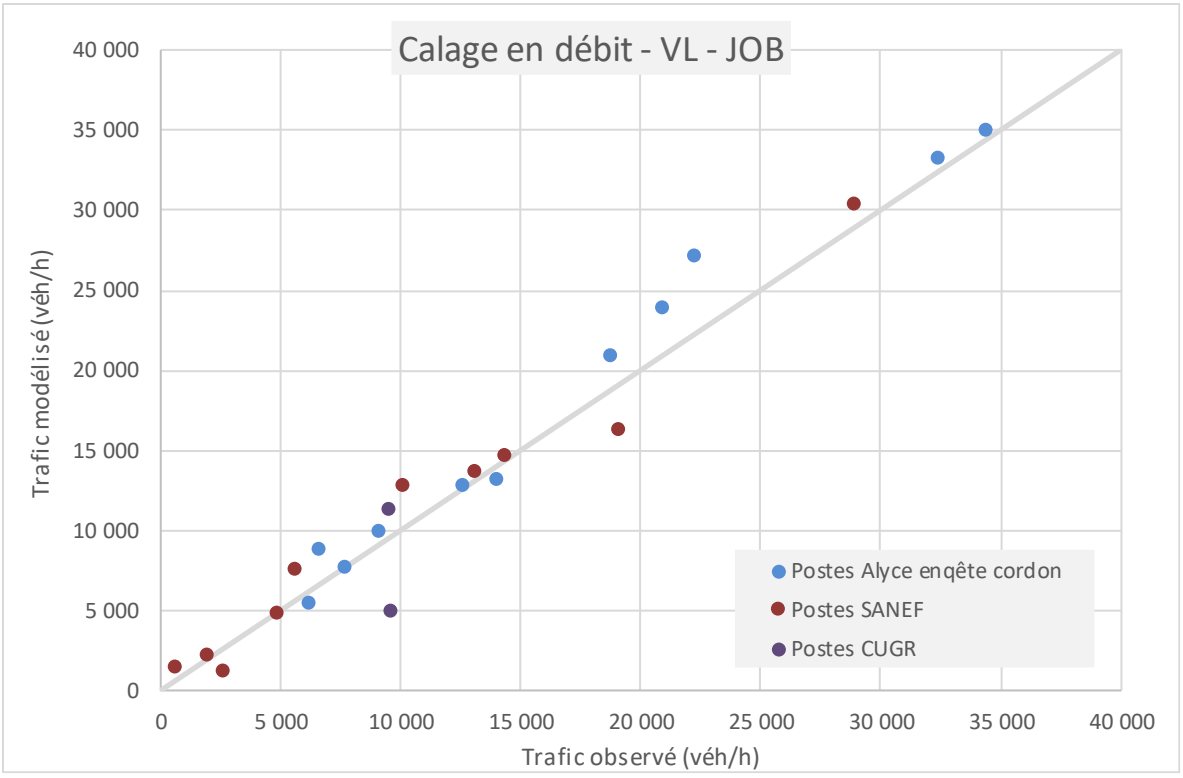


Figure 10 : calage en débit VL en JOB

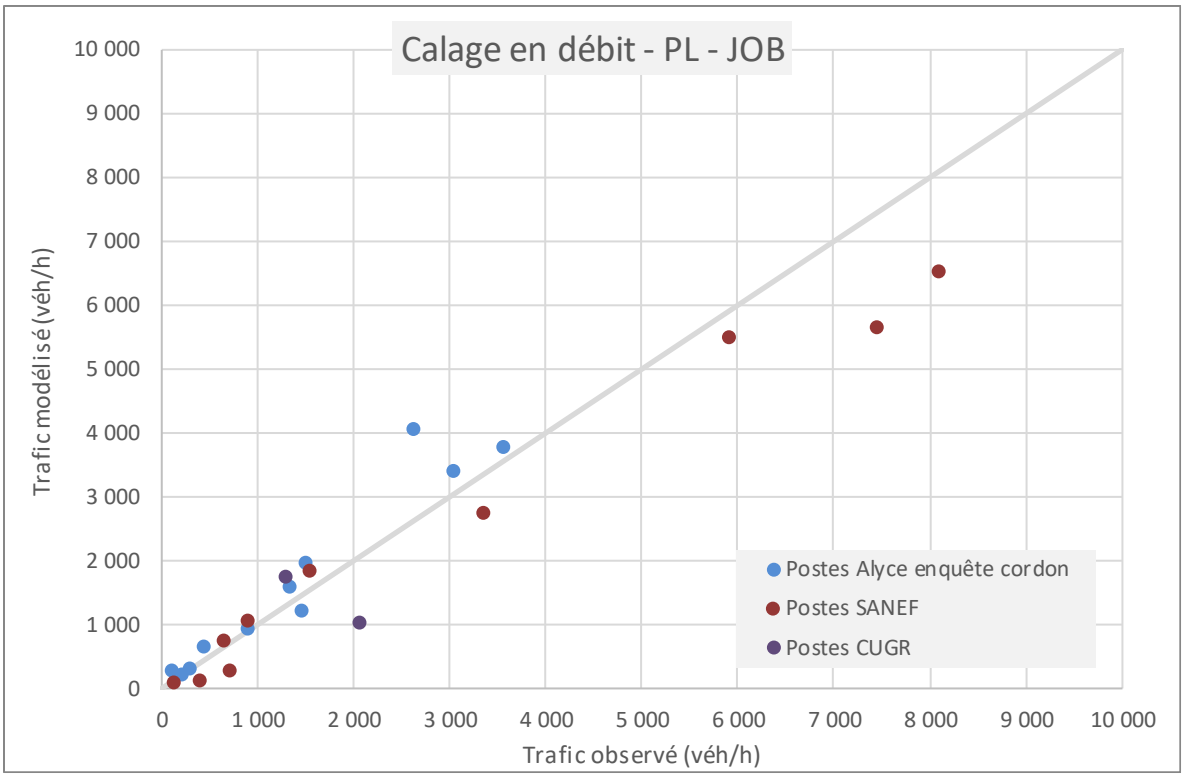


Figure 11 : calage en débit PL en JOB

	Modélisé			Observé					
	Total VL	Total PL	Total	Total VL	Total PL	Total			
	1 sens						Ecart VL	Ecart PL	Ecart tot
RN31 Ouest - OE	10 138	1 469	**11 607**	10 570	1 603	**12 173**	-4%	-8%	-5%
RN31 Ouest - EO	11 348	1 572	**12 920**	11 607	1 427	**13 033**	-2%	+10%	-1%
RN31 Centre - OE	19 480	1 821	**21 301**	20 324	1 909	**22 233**	-4%	-5%	-4%
RN31 Centre - EO	13 014	1 662	**14 675**	14 060	1 645	**15 705**	-7%	+1%	-7%
Entrée ZC Thillois par rue des Acacias	7 481	230	**7 711**	7 611	96	**7 707**	-2%	+140%	+0%
Entrée ZC Thillois par rue des Ormisseaux	2 832	96	**2 929**	3 089	98	**3 187**	-8%	-2%	-8%
Sortie ZC Thillois par rue des Ormisseaux	2 832	96	**2 929**	3 042	106	**3 148**	-7%	-9%	-7%
Route de Soissons - OE	15 794	738	**16 532**	15 803	643	**16 446**	-0%	+15%	+1%
Route de Soissons - EO	17 332	772	**18 104**	16 577	694	**17 271**	+5%	+11%	+5%
A344 Tinqueux - sortie depuis Reims	23 351	1 711	**25 062**	20 863	1 485	**22 348**	+12%	+15%	+12%
A344 Tinqueux - sortie depuis Reims vers giratoire	9 041	448	**9 489**	9 052	437	**9 489**	-0%	+2%	+0%
A344 Tinqueux - entrée vers Reims depuis route de Soissons	8 799	253	**9 052**	6 528	297	**6 825**	+35%	-15%	+33%
A344 Tinqueux - entrée vers Reims depuis RN31	12 934	1 064	**13 998**	13 984	1 452	**15 436**	-8%	-27%	-9%
A344 Tinqueux - entrée vers A4	7 789	678	**8 467**	6 102	449	**6 551**	+28%	+51%	+29%
A344 Tinqueux - sortie depuis A4	5 648	320	**5 968**	6 471	448	**6 919**	-13%	-29%	-14%
Bretelle A344 vers A26	10 975	2 177	**13 152**	9 236	1 542	**10 778**	+19%	+41%	+22%
Bretelle A26 vers A344	9 481	1 831	**11 313**	9 499	1 070	**10 569**	-0%	+71%	+7%
A26 - PR254 NS	6 546	2 770	**9 316**	6 364	3 079	**9 443**	+3%	-10%	-1%
A26 - PR254 SN	6 546	2 770	**9 316**	6 631	2 819	**9 450**	-1%	-2%	-1%
Ech.15 Sortie A26 Nord	815	93	**909**	467	66	**534**	+74%	+41%	+70%
Ech.15 Entrée A26 Nord	862	126	**988**	2 061	310	**2 371**	-58%	-59%	-58%
Ech.15 Entrée A26 Sud	1 118	293	**1 411**	813	355	**1 168**	+38%	-18%	+21%
Ech.15 Sortie A26 Sud	1 277	303	**1 579**	1 060	338	**1 398**	+20%	-10%	+13%
A26 - PR257 NS	6 849	2 969	**9 819**	7 608	3 907	**11 515**	-10%	-24%	-15%
A26 - PR257 SN	6 961	2 947	**9 908**	6 657	3 535	**10 191**	+5%	-17%	-3%
A26 - PR262 NS	14 453	3 389	**17 842**	14 336	4 321	**18 657**	+1%	-22%	-4%
A26 - PR262 SN	15 268	3 416	**18 684**	14 511	3 772	**18 283**	+5%	-9%	+2%
A4 - PR131 OE	10 120	2 086	**12 206**	9 606	1 646	**11 253**	+5%	+27%	+8%
A4 - PR131 EO	10 120	2 086	**12 206**	9 374	1 701	**11 075**	+8%	+23%	+10%
A344 - PR0 OE	6 928	1 132	**8 060**	4 934	772	**5 707**	+40%	+47%	+41%
A344 - PR0 EO	8 905	1 493	**10 398**	5 528	875	**6 403**	+61%	+71%	+62%
Bretelle A344 est - A4 direction est	860	70	**931**	416	107	**523**	+107%	-34%	+78%
Bretelle A4 ouest - A344 OE	5 642	1 048	**6 691**	4 362	534	**4 895**	+29%	+96%	+37%
Bretelle A344 - A4 ouest EO	8 045	1 423	**9 468**	5 075	754	**5 829**	+59%	+89%	+62%
Bretelle A4 est- A344 direction est	1 286	83	**1 369**	555	104	**659**	+132%	-20%	+108%
Bretelle A4 ouest - A4 est	4 477	1 038	**5 515**	5 245	1 113	**6 358**	-15%	-7%	-13%
Bretelle A4 est - A4 ouest	2 074	664	**2 738**	4 298	947	**5 246**	-52%	-30%	-48%
N31 vers Reims	11 045	1 511	**12 556**	12 195	1 943	**14 138**	-9%	-22%	-11%
N31 vers Soissons	13 014	1 662	**14 675**	10 982	1 929	**12 911**	+19%	-14%	+14%
D275 vers Champigny	1 706	30	**1 735**	1 629	33	**1 662**	+5%	-11%	+4%
D275 vers N31	8 876	258	**9 134**	8 199	137	**8 336**	+8%	+88%	+10%
Poste 2976 - rue des Sablières vers Reims	2 228	105	**2 333**	2 038	98	**2 136**	+9%	+8%	+9%
Poste 2972 - rue des Sablières depuis Reims	1 840	67	**1 907**	1 773	91	**1 864**	+4%	-26%	+2%

Tableau 8 : calage en débit en JOB

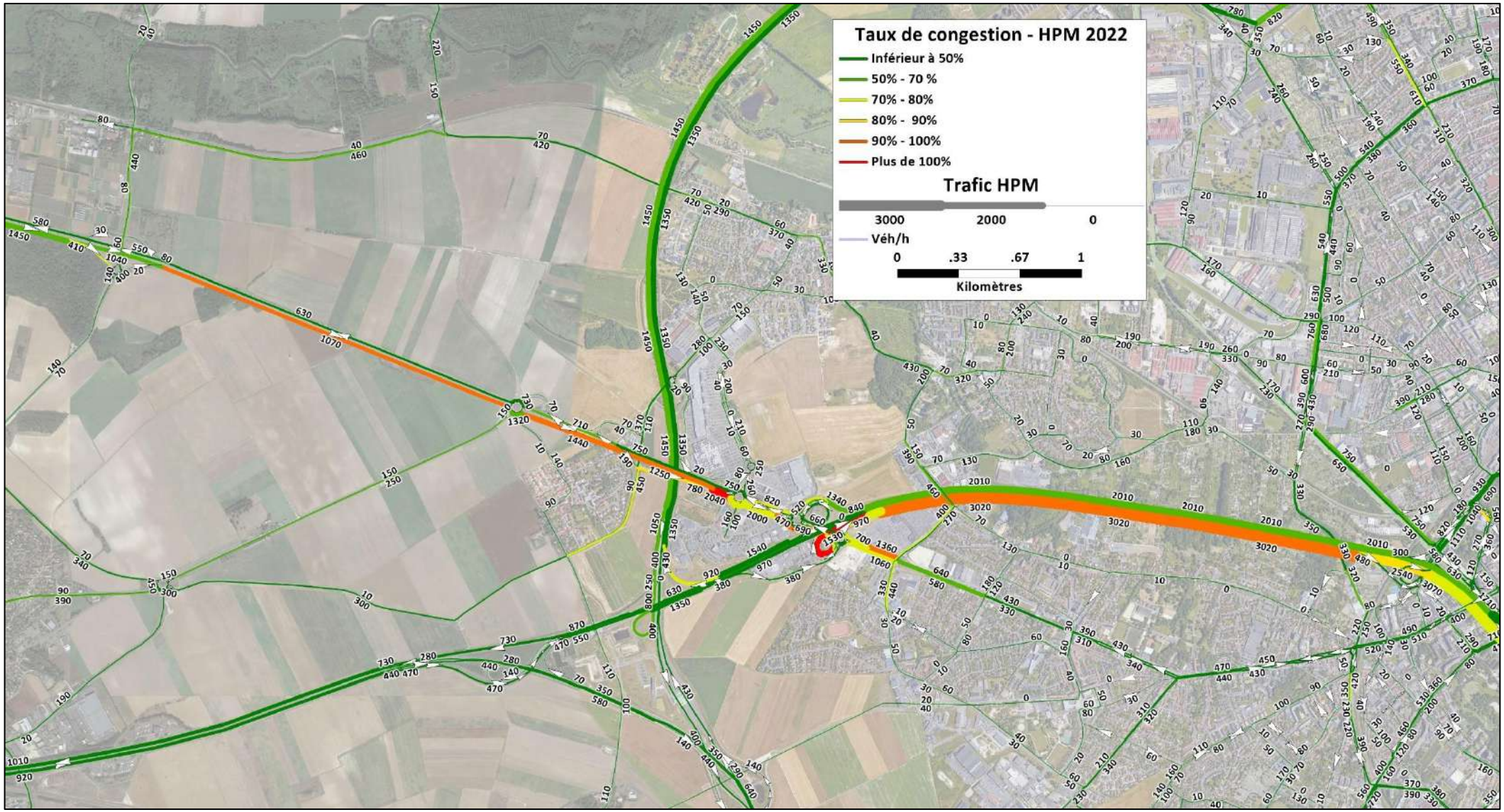
2.5.2 *Représentation de la saturation actuelle du réseau en période de pointe*

Les cartes suivantes présentent l'affectation des trafics en période de pointe du matin et du soir en 2022 dans le modèle de trafic, ainsi que les conditions de circulation actuelles (trafic habituel des périodes de pointe d'un JOB) données par Google Maps.

Ces cartes mettent bien en évidence, malgré certains écarts entre les trafics observés et modélisés par période, une très bonne adéquation entre les principaux points de saturation observés et modélisés, à savoir :

- le matin, la RN31 à l'ouest du giratoire RN31 x rue des Acacias x rue des Ormisseaux,
- le soir, la route de Soissons et la bretelle de sortie de l'échangeur de Tinqueux (en provenance de Reims), à l'est du giratoire RN31 x rue des Acacias x rue des Ormisseaux.

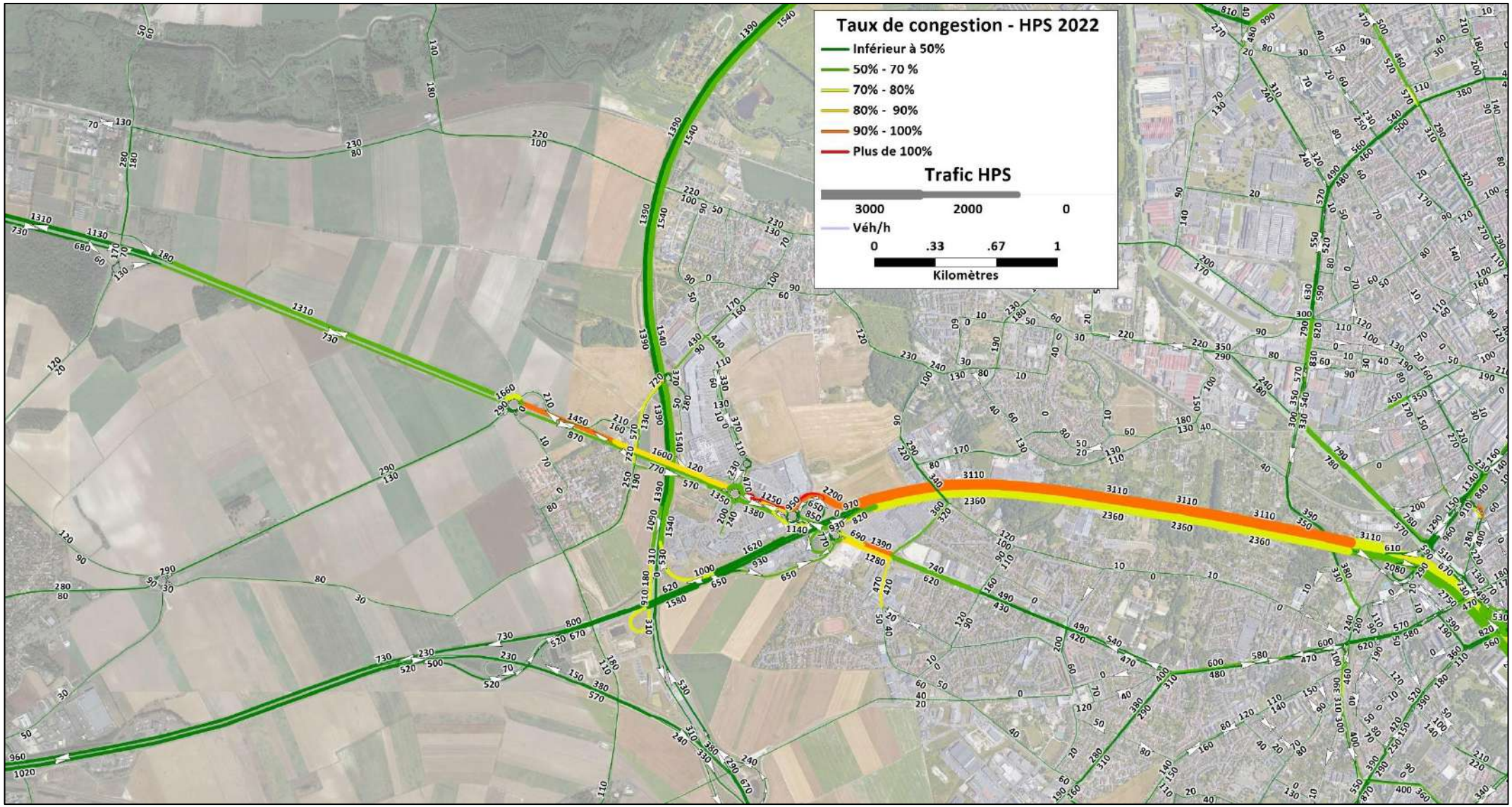
Ainsi, le modèle de trafic prend bien en compte les principaux points de saturation observés sur le secteur ouest de l'agglomération rémoise en 2022.



Carte 8 : conditions de circulation en 2022 reconstituées par le modèle de trafic en période de pointe du matin



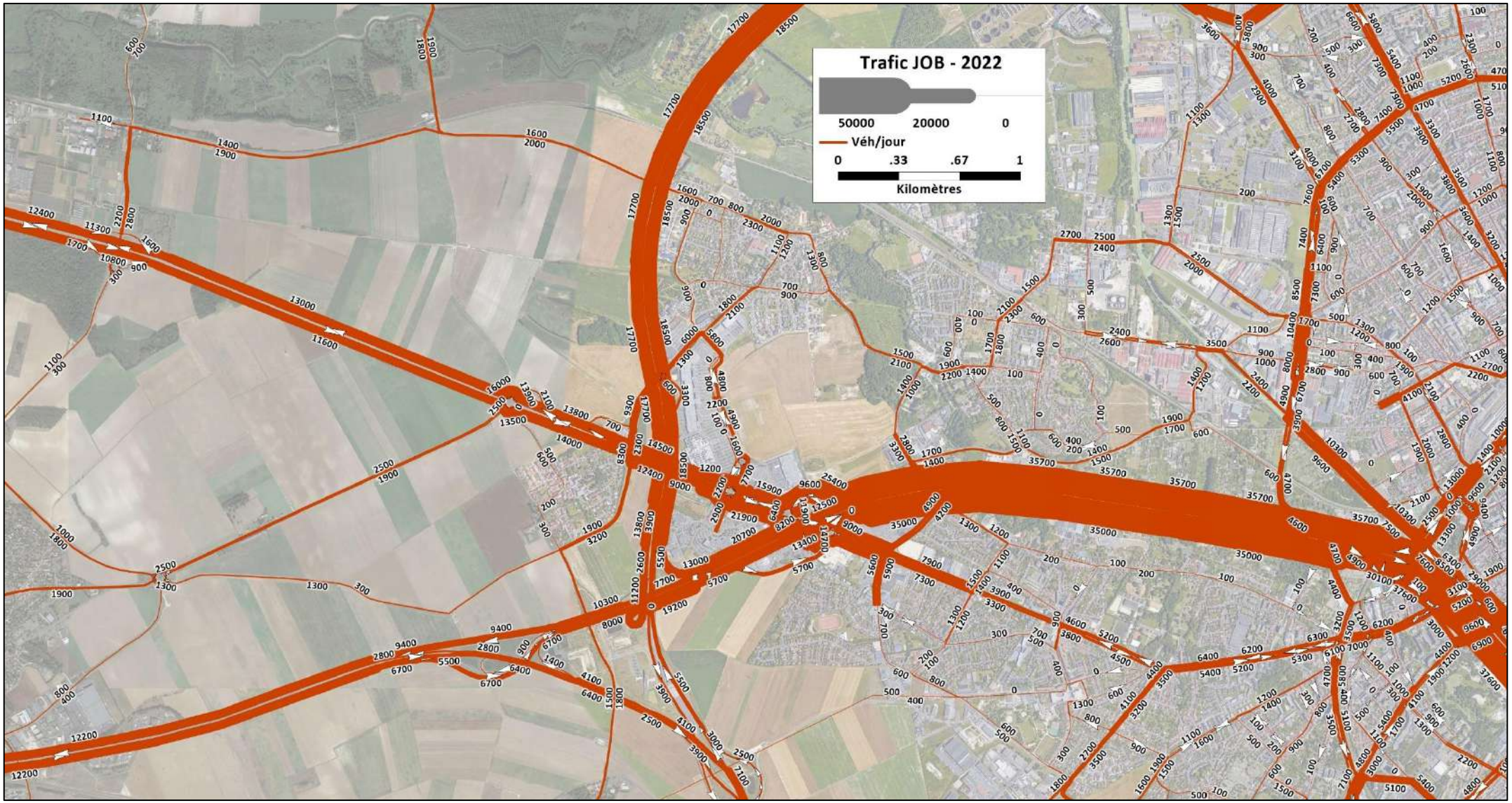
Carte 9 : conditions de circulation actuelles en période de pointe du matin (source : Google Maps)



Carte 10 : conditions de circulation en 2022 reconstituées par le modèle de trafic en période de pointe du soir



Carte 11 : conditions de circulation actuelles en période de pointe du soir (source : Google Maps)



Carte 12 : trafics JOB modélisés en 2022

3 PREVISIONS DE TRAFIC DES VARIANTES PROJETEES

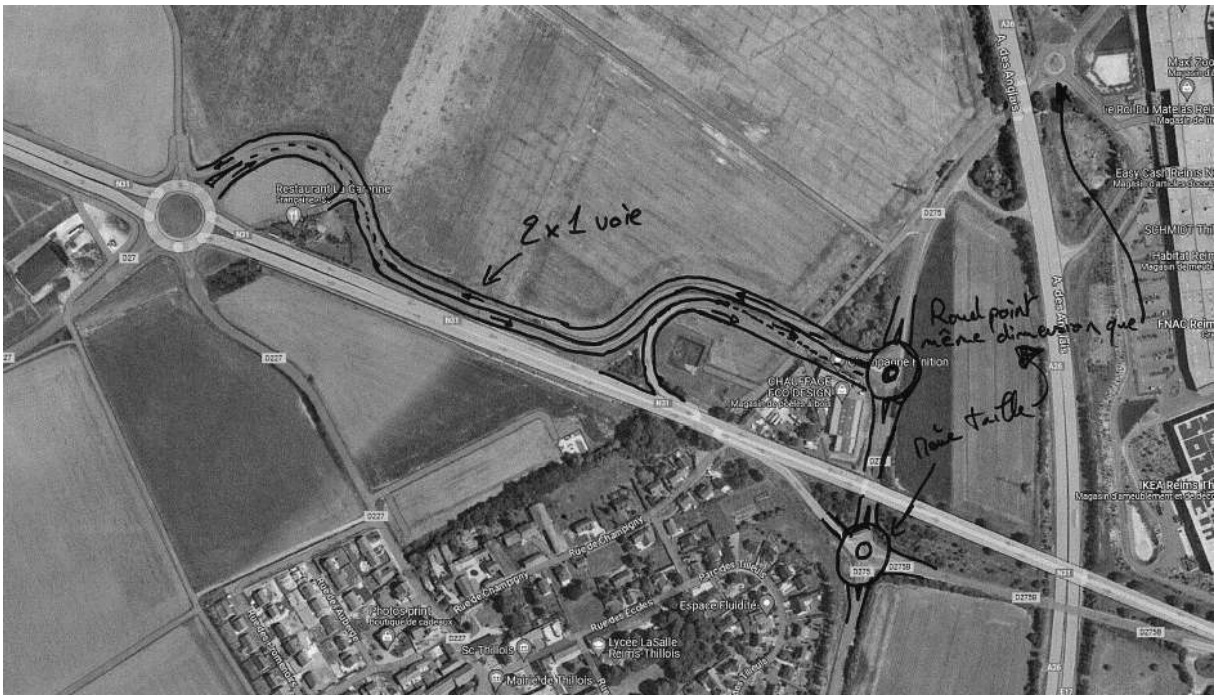
3.1 Définition des scénarios testés

Neuf scénarios d'aménagement routier seront simulés aux horizons 2027 (année de mise en service théorique du projet) et 2047 (année de mise en service + 20 ans) dans le modèle statique :

- une solution de **référence** prenant en compte la mise en service de la ZA des Sables et un raccordement simple sur le giratoire d'accès, sans aucun autre aménagement routier,
- huit scénarios de **projet** :
  - référence + aménagements complémentaires « Ac1 »,
  - référence + aménagements complémentaires « Ac2 »,
  - référence + demi-diffuseur nord A26 x RD275 + aménagements complémentaires « Ac1 »,
  - référence + demi-diffuseur nord A26 x RD275 + aménagements complémentaires « Ac2 »,
  - référence + demi-diffuseur sud A26 x RD275 + aménagements complémentaires « Ac1 »,
  - référence + demi-diffuseur sud A26 x RD275 + aménagements complémentaires « Ac2 »,
  - référence + diffuseur complet A26 x RD275 + aménagements complémentaires « Ac1 »,
  - référence + diffuseur complet A26 x RD275 + aménagements complémentaires « Ac2 ».

Les aménagements complémentaires « Ac1 » consistent en (cf. carte ci-après) :

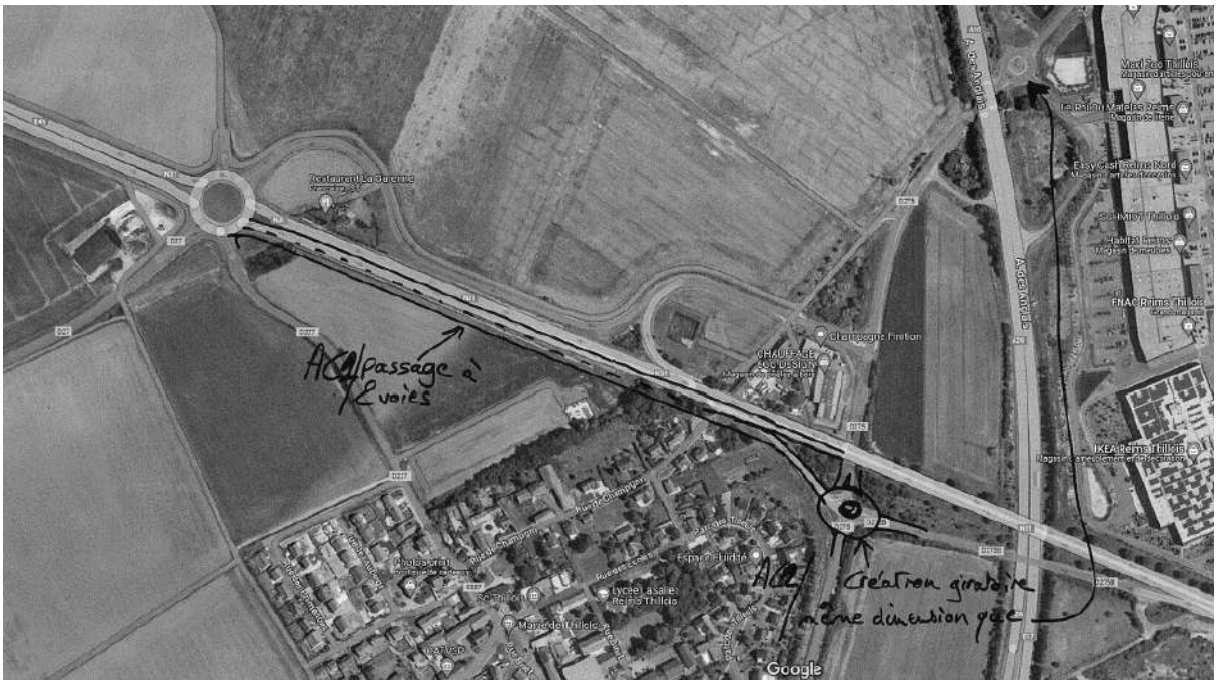
- la mise à double sens de la RD275A1 entre le giratoire de la Garenne et la RD275,
- la création de deux giratoires de liaison pour les échanges RN31 x RD275 en lieu et place des deux carrefours en T actuels.



Carte 13 : consistance des aménagements complémentaires « Ac1 »

Les aménagements complémentaires « Ac2 » consistent en (cf. carte ci-dessous) :

- la mise à 2 voies de la RN31 entre le giratoire de la Garenne et la bretelle de sortie RN31 → RD275,
- la création d'un giratoire de liaison au niveau du carrefour RN31 x RD275 dans le sens ouest → est (vers Reims).



Carte 14 : consistance des aménagements complémentaires « Ac2 »

Par ailleurs, le réseau routier est supposé stable, pour les scénarios de référence et de projet, entre 2027 et 2047.

3.2 L'aménagement de la ZA des Sables

3.2.1 Evolution du réseau routier

Le **scénario de référence 2027** « de base » (hors aménagements complémentaires susmentionnés) intègre seulement les modifications du réseau viaire liées à l'aménagement de la ZA des Sables. L'accès à la ZA se fait ainsi uniquement par un giratoire créé sur la RD275 au sud du franchissement de l'autoroute A26 (cf. carte ci-dessous), qui constitue le seul accès la ZA des Sables.

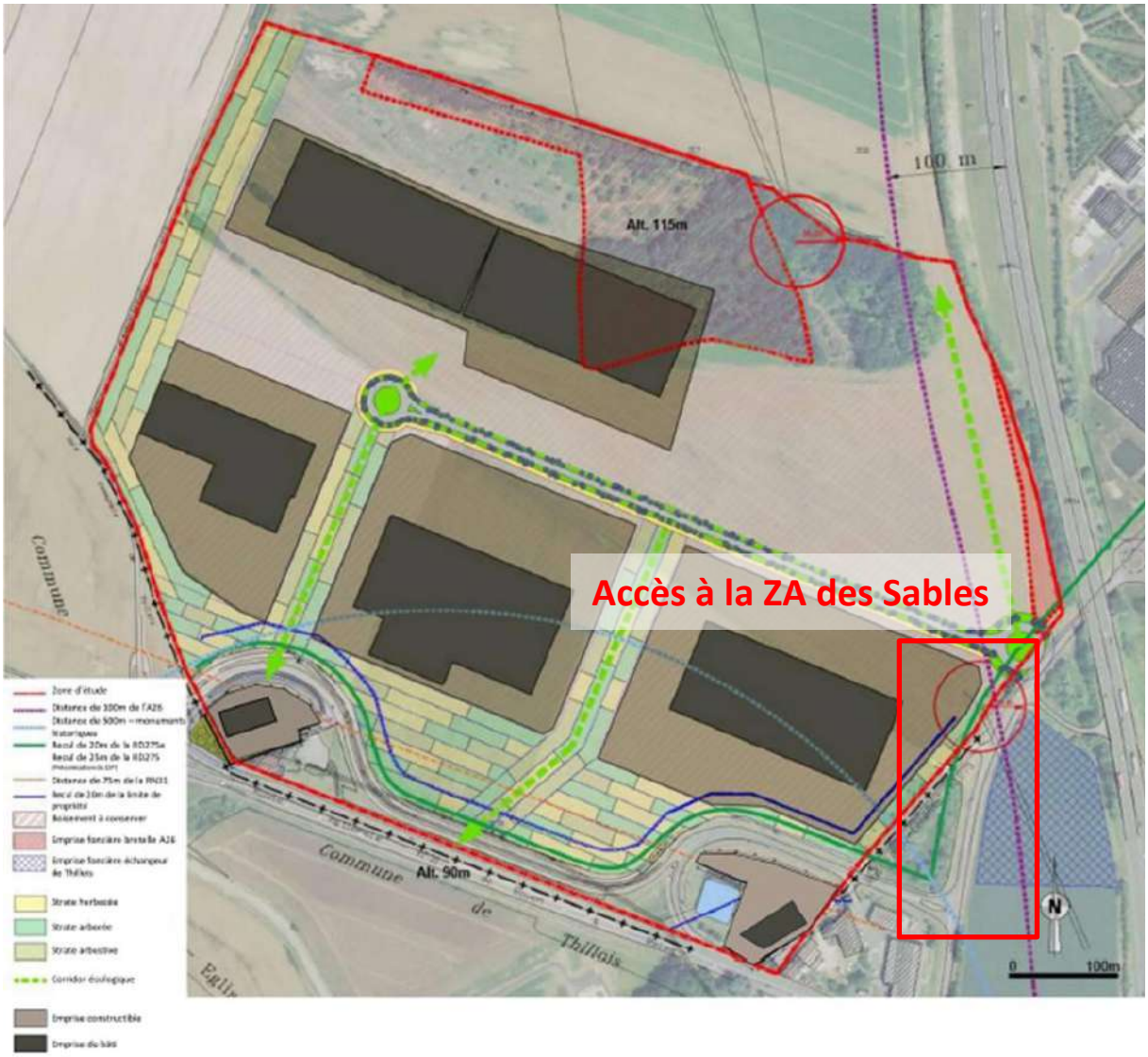


Figure 12 : modification du réseau viaire en 2027 pour l'accès à la ZA des Sables

3.2.2 Flux générés par la ZA des Sables

Les nouvelles hypothèses de flux générés par la ZA des Sables ont été fournies en juin 2023 par l'aménagement. Ces hypothèses reposent sur les effectifs connus ou estimés à ce jour et de ratios usuels pour des activités du type de ceux prévus sur la ZA (industrielles et technologiques). Ces flux de déplacements routiers sont estimés en tenant compte, par ailleurs, des ratios suivants :

- taux de présence pour les salariés de 90% à 95% chaque jour,
- part modale d'accès à la ZA en véhicule particulier de 75% pour les salariés.

Les flux clients et visiteurs ainsi que les flux PL ont été estimés à partir de données des projets (maximisés pour anticiper un éventuel développement de ces activités) ou sur des ratios d'activité moyens (industries, activités…). Les estimations ont par ailleurs été arrondies légèrement à la hausse permettant ainsi des possibilités d'évolution des projets.

Le tableau ci-dessous présentent les volumes de déplacements supposés générés par la ZA des Sables à terme. Dans l'étude de trafic, il est supposé une montée en charge progressive des trafics générés par la ZA, avec 50% des flux présents à l'horizon de modélisation de court terme (2027), et 100% des flux présents à l'horizon de modélisation de long terme (2047).

Estimations fournies par les prospects à l'instant T avec intégration d'un accroissement de l'activité	Estimations établies à partir de ratios usuels pour des activités de type industriels ou technologies

	Surface bâtie prévisionnelle	Effectifs previsionnels	Camions	VL personnel	VL visiteurs
Activités connexes au Champagne : production, stockage, conditionnement, distribution, activités diverses , AMS..	60 065 m²	140 pers.	75 PL/J	105 VL/J	20 VL/J
Industries liés au monde viticole ou Activités industrielles, technologies de pointe, éco-industries, agro, santé...	9 400 m²	200 pers.	30 PL/J	135 VL/J	20 VL/J
Industrie de pointe (ex : aérospatiale)	20 100 m²	360 pers.	50 PL/J	250 VL/J	20 VL/J
AUTRES ACTIVITES	55 500 m²	370 pers.	135 PL/J	255 VL/J	20 VL/J
SERVICES	5 000 m²	25 pers.	10 PL/J	20 VL/J	40 VL/J
	150 065 m²	**1 095 pers.**	**300 PL/J**	**765 VL/J**	**120 VL/J**
				885 VL/J	

Tableau 9 : hypothèses de flux VL / PL générés par la ZA des Sables à terme

Il a donc été fait les hypothèses suivantes :

- à l'horizon 2027 :
  - d'un flux d'environ 880 VL/jour (440 VL émis et 440 VL attirés),
  - d'un flux d'environ 300 PL/jour (150 PL émis et 150 PL attirés),
- à l'horizon 2047 :
  - d'un flux d'environ 1 770 VL/jour (885 VL émis et 885 VL attirés),
  - d'un flux d'environ 600 PL/jour (300 PL émis et 300 PL attirés),

- d'une **répartition temporelle** des flux comme suit :
  - 85% des flux VL en attraction en période de pointe du matin et en émission en période de pointe du soir (personnel employé sur la ZA),
  - 15% des flux VL émis et attiré tout au long de la journée (visiteurs),
  - répartition homogène des émissions et attractions PL tout au long de la journée,
- d'une **répartition spatiale des flux VL** estimée selon la répartition actuelle des trafics circulant sur le secteur, soit :
  - 75% vers / depuis Reims et l'échangeur sud,
  - 20% vers / depuis la RN31 ouest,
  - 5% vers / depuis l'A26 nord.
- d'une **répartition spatiale des flux PL** identique à celle estimée dans l'étude des accès à la plateforme logistique de Chamigny, soit :
  - 40% vers / depuis Reims et l'échangeur sud,
  - 35% vers / depuis la RN31 ouest,
  - 25% vers / depuis l'A26 nord.

3.3 Les variantes du projet de diffuseur A26/RD275

Comme indiqué au § 3.1, le réseau modélisé pour les variantes de projet comprend l'ajout, à partir du réseau modélisé dans les scénarios de référence 2027 (sans et avec aménagements complémentaires), de trois variantes du diffuseur A26/RD 275 :

- variante 1 : demi-échangeur nord connecté à la RD275,
- variante 2 : demi-échangeur sud connecté à la RD275,
- variante 3 : échangeur complet connecté à la RD275.

Les variantes 1 et 3 correspondent respectivement aux variantes 2 et 3 de l'étude de trafic réalisée par la SANEF en 2020 ; la variante 2 (demi-échangeur sud uniquement), non envisagée lors de cette première étude, a été simulée suite aux résultats des premières modélisations dynamiques qui indiquaient de possibles difficultés d'écoulement liées à la mise en service des bretelles « nord », le projet de diffuseur complet pouvant alors être phasé avec une 1ère phase qui correspondrait au demi-diffuseur sud, et une seconde phase qui correspondrait au demi-diffuseur nord. Ce phasage éventuel rend nécessaire la modélisation des effets du demi-diffuseur sud pris séparément, afin d'estimer si ce dernier permet des conditions de circulation acceptables sur le secteur sans aménagement lourd complémentaire.

3.4 Evolution des autres paramètres de modélisation

3.4.1 Tarifs de péage appliqués

Pour les scénarios de référence, les tarifs de péage ont été supposés constants (en euros constants) aux horizons 2027 et 2047.

L'échangeur projeté se situant sur une section libre de péage, les tarifs de péage n'ont pas été modifiés dans les scénarios de projet.

3.4.2 Evolution du coût du carburant

L'hypothèse conservatrice retenue est la stabilité dans le temps des coûts de carburant (en euros constants) à tous les horizons. On peut en effet considérer, en première approche, que la poursuite de la baisse des consommations unitaires compensera partiellement une hausse des prix qui sera très probablement supérieure à l'inflation.

Compte tenu des paramètres retenus dans le modèle d'affectation (coût du carburant qui intervient dans le calcul des coûts généralisés VL uniquement, avec une décote de 80%), cette hypothèse a de toute façon très peu d'impact sur les résultats du modèle.

3.5 Hypothèses d'évolution de la demande routière tendancielle

3.5.1 Evolutions socio-démographiques sur le périmètre d'étude

Les hypothèses d'évolutions socio-démographiques sur le périmètre d'étude sont issues :

- sur les zones internes au périmètre de modélisation, des hypothèses globales retenues dans le modèle de la CUGR sur la période 2017-2028 ; ces taux de croissance annuels moyens, identiques à ceux de l'étude initiale, ont été appliqués dans le modèle sur la période 2022-2027 et ils ont été diminués de 50% sur la période 2027-2047,
- pour la zone spécifique correspondant à la ZA des Sables, des émissions / attractions présentées précédemment (cf. Tableau 9), avec l'hypothèse de 50% des flux présents à l'horizon 2027 et 100% à l'horizon 2047,
- d'hypothèses de croissances moyennes annuelles des trafics routiers d'échange et de transit de +0,50%/an quelle que soit la période et quelle que soit la classe de véhicules (VL / PL).

3.5.2 Prise de ces évolutions dans le modèle

Le modèle de croissance de la demande au fil de l'eau est basé sur la méthode des facteurs de croissance (ou Fratar) : pour chaque segment de demande, chaque cellule de la matrice future est estimée à partir des nouvelles marges (somme des lignes par origine et des colonnes par destination) et de la matrice de base (calée). Les nouvelles marges sont calculées à partir d'un modèle de génération (calcul des émissions/attractions projetées par zone) élaboré à partir :

- des évolutions socio-démographiques intégrées dans le modèle de la CUGR,
- d'hypothèses sur l'évolution de la mobilité individuelle, qui reviennent à retenir des élasticités par motif aux croissances socio-démographiques.

Les variables socio-démographiques utilisées pour estimer les déplacements futurs à partir des déplacements 2019 sont les suivantes :

- VL motifs Domicile → Travail / Etudes : population active occupée en émission et emplois en attraction,
- VL motifs Travail / Etudes → Domicile : emplois en émission et population active occupée en attraction,
- VL motif professionnel : emplois en émission et en attraction,
- VL motif personnel : demi-somme de la population et des emplois en émission et en attraction,
- PL : emplois en émission et en attraction.

Par ailleurs, l'analyse des dernières enquêtes ménages indiquent une inversion des courbes de la mobilité individuelle qui, jusqu'au début des années 2000, progressait plus fortement que la population, alors que c'est désormais l'inverse. Pour prendre en compte ce phénomène dans le modèle, nous avons retenu des élasticités des évolutions de déplacements par rapport aux variables socio-démographiques de référence, estimées à dire d'expert, qui sont inférieures à l'unité :

- une élasticité de 0,7 pour les déplacements VL DT/DET,
- une élasticité de 0,8 pour les déplacements VL professionnels,
- une élasticité de 0,9 pour les déplacements VL personnels,
- une élasticité de 0,8 pour les déplacements PL.

3.5.3 Evolutions des matrices de déplacements

Figurent ci-après l'évolution des émissions / attractions VL / PL par macro-zone retenue aux horizons 2027 et 2047 par l'application de la méthodologie de projection de la demande présentée précédemment.

Ce modèle de projection conduit :

- à une augmentation globale de la matrice VL de 0,64%/an sur la période 2022-2047 (de 828 000 déplacements quotidiens à 972 000 déplacements quotidiens),
- à une augmentation globale de la matrice PL de 1,00%/an sur la période 2022-2047 (de 22 900 déplacements quotidiens à 29 400 déplacements quotidiens) ; à noter qu'une petite partie de cette croissance (300 PL sur une croissance de 6 500 PL entre 2022 et 2045, soit 5% environ) est liée à la mise en service de la ZA des Sables.

Macro-zone	Déplacements VL			
	2022	2027	2047	Tcam 2022/2047
Reims	522 500	549 200	610 200	0.62%
Zone ext. Est	32 500	33 900	36 900	0.51%
Zone ext. Nord-est	11 800	12 200	13 300	0.48%
Zone ext. Sud-est	40 500	42 200	46 100	0.52%
Zone ext. Sud 1	12 800	13 300	14 400	0.47%
Zone ext. Sud 2	15 000	15 700	17 200	0.54%
Zone ext. Sud-Ouest	4 300	4 500	4 900	0.55%
Virgny	2 300	2 500	2 800	0.74%
Thillois	1 000	1 100	1 100	0.30%
Zone ext. Ouest	19 600	20 200	21 400	0.36%
Muizon	17 400	19 100	23 700	1.25%
Zone ext. Nord-ouest	7 500	8 000	9 200	0.83%
Zone ext. Nord	9 800	10 200	11 000	0.45%
Bezannes	12 500	12 900	13 700	0.36%
Cormontreuil	14 000	14 600	15 900	0.52%
Bétheny	31 500	34 500	45 600	1.49%
Champigny (ZA Sables)	0	400	900	
St-Brice-Courcelles	17 700	18 500	20 100	0.49%
ZC Thillois Centre	11 900	12 400	13 500	0.51%
Tinqueux	35 700	37 100	40 300	0.49%
ZC Thillois Nord	2 600	2 600	2 800	0.31%
ZC Thillois Sud	4 700	5 200	6 700	1.43%
Total périmètre	**827 600**	**870 400**	**971 700**	**0.64%**

Tableau 10 : évolution de la demande VL par macro-zone sur la période 2022-2047

Macro-zone	Déplacements PL			
	2022	2027	2047	Tcam 2022/2047
Reims	3 460	3 660	4 110	0.69%
Zone ext. Est	1 790	1 880	2 060	0.56%
Zone ext. Nord-est	340	350	390	0.56%
Zone ext. Sud-est	5 470	5 730	6 290	0.56%
Zone ext. Sud 1	430	450	490	0.56%
Zone ext. Sud 2	530	560	610	0.56%
Zone ext. Sud-Ouest	120	130	150	0.67%
Virgny	70	80	100	1.62%
Thillois	0	0	0	
Zone ext. Ouest	2 240	2 340	2 560	0.54%
Muizon	1 780	2 340	4 120	3.41%
Zone ext. Nord-ouest	760	840	1 040	1.26%
Zone ext. Nord	2 770	2 900	3 180	0.56%
Bezannes	290	300	330	0.56%
Cormontreuil	370	390	420	0.56%
Bétheny	1 040	1 130	1 430	1.29%
Champigny (ZA Sables)	0	150	300	
St-Brice-Courcelles	410	430	470	0.56%
ZC Thillois Centre	30	30	30	0.66%
Tinqueux	920	960	1 050	0.56%
ZC Thillois Nord	40	40	40	0.35%
ZC Thillois Sud	100	130	210	3.22%
Total périmètre	**22 940**	**24 810**	**29 400**	**1.00%**

Tableau 11 : évolution de la demande PL par macro-zone sur la période 2022-2047

3.5.4 Evolutions macro-économiques

Outre les évolutions présentées ci-dessus, les matrices VL par motif et PL sont réparties par classe de valeurs du temps aux horizons futurs en tenant compte de l'évolution de ces dernières. Conformément aux dernières circulaires en vigueur (fiches outils de la DGITM de mai 2019), les valeurs du temps sont censées évoluer proportionnellement au revenu moyen par tête, avec une élasticité de 0,7. Les hypothèses macro-économiques retenues sur la période 2019-2045 sont issues du scénario central élaboré par le Commissariat Général au Développement Durable (CGDD) et sont les suivantes :

- augmentation moyenne du PIB de 1,50%/an,
- augmentation moyenne de la population de 0,40%/an sur le périmètre d'étude.

Ces hypothèses génèrent une augmentation moyenne du PIB/tête de 1,10%/an et, partant, une augmentation moyenne des valeurs du temps de 0,77%/an. Ainsi, à offre et demande globale identique, l'augmentation de la valeur du temps va générer une utilisation accrue de l'autoroute au fil du temps, par report de trafic de la route vers l'autoroute.

3.6 Prévisions de trafic sans le projet de diffuseur aux horizons 2027 et 2047

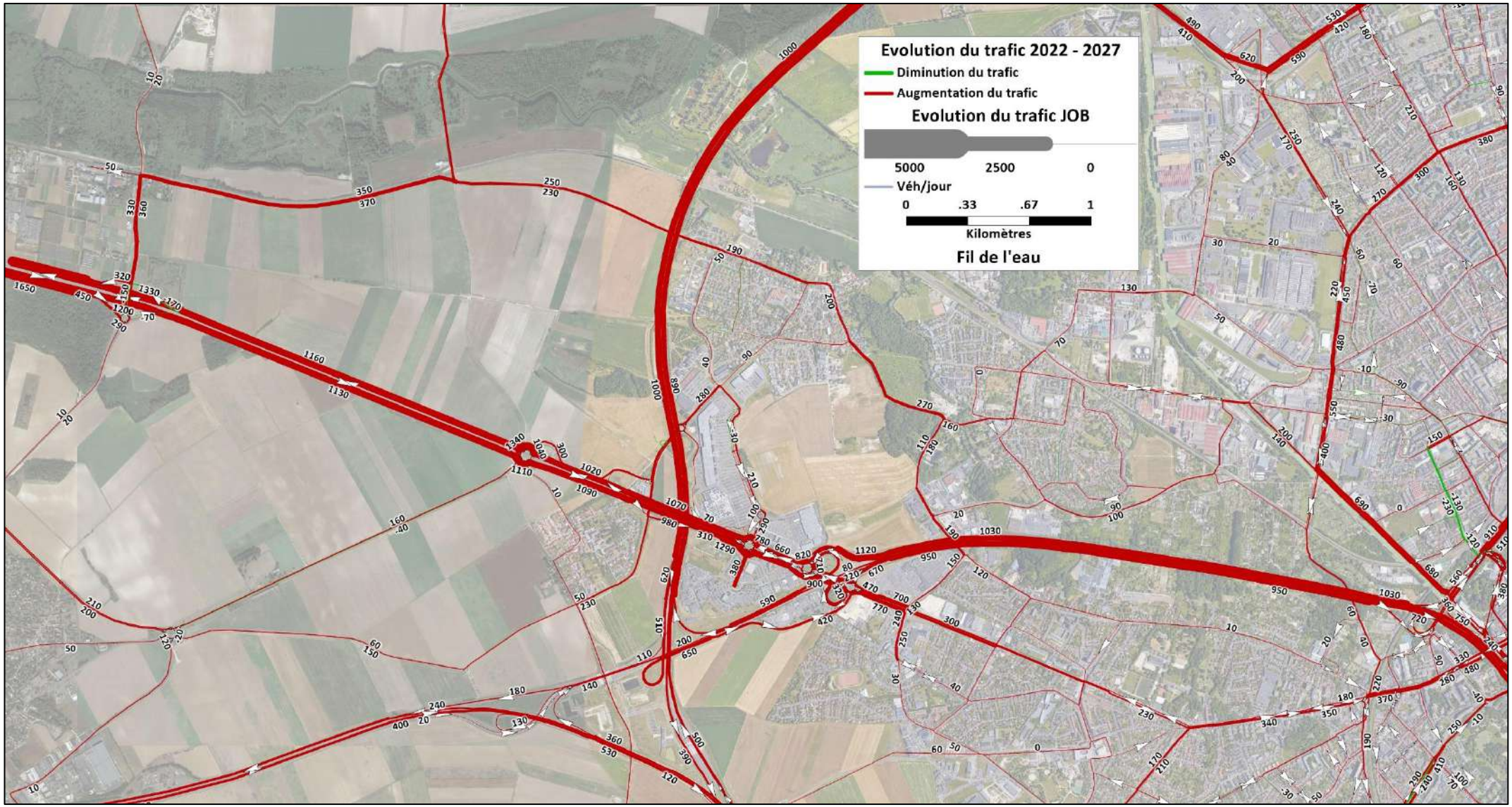
Les trafics présentés dans la suite du rapport sont, sauf indication contraire, des trafics JOB.

3.6.1 Scénario « fil de l'eau »

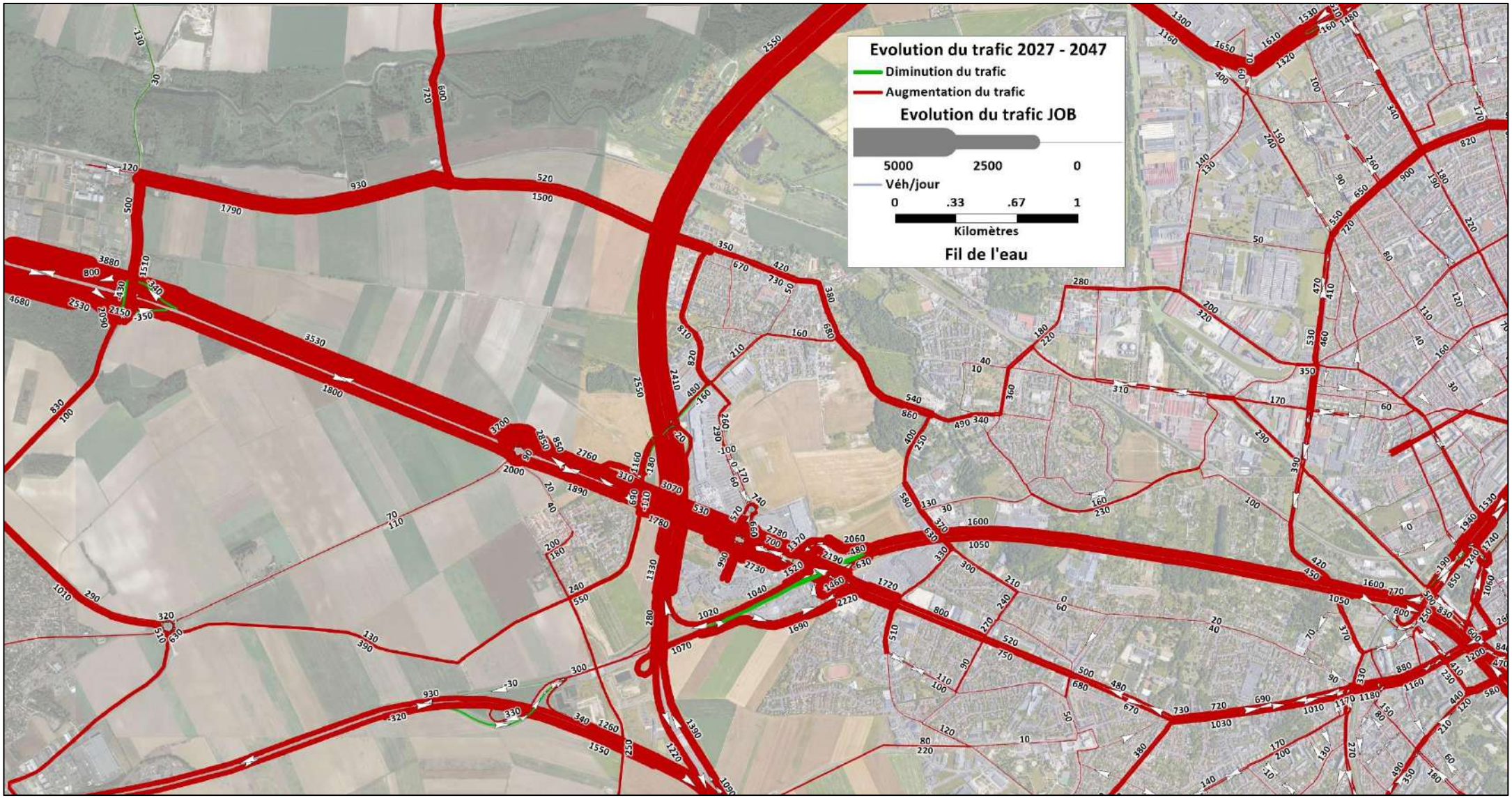
Les cartes des pages suivantes présentent les évolutions de trafic JOB attendues entre 2022 et 2027, puis entre 2027 et 2047 dans le scénario « fil de l'eau » suite à la croissance socio-démographique projetée sur le territoire **sans** la mise en service progressive de la ZA des Sables.

On note en particulier les évolutions suivantes :

- entre 2022 et 2027 :
  - une croissance du trafic routier de 2 300 véh/jour (deux sens confondus) sur la RN31 à l'ouest de la ZA des Sables, avec une augmentation de trafic équilibrée entre les deux sens,
  - une croissance du trafic routier de 1 900 véh/jour (deux sens confondus) sur la section de l'autoroute A26 entre le nœud A26 / A4 / A344 et l'échangeur n°16 au nord,
- entre 2027 et 2047 :
  - une croissance de trafic de 5 300 véh/jour (deux sens confondus) sur la RN31 à l'ouest de la ZA des Sables, mais avec une très forte dissymétrie entre le sens sortant de Reims (+3 500 véh/jour) et le sens entrant dans Reims (+1 800 véh/jour), du fait de la saturation de la RN31 dans le sens ouest-est, notamment le matin,
  - une dissymétrie de croissance de trafic inverse sur la RD75 au nord de la RN31, cet axe devant un itinéraire de shunt de la RN31, notamment le matin.



Carte 15 : évolution du trafic JOB entre 2022 et le scénario fil de l'eau 2027



Carte 16 : évolution du trafic JOB entre les scénarios fil de l'eau 2027 et 2047

3.6.2 Scénario de référence de base

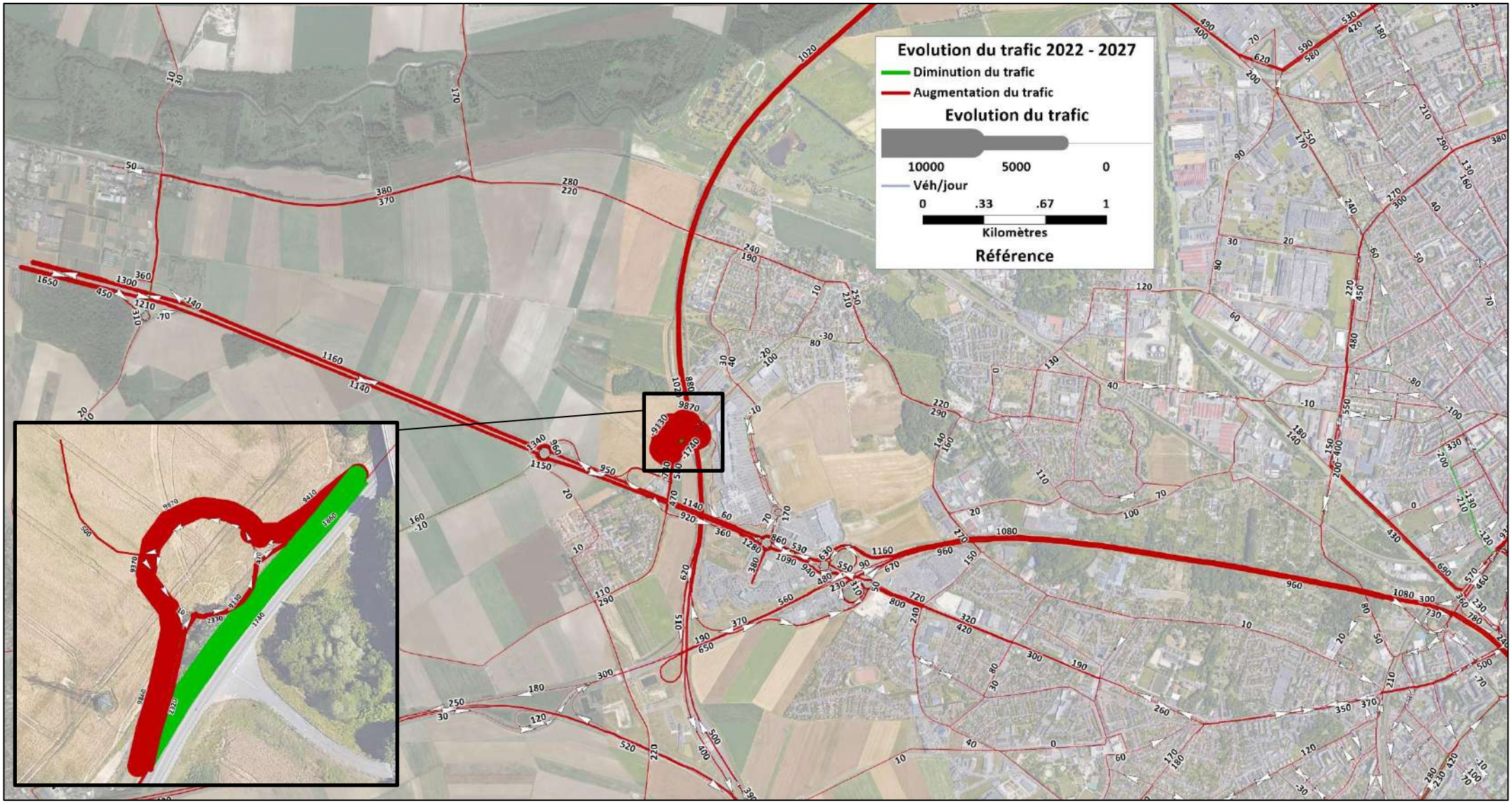
Les cartes des pages suivantes présentent les évolutions de trafic JOB attendues entre 2022 et 2027, puis entre 2027 et 2047 dans le scénario de référence suite à la croissance socio-démographique projetée sur le territoire **ainsi qu'à la mise en service progressive de la ZA des Sables**.

En plus des évolutions des trafics « fil de l'eau » mentionnées précédemment, on note :

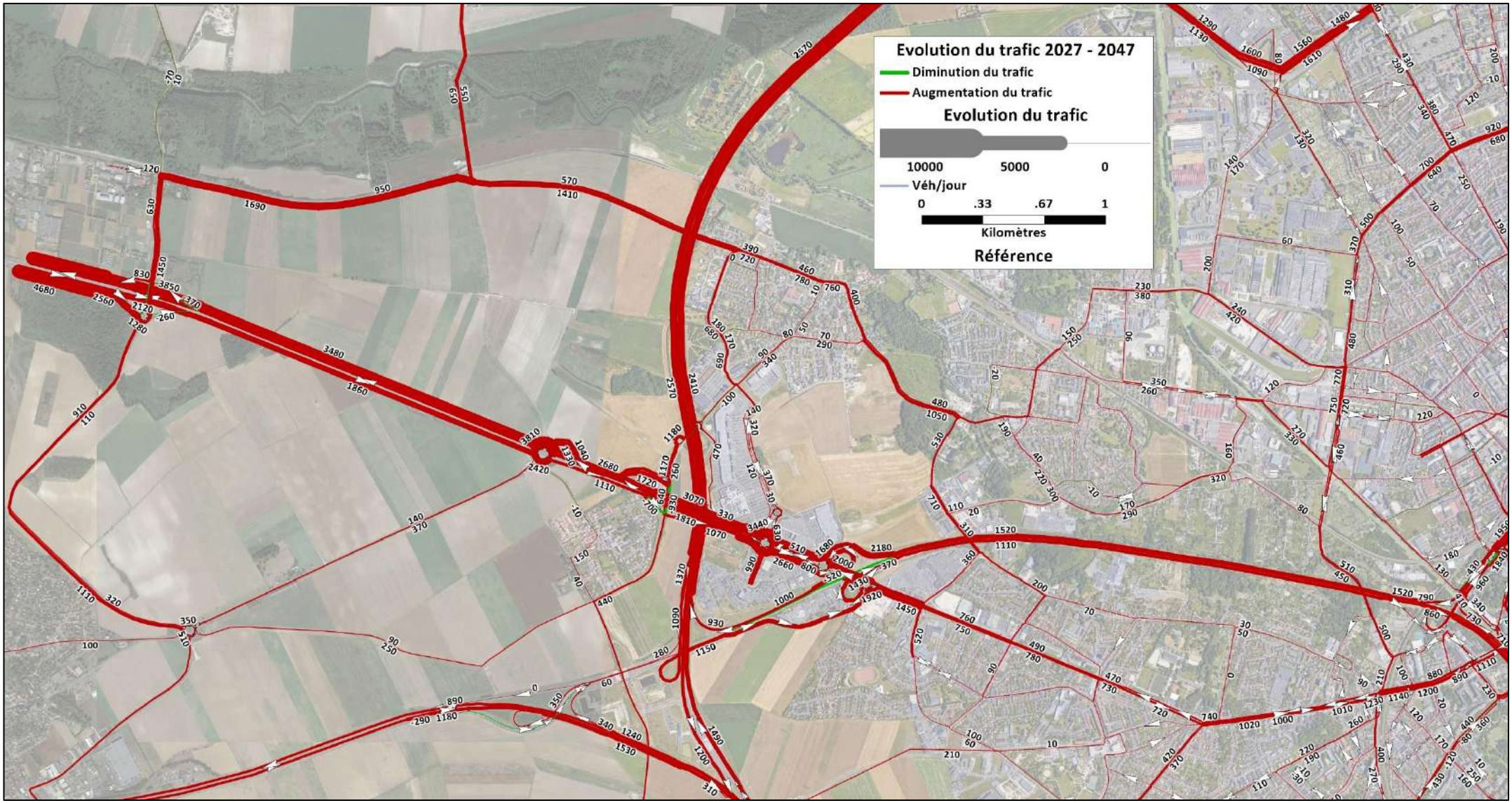
- entre 2022 et 2027, une modification des trafics au niveau du giratoire de raccordement de la ZA des Sables, cette dernière émettant un trafic de 1 100 véh/jour (deux sens confondus) à l'horizon 2027 (cf. § 3.2.2),
- entre 2027 et 2047, un doublement des trafics émis et attiré par la ZA des Sables, selon la même répartition spatiale et temporelle que celle retenue en 2027.

Les deux cartes suivantes (cf. Carte 19 et Carte 20) présentent l'impact de la mise en service de la ZA des Sables sur les trafics par section aux horizons 2027 et 2047. Ainsi :

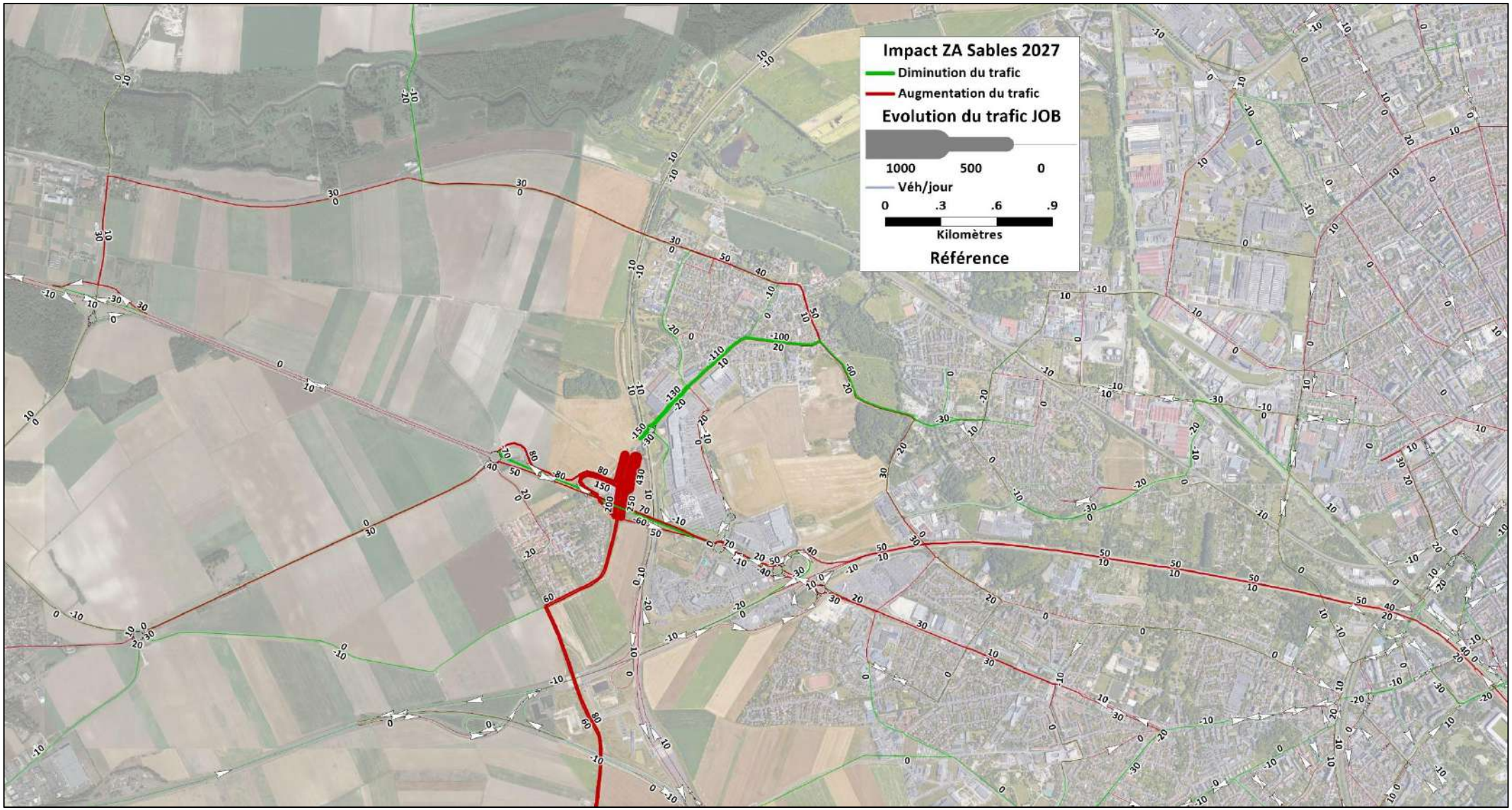
- en 2027, la mise en service de la ZA des Sables s'accompagne d'une augmentation des trafics sur la RD275 sud (+740 véh/jour) inférieure au trafic généré par la ZA des Sables (1 000 véh/jour) et à une baisse de trafic sur la RD275 nord ; cela s'explique par le fait que la création du carrefour giratoire ainsi que l'augmentation de la circulation sur cet axe génère une moindre utilisation de la RD275 comme axe de transit, et à un report de trafic sur d'autres voies
- en 2047, l'augmentation de trafic sur la RD275 sud atteint 1 100 véh/jour avec le plein effet de la ZA, mais génère un report d'autant plus important du trafic de transit nord-sud par la RD275.



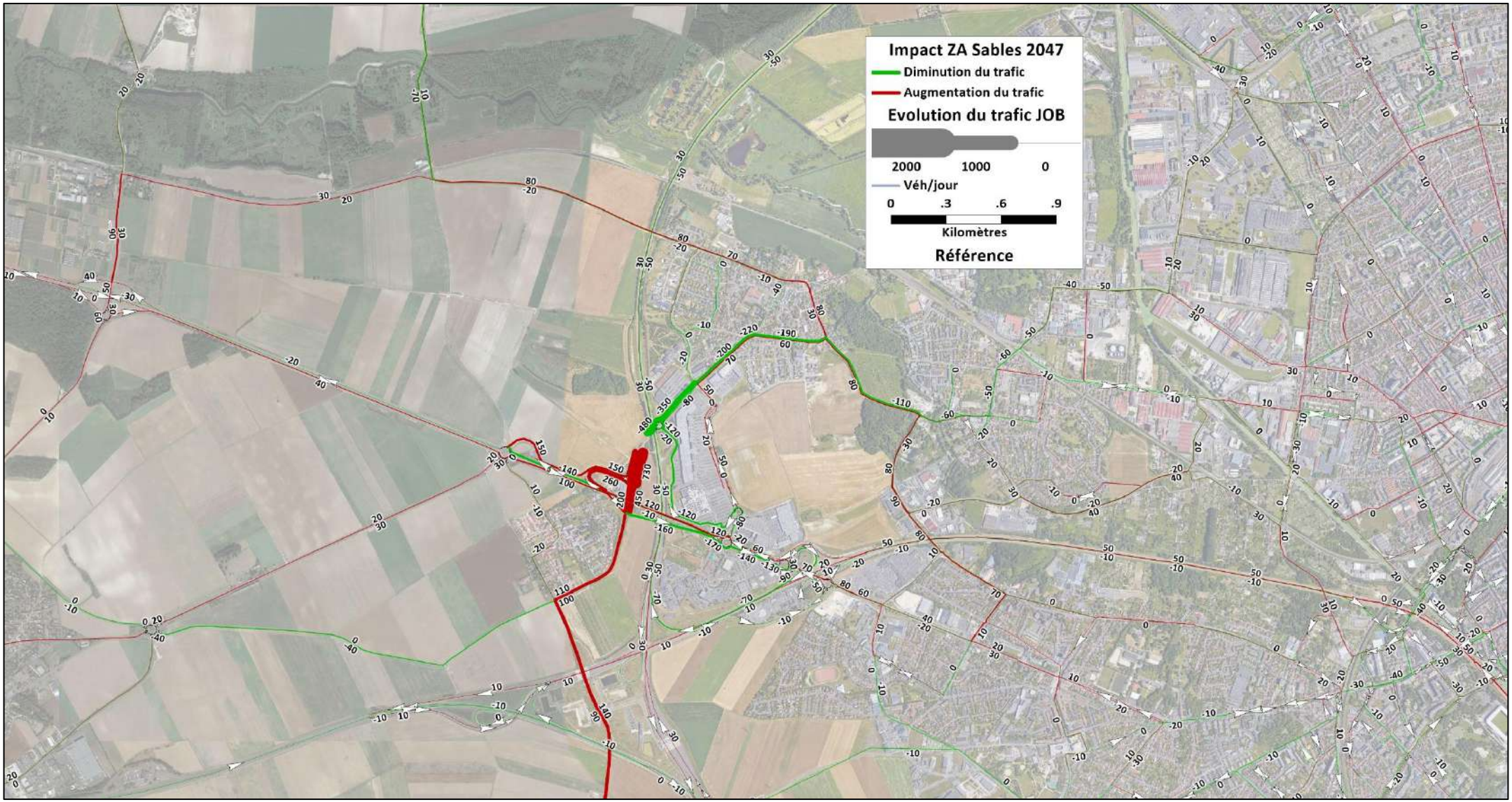
Carte 17 : évolution du trafic JOB entre 2022 et le scénario de référence 2027



Carte 18 : évolution du trafic JOB entre les scénarios de référence 2027 et 2047



Carte 19 : impact de la mise en service de la ZA des Sables sur les trafics JOB en 2027



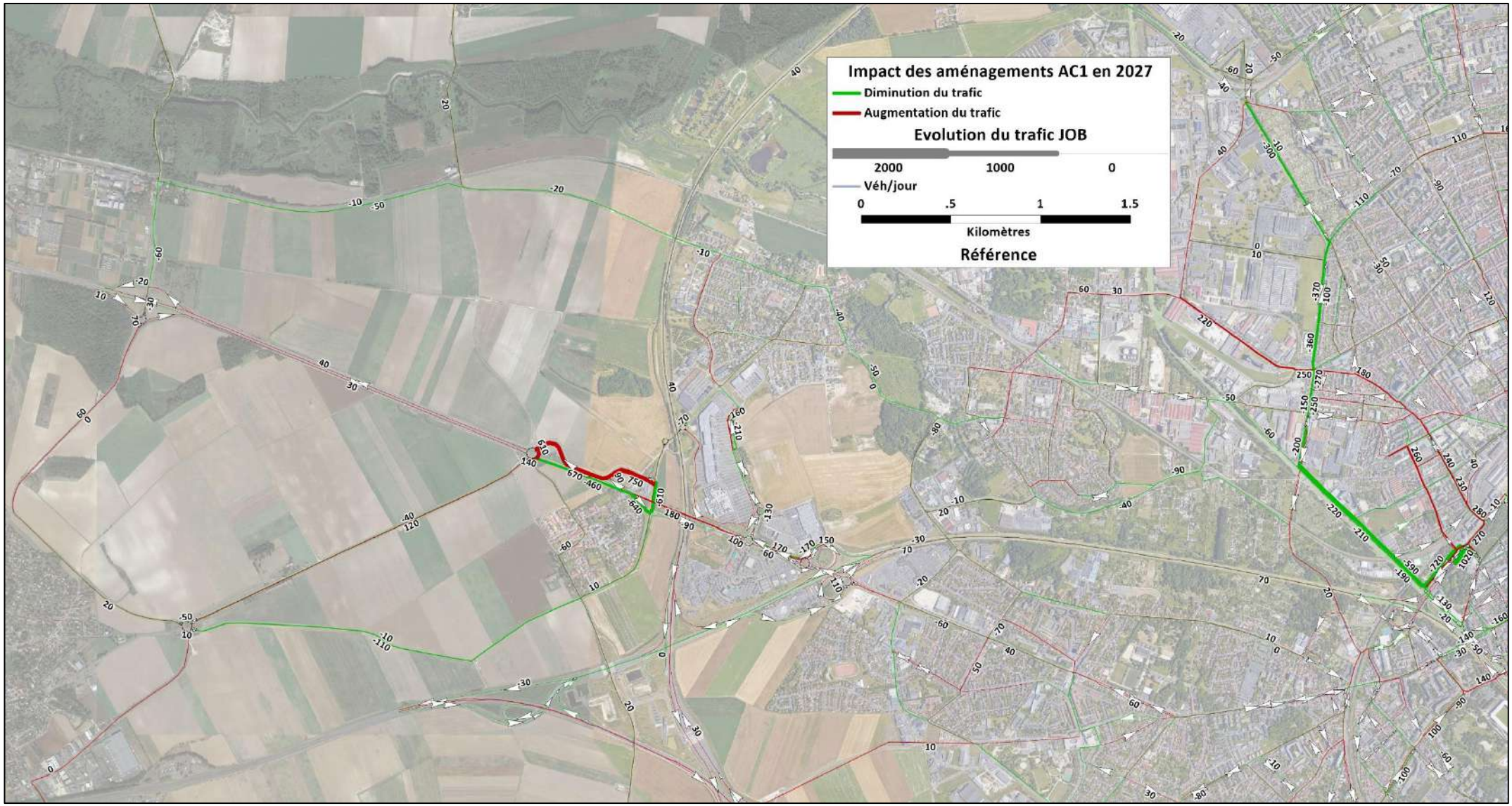
Carte 20 : impact de la mise en service de la ZA des Sables sur les trafics JOB en 2047

3.6.3 Impact des aménagements complémentaires en référence

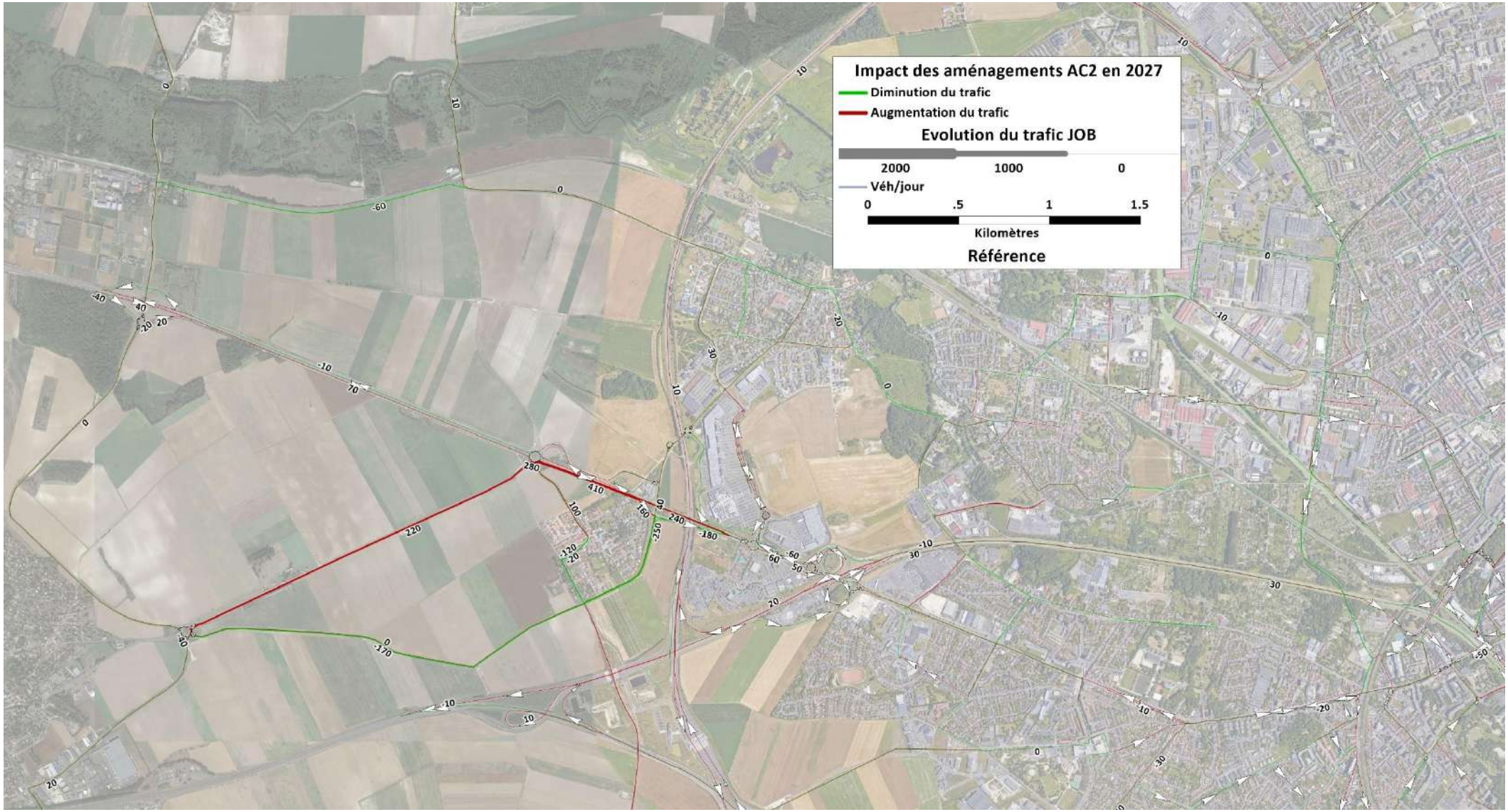
Les cartes des pages suivantes présentent les impacts des aménagements complémentaires n°1 (« Ac1 ») et n°2 (« Ac2 ») sur les trafics journaliers circulant sur le périmètre d'étude.

On note ainsi que :

- les aménagements complémentaires n°1 reportent une partie du trafic de la RN31 (sens vers Reims) sur la RD275A1 entre le giratoire de la Garenne et la RD275 ; sur la section la plus chargée de la RN31 (entre le giratoire de la Garenne et la RD275), le trafic est ainsi délesté de 460 véh/jour, correspondant à une diminution de trafic de 640 véh/jour sur la bretelle de sortie RN31 ouest → RD275 et à une augmentation de 180 véh/jour en transit sur la RN31,
- à l'inverse, les aménagements complémentaires n°2, grâce au gain de capacité (passage à 2 voies) sur la RN31 entre le giratoire de la Garenne et la sortie vers la RD275, génèrent une légère augmentation de trafic sur cette section, estimée à 410 véh/jour, principalement du fait de reports de trafic depuis Gueux entre l'itinéraire RD275 et l'itinéraire RD27 + RN31 ; cette augmentation de trafic est limitée par le fait que cette section n'est pas le seul goulot d'étranglement de la RN31 et que le gain de temps permis par l'augmentation de capacité sur cette section est vite perdu en aval, du fait des contraintes existant plus à l'est, notamment au niveau du giratoire de la zone commerciale de Thillois.



Carte 21 : impact des aménagements complémentaires n°1 en référence 2027 sur les trafics JOB



Carte 22 : impact des aménagements complémentaires n°2 en référence 2027 sur les trafics JOB

3.7 Impact de la mise en service des variantes de projet d'échangeur A26/RD275

Remarque préliminaire : dans la suite de la présentation, les prévisions de trafic sont détaillées pour l'horizon 2027, qui correspond à l'année de mise en service théorique du projet. Elles sont présentées de manière plus sommaire à l'horizon 2047.

3.7.1 Evolution des trafics des échangeurs autoroutiers en situation de projet

Les tableaux des pages suivantes présentent l'évolution des TMJO VL, PL et tous véhicules entre le scénario de référence de base et l'ensemble des six autres scénarios sur les échangeurs autoroutiers potentiellement impactés par les aménagements étudiés sur le périmètre d'étude. Ces tableaux sont présentés aux horizons 2027 et 2047. Ainsi, les trafics JOB de l'échangeur projeté des Sables seraient compris :

- sur le **demi-échangeur nord** :
  - entre **9 600 véh/jour et 9 800 véh/jour** selon les variantes à l'horizon **2027** ; les trafics seraient légèrement plus faibles en cas de réalisation du diffuseur complet et des aménagements complémentaires n°2,
  - entre **11 000 véh/jour et 11 400 véh/jour** selon les variantes à l'horizon **2047**,
- sur le **demi-échangeur sud** :
  - entre **10 350 véh/jour et 10 780 véh/jour** selon les variantes à l'horizon **2027**, sans impact notable des aménagements complémentaires « Ac1 » ou « Ac2 »,
  - entre **12 250 véh/jour et 12 770 véh/jour** selon les variantes à l'horizon **2047**.

Ainsi, **les trafics sont relativement symétriques sur les deux demi-échangeurs, avec toutefois un trafic légèrement supérieur sur le demi-échangeur « sud » tourné vers Reims et vers l'autoroute A4.**

Quelle que soit la variante, la mise en service du projet à l'horizon 2027 s'accompagne de variations importantes du trafic sur deux autres échangeurs :

- l'échangeur de Tinqueux sur A344 (n°22), dont le trafic diminuerait d'environ 6 500 véh/jour en cas de réalisation du demi-diffuseur nord uniquement, de 9 200 véh/jour en cas de réalisation du demi-diffuseur sud uniquement et de plus de 15 500 véh/jour en cas de réalisation du diffuseur complet, ce qui constituerait une baisse comprise entre 10% et 24% ; on notera que la réalisation du demi-diffuseur nord impacterait plus fortement le demi-échangeur ouest de Tinqueux, alors que le demi-diffuseur sud impacterait plus fortement le demi-échangeur est de Tinqueux,
- le demi-échangeur sud Reims Colbert sur A26 (n°16), dont le trafic augmenterait de 2 400 véh/jour (diffuseur complet, soit 3%) à 2 900 véh/jour (demi-diffuseur nord, soit +16%) ; cette augmentation de trafic est liée à la possibilité permise par le projet d'effectuer des déplacements de cabotage gratuits sur l'autoroute A26, notamment pour les déplacements entre la ZA des Sables et la zone commerciale de Thillois et le nord de l'agglomération rémoise ; on note en revanche une légère diminution du trafic sur ce demi-échangeur en cas de réalisation du seul demi-diffuseur sud.

L'impact sur l'échangeur n°15 de la Neuvillette est relativement marginal, avec une baisse de trafic d'environ 300 véh/jour sur le demi-échangeur nord et une augmentation du trafic d'environ 100 à 300 véh/jour selon les variantes sur le demi-échangeur sud.

	Réf.	Réf. + "Ac1"	Réf. + "Ac2"	1/2 éch. nord + "Ac1"	1/2 éch. nord + "Ac2"	1/2 éch. sud + "Ac1"	1/2 éch. sud + "Ac2"	Ech. complet + "Ac1"	Ech. complet + "Ac2"	Impact "Ac1"	Impact "Ac2"	Impact 1/2 éch. nord + "Ac1"	Impact 1/2 éch. nord + "Ac2"	Impact 1/2 éch. sud + "Ac1"	Impact 1/2 éch. sud + "Ac2"	Impact Ech. complet + "Ac1"	Impact Ech. complet + "Ac2"
	Trafic VL JOB 2027 - 2 sens																
1/2 échangeur La Neuvillette (15) - Nord	1 750	1 740	1 750	1 490	1 500	1 720	1 740	1 490	1 500	-10	0	-260	-250	-30	-10	-260	-250
1/2 échangeur La Neuvillette (15) - Sud	2 740	2 770	2 730	3 000	2 950	2 670	2 630	2 900	2 860	30	-10	260	210	-70	-110	160	120
1/2 échangeur Colbert (16) - Nord	4 730	4 690	4 710	4 290	4 290	4 390	4 370	4 090	4 080	-40	-20	-440	-440	-340	-360	-640	-650
1/2 échangeur Colbert (16) - Sud	16 940	16 910	16 950	19 650	19 660	16 720	16 740	19 200	19 150	-30	10	2 710	2 720	-220	-200	2 260	2 210
1/2 échangeur A26 / RD275 - Nord	**0**	**0**	**0**	**8 510**	**8 480**	**0**	**0**	**8 520**	**8 340**	**0**	**0**	**8 510**	**8 480**	**0**	**0**	**8 520**	**8 340**
1/2 échangeur A26 / RD275 - Sud	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**9 710**	**9 730**	**9 450**	**9 350**	**0**	**0**	**0**	**0**	**9 710**	**9 730**	**9 450**	**9 350**
1/2 échangeur Tinqueux (22) - Ouest	14 200	14 190	14 200	10 740	10 780	12 430	12 530	8 670	8 830	-10	0	-3 460	-3 420	-1 770	-1 670	-5 530	-5 370
1/2 échangeur Tinqueux (22) - Est	46 550	46 600	46 580	44 480	44 470	40 050	40 090	38 240	38 280	50	30	-2 070	-2 080	-6 500	-6 460	-8 310	-8 270

Tableau 12 : TMJO VL projetés selon les variantes de l'échangeur à l'horizon 2027

	Réf.	Réf. + "Ac1"	Réf. + "Ac2"	1/2 éch. nord + "Ac1"	1/2 éch. nord + "Ac2"	1/2 éch. sud + "Ac1"	1/2 éch. sud + "Ac2"	Ech. complet + "Ac1"	Ech. complet + "Ac2"	Impact "Ac1"	Impact "Ac2"	Impact 1/2 éch. nord + "Ac1"	Impact 1/2 éch. nord + "Ac2"	Impact 1/2 éch. sud + "Ac1"	Impact 1/2 éch. sud + "Ac2"	Impact Ech. complet + "Ac1"	Impact Ech. complet + "Ac2"
	Trafic PL JOB 2027 - 2 sens																
1/2 échangeur La Neuvillette (15) - Nord	250	250	250	170	170	240	240	170	170	0	0	-80	-80	-10	-10	-80	-80
1/2 échangeur La Neuvillette (15) - Sud	650	650	650	690	680	610	600	650	640	0	0	40	30	-40	-50	0	-10
1/2 échangeur Colbert (16) - Nord	260	260	260	200	200	230	230	190	190	0	0	-60	-60	-30	-30	-70	-70
1/2 échangeur Colbert (16) - Sud	980	980	980	1 150	1 140	970	970	1 140	1 130	0	0	170	160	-10	-10	160	150
1/2 échangeur A26 / RD275 - Nord	**0**	**0**	**0**	**1 260**	**1 260**	**0**	**0**	**1 270**	**1 260**	**0**	**0**	**1 260**	**1 260**	**0**	**0**	**1 270**	**1 260**
1/2 échangeur A26 / RD275 - Sud	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**1 050**	**1 050**	**1 010**	**1 000**	**0**	**0**	**0**	**0**	**1 050**	**1 050**	**1 010**	**1 000**
1/2 échangeur Tinqueux (22) - Ouest	1 140	1 150	1 140	580	580	1 000	1 010	420	420	10	0	-560	-560	-140	-130	-720	-720
1/2 échangeur Tinqueux (22) - Est	3 610	3 620	3 610	3 190	3 190	2 810	2 810	2 410	2 430	10	0	-420	-420	-800	-800	-1 200	-1 180

Tableau 13 : TMJO PL projetés selon les variantes de l'échangeur à l'horizon 2027

	Réf.	Réf. + "Ac1"	Réf. + "Ac2"	1/2 éch. nord + "Ac1"	1/2 éch. nord + "Ac2"	1/2 éch. sud + "Ac1"	1/2 éch. sud + "Ac2"	Ech. complet + "Ac1"	Ech. complet + "Ac2"	Impact "Ac1"	Impact "Ac2"	Impact 1/2 éch. nord + "Ac1"	Impact 1/2 éch. nord + "Ac2"	Impact 1/2 éch. sud + "Ac1"	Impact 1/2 éch. sud + "Ac2"	Impact Ech. complet + "Ac1"	Impact Ech. complet + "Ac2"
	Trafic total JOB 2027 - 2 sens																
1/2 échangeur La Neuvillette (15) - Nord	2 000	1 990	2 000	1 660	1 670	1 960	1 980	1 660	1 670	-10	0	-340	-330	-40	-20	-340	-330
1/2 échangeur La Neuvillette (15) - Sud	3 390	3 420	3 380	3 690	3 630	3 280	3 230	3 550	3 500	30	-10	300	240	-110	-160	160	110
1/2 échangeur Colbert (16) - Nord	4 990	4 950	4 970	4 490	4 490	4 620	4 600	4 280	4 270	-40	-20	-500	-500	-370	-390	-710	-720
1/2 échangeur Colbert (16) - Sud	17 920	17 890	17 930	20 800	20 800	17 690	17 710	20 340	20 280	-30	10	2 880	2 880	-230	-210	2 420	2 360
1/2 échangeur A26 / RD275 - Nord	**0**	**0**	**0**	**9 770**	**9 740**	**0**	**0**	**9 790**	**9 600**	**0**	**0**	**9 770**	**9 740**	**0**	**0**	**9 790**	**9 600**
1/2 échangeur A26 / RD275 - Sud	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**10 760**	**10 780**	**10 460**	**10 350**	**0**	**0**	**0**	**0**	**10 760**	**10 780**	**10 460**	**10 350**
1/2 échangeur Tinqueux (22) - Ouest	15 340	15 340	15 340	11 320	11 360	13 430	13 540	9 090	9 250	0	0	-4 020	-3 980	-1 910	-1 800	-6 250	-6 090
1/2 échangeur Tinqueux (22) - Est	50 160	50 220	50 190	47 670	47 660	42 860	42 900	40 650	40 710	60	30	-2 490	-2 500	-7 300	-7 260	-9 510	-9 450

Tableau 14 : TMJO TV projetés selon les variantes de l'échangeur à l'horizon 2027

	Réf.	Réf. + "Ac1"	Réf. + "Ac2"	1/2 éch. nord + "Ac1"	1/2 éch. nord + "Ac2"	1/2 éch. sud + "Ac1"	1/2 éch. sud + "Ac2"	Ech. complet + "Ac1"	Ech. complet + "Ac2"	Impact "Ac1"	Impact "Ac2"	Impact 1/2 éch. nord + "Ac1"	Impact 1/2 éch. nord + "Ac2"	Impact 1/2 éch. sud + "Ac1"	Impact 1/2 éch. sud + "Ac2"	Impact Ech. complet + "Ac1"	Impact Ech. complet + "Ac2"
	Trafic VL JOB 2047 - 2 sens																
1/2 échangeur La Neuvillette (15) - Nord	1 970	1 940	1 960	1 590	1 600	1 910	1 930	1 590	1 600	-30	-10	-380	-370	-60	-40	-380	-370
1/2 échangeur La Neuvillette (15) - Sud	3 900	3 920	3 890	4 270	4 240	3 730	3 710	4 100	4 050	20	-10	370	340	-170	-190	200	150
1/2 échangeur Colbert (16) - Nord	5 760	5 800	5 730	5 320	5 290	5 300	5 290	4 970	4 950	40	-30	-440	-470	-460	-470	-790	-810
1/2 échangeur Colbert (16) - Sud	19 130	19 110	19 140	22 060	22 110	18 850	18 930	21 490	21 470	-20	10	2 930	2 980	-280	-200	2 360	2 340
1/2 échangeur A26 / RD275 - Nord	**0**	**0**	**0**	**9 250**	**9 260**	**0**	**0**	**9 040**	**8 930**	**0**	**0**	**9 250**	**9 260**	**0**	**0**	**9 040**	**8 930**
1/2 échangeur A26 / RD275 - Sud	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**11 120**	**11 100**	**10 840**	**10 710**	**0**	**0**	**0**	**0**	**11 120**	**11 100**	**10 840**	**10 710**
1/2 échangeur Tinqueux (22) - Ouest	16 690	16 630	16 740	12 890	12 930	14 640	14 540	10 750	10 760	-60	50	-3 800	-3 760	-2 050	-2 150	-5 940	-5 930
1/2 échangeur Tinqueux (22) - Est	48 790	48 850	48 820	46 820	46 790	42 200	42 250	40 420	40 580	60	30	-1 970	-2 000	-6 590	-6 540	-8 370	-8 210

Tableau 15 : TMJO VL projetés selon les variantes de l'échangeur à l'horizon 2047

	Réf.	Réf. + "Ac1"	Réf. + "Ac2"	1/2 éch. nord + "Ac1"	1/2 éch. nord + "Ac2"	1/2 éch. sud + "Ac1"	1/2 éch. sud + "Ac2"	Ech. complet + "Ac1"	Ech. complet + "Ac2"	Impact "Ac1"	Impact "Ac2"	Impact 1/2 éch. nord + "Ac1"	Impact 1/2 éch. nord + "Ac2"	Impact 1/2 éch. sud + "Ac1"	Impact 1/2 éch. sud + "Ac2"	Impact Ech. complet + "Ac1"	Impact Ech. complet + "Ac2"
	Trafic PL JOB 2047 - 2 sens																
1/2 échangeur La Neuvillette (15) - Nord	360	350	360	180	180	320	330	180	180	-10	0	-180	-180	-40	-30	-180	-180
1/2 échangeur La Neuvillette (15) - Sud	760	770	760	820	820	690	680	750	740	10	0	60	60	-70	-80	-10	-20
1/2 échangeur Colbert (16) - Nord	450	460	440	360	350	400	410	330	320	10	-10	-90	-100	-50	-40	-120	-130
1/2 échangeur Colbert (16) - Sud	1 190	1 190	1 190	1 450	1 450	1 190	1 190	1 440	1 440	0	0	260	260	0	0	250	250
1/2 échangeur A26 / RD275 - Nord	**0**	**0**	**0**	**2 090**	**2 100**	**0**	**0**	**2 120**	**2 110**	**0**	**0**	**2 090**	**2 100**	**0**	**0**	**2 120**	**2 110**
1/2 échangeur A26 / RD275 - Sud	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**1 650**	**1 650**	**1 570**	**1 550**	**0**	**0**	**0**	**0**	**1 650**	**1 650**	**1 570**	**1 550**
1/2 échangeur Tinqueux (22) - Ouest	1 790	1 730	1 790	720	720	1 510	1 470	460	460	-60	0	-1 070	-1 070	-280	-320	-1 330	-1 330
1/2 échangeur Tinqueux (22) - Est	5 040	5 120	5 040	4 500	4 500	3 920	3 940	3 340	3 370	80	0	-540	-540	-1 120	-1 100	-1 700	-1 670

Tableau 16 : TMJO PL projetés selon les variantes de l'échangeur à l'horizon 2047

	Réf.	Réf. + "Ac1"	Réf. + "Ac2"	1/2 éch. nord + "Ac1"	1/2 éch. nord + "Ac2"	1/2 éch. sud + "Ac1"	1/2 éch. sud + "Ac2"	Ech. complet + "Ac1"	Ech. complet + "Ac2"	Impact "Ac1"	Impact "Ac2"	Impact 1/2 éch. nord + "Ac1"	Impact 1/2 éch. nord + "Ac2"	Impact 1/2 éch. sud + "Ac1"	Impact 1/2 éch. sud + "Ac2"	Impact Ech. complet + "Ac1"	Impact Ech. complet + "Ac2"
	Trafic total JOB 2047 - 2 sens																
1/2 échangeur La Neuvillette (15) - Nord	2 330	2 290	2 320	1 770	1 780	2 230	2 260	1 770	1 780	-40	-10	-560	-550	-100	-70	-560	-550
1/2 échangeur La Neuvillette (15) - Sud	4 660	4 690	4 650	5 090	5 060	4 420	4 390	4 850	4 790	30	-10	430	400	-240	-270	190	130
1/2 échangeur Colbert (16) - Nord	6 210	6 260	6 170	5 680	5 640	5 700	5 700	5 300	5 270	50	-40	-530	-570	-910	-510	-910	-940
1/2 échangeur Colbert (16) - Sud	20 320	20 300	20 330	23 510	23 560	20 040	20 120	22 930	22 910	-20	10	3 190	3 240	-280	-200	2 610	2 590
1/2 échangeur A26 / RD275 - Nord	**0**	**0**	**0**	**11 340**	**11 360**	**0**	**0**	**11 160**	**11 040**	**0**	**0**	**11 340**	**11 360**	**0**	**0**	**11 160**	**11 040**
1/2 échangeur A26 / RD275 - Sud	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**12 770**	**12 750**	**12 410**	**12 260**	**0**	**0**	**0**	**0**	**12 770**	**12 750**	**12 410**	**12 260**
1/2 échangeur Tinqueux (22) - Ouest	18 480	18 360	18 530	13 610	13 650	16 150	16 010	11 210	11 220	-120	50	-4 870	-4 830	-2 330	-2 470	-7 270	-7 260
1/2 échangeur Tinqueux (22) - Est	53 830	53 970	53 860	51 320	51 290	46 120	46 190	43 760	43 950	140	30	-2 510	-2 540	-7 710	-7 640	-10 070	-9 880

Tableau 17 : TMJO TV projetés selon les variantes de l'échangeur à l'horizon 2047

3.7.2 Trafics horaires sur les bretelles de l'échangeur A26/RD275

Les tableaux suivants détaillent les trafics de l'échangeur A26/RD275 aux horizons 2027 et 2047 par bretelle, par classe de véhicule et par période horaire.

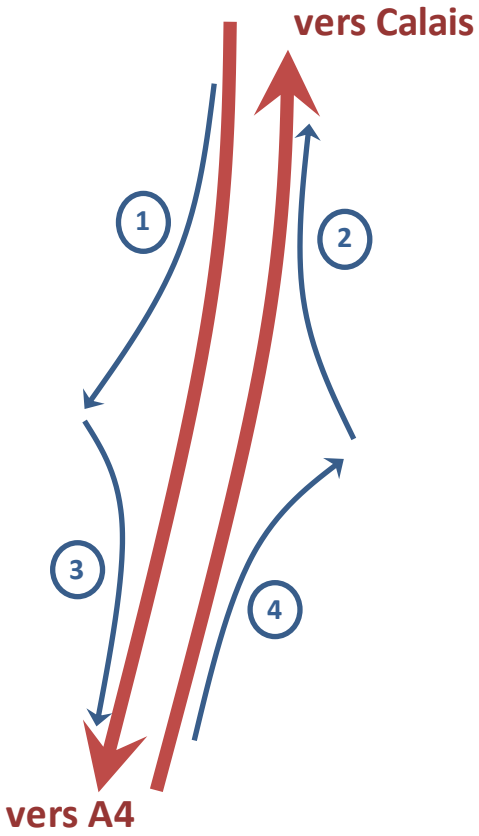


Figure 13 : schéma des bretelles de l'échangeur A26/RD275

Trafic sur le diffuseur A26 / RD275	HPM (véh/h)			HC (véh/h)			HPS (véh/h)			JOB (véh/jour)		
Horizon 2027	VL	PL	TV	VL	PL	TV	VL	PL	TV	VL	PL	TV
1/2 éch. Nord "Ac1"												
1 Ech. A26 / RD275 Sortie A26 Nord	217	52	**268**	194	35	**229**	355	36	**391**	3 703	611	**4 314**
2 Ech. A26 / RD275 Entrée A26 Nord	456	54	**511**	250	37	**288**	351	39	**390**	4 806	649	**5 455**
3 Ech. A26 / RD275 Entrée A26 Sud	0	0	**0**	0	0	**0**	0	0	**0**	0	0	**0**
4 Ech. A26 / RD275 Sortie A26 Sud	0	0	**0**	0	0	**0**	0	0	**0**	0	0	**0**
1/2 éch. Nord "Ac2"												
1 Ech. A26 / RD275 Sortie A26 Nord	219	52	**271**	190	35	**225**	354	36	**390**	3 660	610	**4 271**
2 Ech. A26 / RD275 Entrée A26 Nord	453	54	**507**	252	37	**289**	354	39	**393**	4 822	648	**5 471**
3 Ech. A26 / RD275 Entrée A26 Sud	0	0	**0**	0	0	**0**	0	0	**0**	0	0	**0**
4 Ech. A26 / RD275 Sortie A26 Sud	0	0	**0**	0	0	**0**	0	0	**0**	0	0	**0**
1/2 éch. Sud "Ac1"												
1 Ech. A26 / RD275 Sortie A26 Nord	0	0	**0**	0	0	**0**	0	0	**0**	0	0	**0**
2 Ech. A26 / RD275 Entrée A26 Nord	0	0	**0**	0	0	**0**	0	0	**0**	0	0	**0**
3 Ech. A26 / RD275 Entrée A26 Sud	636	65	**701**	372	31	**403**	469	35	**503**	6 901	586	**7 487**
4 Ech. A26 / RD275 Sortie A26 Sud	121	35	**155**	118	24	**143**	411	41	**452**	2 811	465	**3 276**
1/2 éch. Sud "Ac2"												
1 Ech. A26 / RD275 Sortie A26 Nord	0	0	**0**	0	0	**0**	0	0	**0**	0	0	**0**
2 Ech. A26 / RD275 Entrée A26 Nord	0	0	**0**	0	0	**0**	0	0	**0**	0	0	**0**
3 Ech. A26 / RD275 Entrée A26 Sud	627	62	**689**	372	31	**403**	465	35	**500**	6 871	583	**7 454**
4 Ech. A26 / RD275 Sortie A26 Sud	118	34	**152**	122	25	**146**	416	41	**457**	2 858	471	**3 329**
Ech. Complet "Ac1"												
1 Ech. A26 / RD275 Sortie A26 Nord	228	52	**280**	224	36	**260**	370	37	**406**	4 115	625	**4 740**
2 Ech. A26 / RD275 Entrée A26 Nord	400	52	**452**	232	37	**270**	322	39	**361**	4 403	643	**5 046**
3 Ech. A26 / RD275 Entrée A26 Sud	587	61	**648**	366	31	**397**	493	35	**528**	6 812	573	**7 385**
4 Ech. A26 / RD275 Sortie A26 Sud	117	34	**150**	114	24	**138**	372	35	**407**	2 639	441	**3 081**
Ech. Complet "Ac2"												
1 Ech. A26 / RD275 Sortie A26 Nord	228	52	**280**	213	35	**249**	371	37	**407**	3 988	617	**4 605**
2 Ech. A26 / RD275 Entrée A26 Nord	396	52	**447**	229	37	**266**	322	39	**361**	4 354	641	**4 994**
3 Ech. A26 / RD275 Entrée A26 Sud	558	58	**616**	367	30	**397**	494	34	**528**	6 761	564	**7 325**
4 Ech. A26 / RD275 Sortie A26 Sud	114	33	**147**	108	23	**132**	382	35	**417**	2 592	438	**3 030**

Tableau 18 : trafics horaires moyens sur les bretelles de l'échangeur A26/RD275 à l'horizon 2027

Si les trafics JOB sont, quelle que soit la variante, relativement symétriques sur le demi-échangeur nord entre les bretelles d'entrée et de sortie notamment en cas de réalisation du diffuseur complet (entre 4 600 et 5 000 véh/jour pour chaque bretelle en 2027), on note une forte dissymétrie sur les bretelles du demi-échangeur sud, avec un trafic sur la bretelle d'entrée environ 2,5 fois plus élevé que le trafic de la bretelle de sortie.

Cette dissymétrie s'explique :

- d'une part, par la forte saturation de la RN31 dans le sens vers Reims, qui rend l'échangeur projeté très attractif pour des mouvements du type Muizon → Reims, avec des gains de temps de traversée de la RN31 importants,
- d'autre part, par la dissymétrie de l'accès à la zone commerciale de Thillois par la rue des Acacias ; en effet, l'accès à cette zone depuis la RN31 se faisant uniquement en entrée, les usagers en sortie (retours vers Reims notamment) sont obligés, dans le scénario de référence, de remonter sur la RD275 pour revenir vers Reims ; la bretelle d'entrée de l'échangeur projeté leur permet un accès rapide à l'autoroute pour leurs retours (notamment vers Reims) et renforce la dissymétrie d'usage des deux bretelles du demi-échangeur sud.

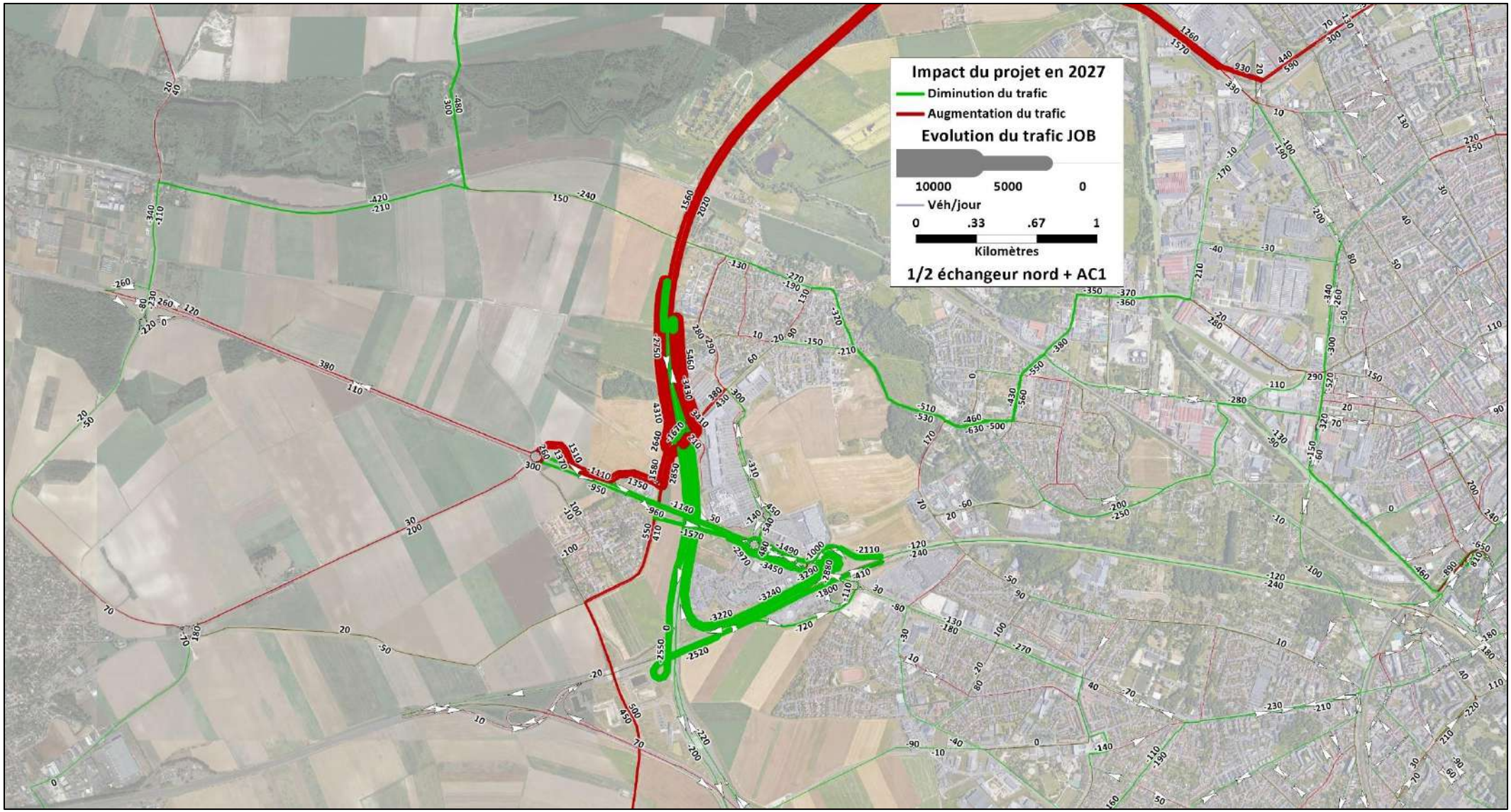
Trafic sur le diffuseur A26 / RD275	HPM (véh/h)			HC (véh/h)			HPS (véh/h)			JOB (véh/jour)		
Horizon 2047	VL	PL	TV	VL	PL	TV	VL	PL	TV	VL	PL	TV
1/2 éch. Nord "Ac1"												
1 Ech. A26 / RD275 Sortie A26 Nord	246	84	**330**	205	58	**263**	370	62	**432**	3 927	1 015	**4 942**
2 Ech. A26 / RD275 Entrée A26 Nord	472	94	**566**	280	61	**342**	401	63	**464**	5 327	1 074	**6 402**
3 Ech. A26 / RD275 Entrée A26 Sud	0	0	**0**	0	0	**0**	0	0	**0**	0	0	**0**
4 Ech. A26 / RD275 Sortie A26 Sud	0	0	**0**	0	0	**0**	0	0	**0**	0	0	**0**
1/2 éch. Nord "Ac2"												
1 Ech. A26 / RD275 Sortie A26 Nord	245	85	**330**	206	59	**265**	370	62	**432**	3 940	1 024	**4 964**
2 Ech. A26 / RD275 Entrée A26 Nord	462	93	**555**	280	61	**341**	405	64	**469**	5 321	1 072	**6 393**
3 Ech. A26 / RD275 Entrée A26 Sud	0	0	**0**	0	0	**0**	0	0	**0**	0	0	**0**
4 Ech. A26 / RD275 Sortie A26 Sud	0	0	**0**	0	0	**0**	0	0	**0**	0	0	**0**
1/2 éch. Sud "Ac1"												
1 Ech. A26 / RD275 Sortie A26 Nord	0	0	**0**	0	0	**0**	0	0	**0**	0	0	**0**
2 Ech. A26 / RD275 Entrée A26 Nord	0	0	**0**	0	0	**0**	0	0	**0**	0	0	**0**
3 Ech. A26 / RD275 Entrée A26 Sud	599	92	**691**	421	49	**471**	526	56	**582**	7 565	912	**8 477**
4 Ech. A26 / RD275 Sortie A26 Sud	196	59	**255**	152	38	**190**	482	65	**547**	3 551	742	**4 294**
1/2 éch. Sud "Ac2"												
1 Ech. A26 / RD275 Sortie A26 Nord	0	0	**0**	0	0	**0**	0	0	**0**	0	0	**0**
2 Ech. A26 / RD275 Entrée A26 Nord	0	0	**0**	0	0	**0**	0	0	**0**	0	0	**0**
3 Ech. A26 / RD275 Entrée A26 Sud	587	89	**676**	420	50	**470**	525	55	**580**	7 525	909	**8 434**
4 Ech. A26 / RD275 Sortie A26 Sud	194	59	**253**	153	38	**191**	486	66	**552**	3 578	744	**4 322**
Ech. Complet "Ac1"												
1 Ech. A26 / RD275 Sortie A26 Nord	266	86	**351**	230	60	**290**	381	62	**443**	4 285	1 043	**5 328**
2 Ech. A26 / RD275 Entrée A26 Nord	397	90	**487**	251	62	**313**	370	64	**433**	4 754	1 073	**5 827**
3 Ech. A26 / RD275 Entrée A26 Sud	561	89	**650**	416	50	**466**	611	55	**666**	7 686	908	**8 593**
4 Ech. A26 / RD275 Sortie A26 Sud	198	53	**252**	138	35	**173**	403	53	**455**	3 158	666	**3 825**
Ech. Complet "Ac2"												
1 Ech. A26 / RD275 Sortie A26 Nord	265	86	**351**	224	60	**284**	382	62	**444**	4 217	1 043	**5 260**
2 Ech. A26 / RD275 Entrée A26 Nord	389	87	**475**	249	62	**311**	371	64	**435**	4 715	1 069	**5 784**
3 Ech. A26 / RD275 Entrée A26 Sud	555	86	**641**	411	48	**459**	607	54	**661**	7 604	880	**8 484**
4 Ech. A26 / RD275 Sortie A26 Sud	191	53	**244**	135	36	**170**	402	52	**455**	3 107	666	**3 773**

Tableau 19 : trafics horaires moyens sur les bretelles de l'échangeur A26/RD275 à l'horizon 2047

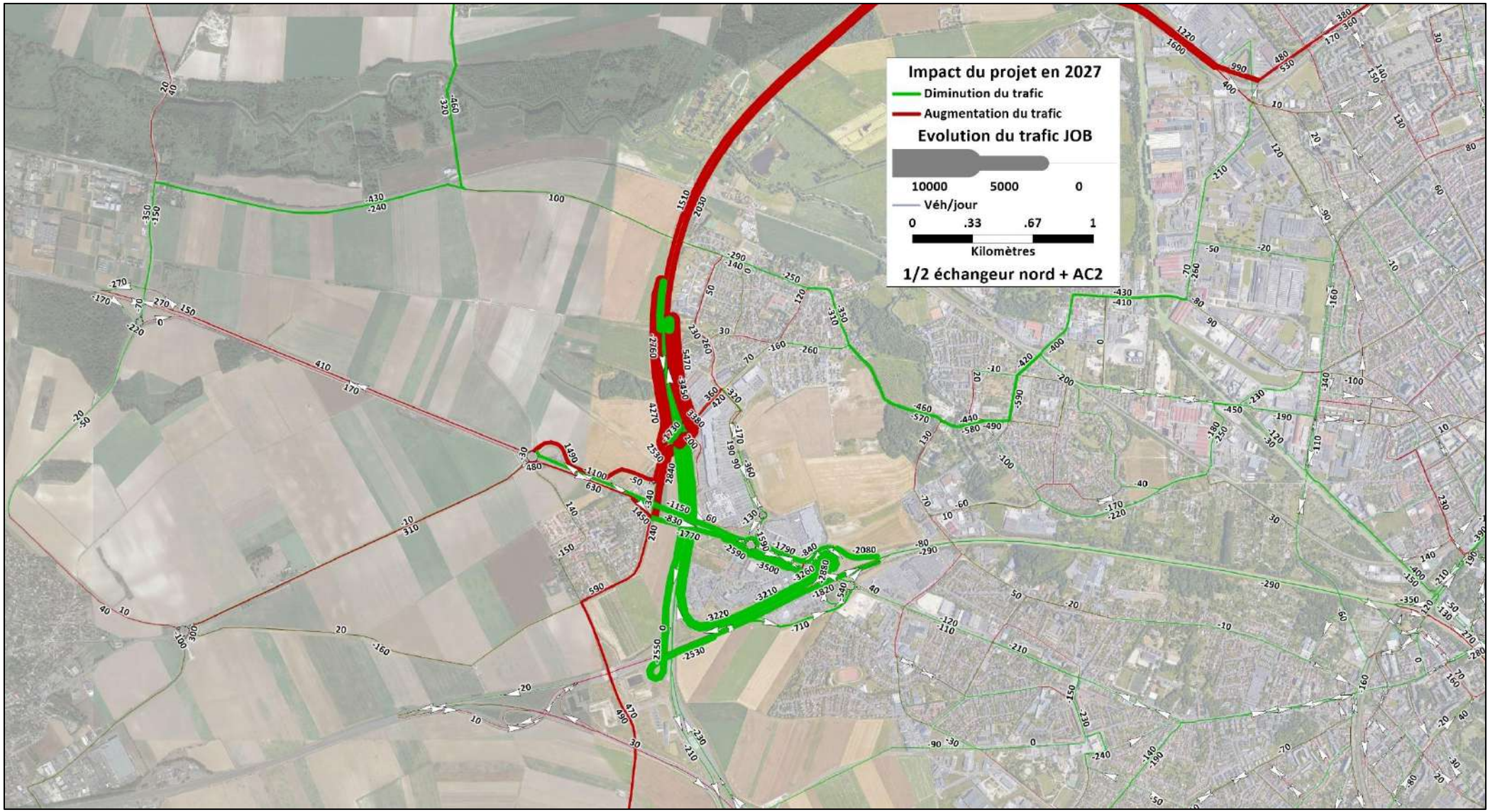
Ainsi, si les trafics du demi-échangeur nord ne présentent pas de dissymétrie importante à la journée et même au sein de chaque période horaire, on note un usage beaucoup plus important de la bretelle d'entrée du demi-échangeur sud, en particulier le matin et en période creuse, du fait, d'une part, de la saturation de la RN31 vers Reims et, d'autre part, de la dissymétrie des accès à la zone commerciale de Thillois (secteur IKEA).

3.7.3 Impact de la mise en service de l'échangeur A26/RD275 sur le réseau routier

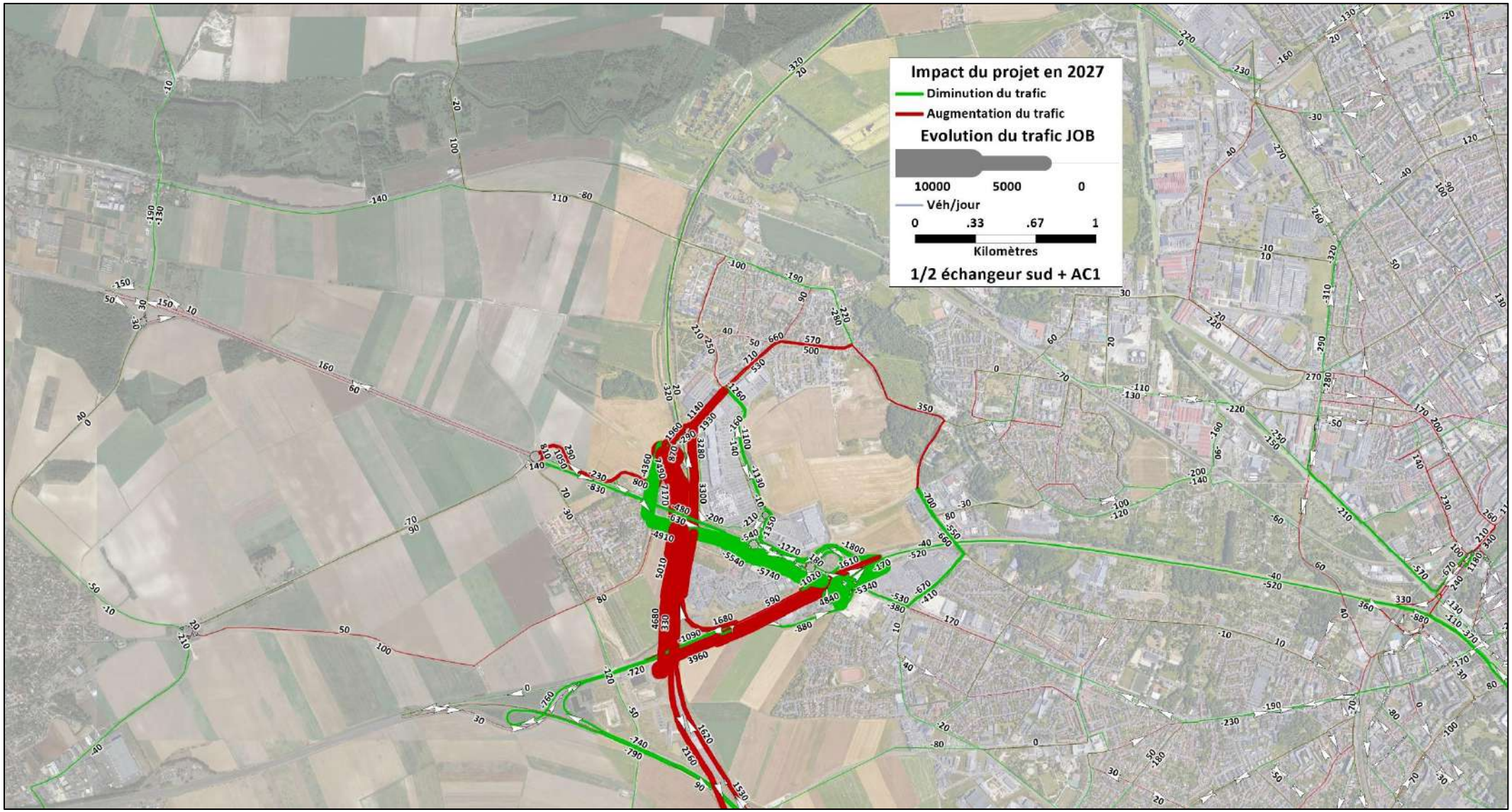
Les cartes des pages suivantes présentent, à l'horizon 2027, les impacts de la mise en service du projet d'échangeur A26/RD275 sur le trafic JOB tous véhicules, pour chaque variante étudiée, en comparaison du scénario de référence « de base » (sans aménagements complémentaires).



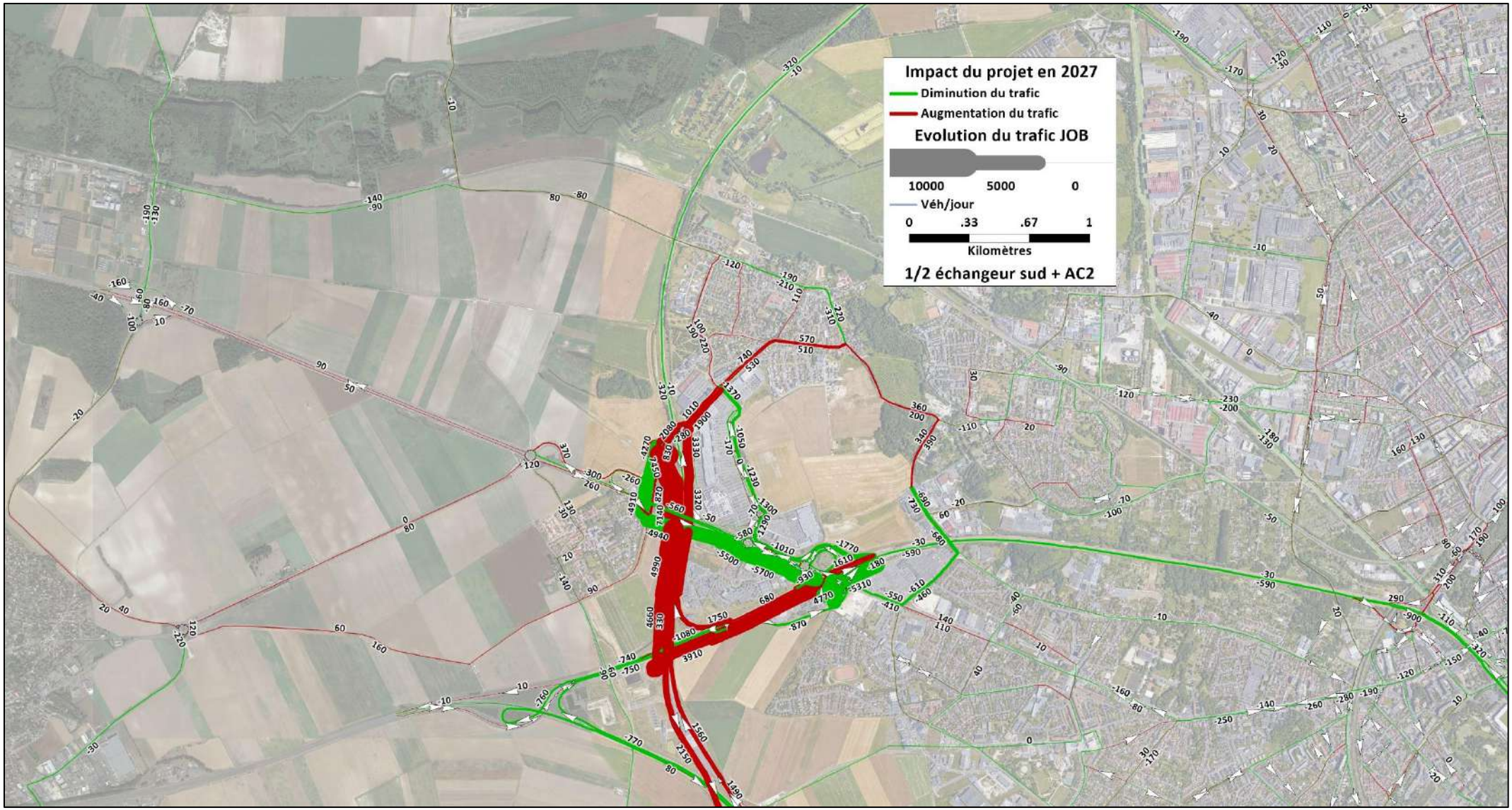
Carte 23 : évolution des trafics JOB tous véhicules 2027 suite à la mise en service du demi-diffuseur nord + « Ac1 »



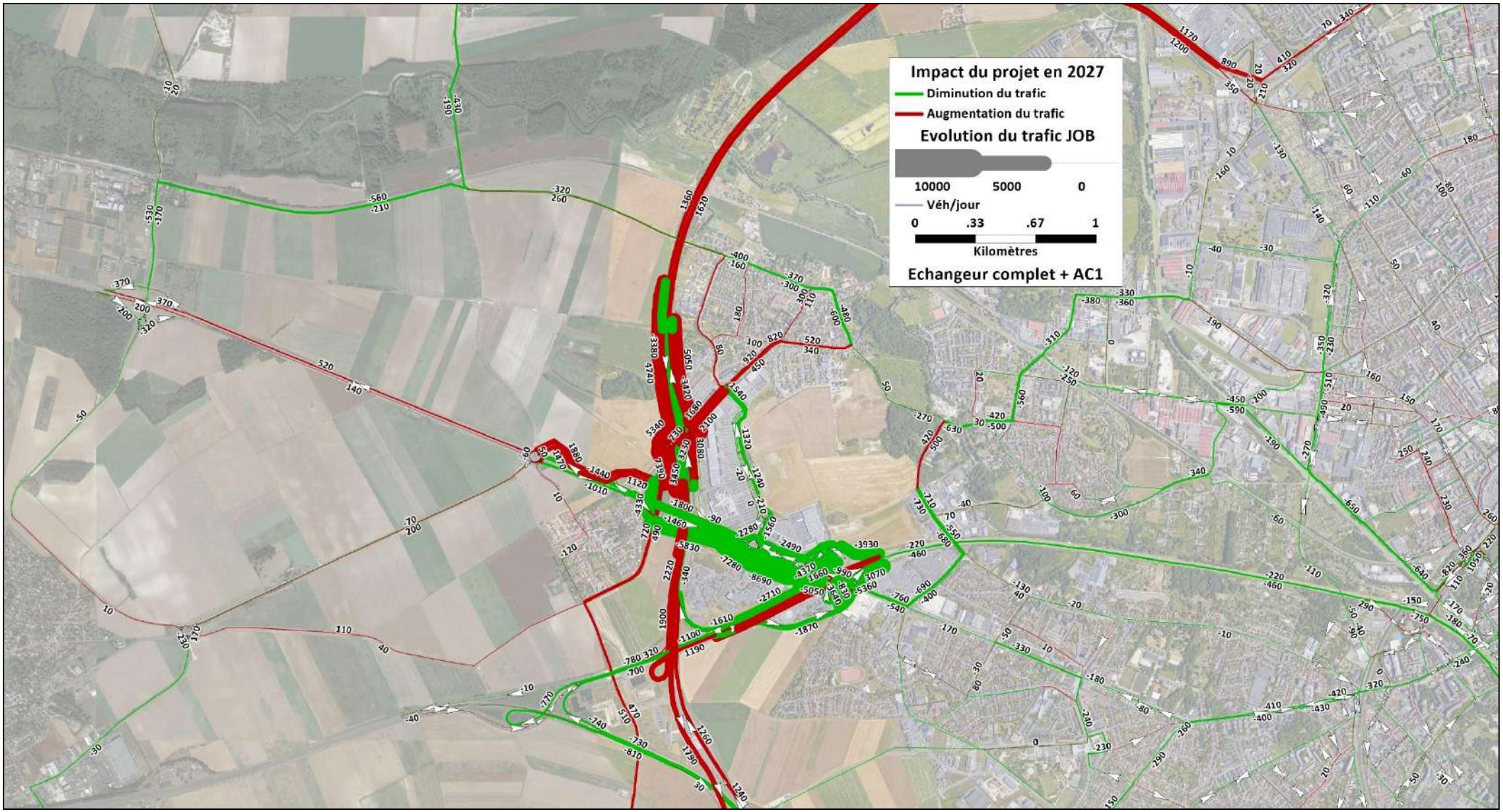
Carte 24 : évolution des trafics JOB tous véhicules 2027 suite à la mise en service du demi-diffuseur nord + « Ac2 »



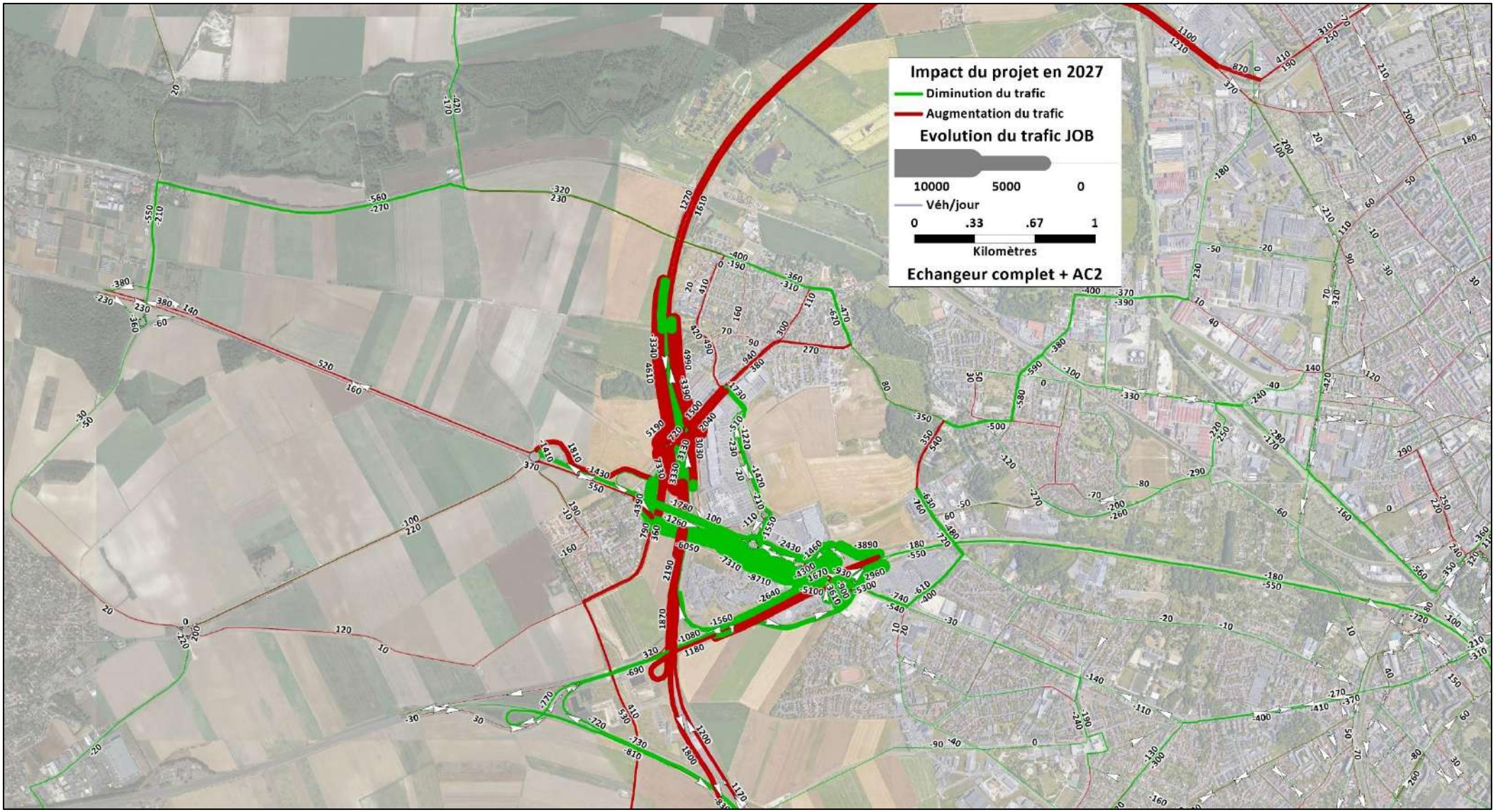
Carte 25 : évolution des trafics JOB tous véhicules 2027 suite à la mise en service du demi-diffuseur sud + « Ac1 »



Carte 26 : évolution des trafics JOB tous véhicules 2027 suite à la mise en service du demi-diffuseur sud + « Ac2 »



Carte 27 : évolution des trafics JOB tous véhicules 2027 suite à la mise en service du diffuseur complet + « Ac1 »



Carte 28 : évolution des trafics JOB tous véhicules 2027 suite à la mise en service du diffuseur complet + « Ac2 »

La mise en service du demi-diffuseur nord en 2027 se manifeste ainsi principalement par :

- une forte diminution de trafic sur l'autoroute A26 entre le diffuseur projeté et le nœud A26 / A4, qui fait plus que compenser la baisse liée à la mise en service du demi-diffuseur nord,
- une forte augmentation du trafic sur l'autoroute A344 entre l'échangeur de Tinqueux et le nœud A26 / A4, qui fait également plus que compenser la baisse liée à la mise en service du demi-diffuseur nord,
- une forte diminution de trafic sur la RN31 entre la RD275 et l'échangeur de Tinqueux,
- une forte augmentation de trafic sur l'autoroute A26 au nord du diffuseur projeté,
- une forte augmentation de trafic sur la RD275 ainsi que sur la RD275A1 entre la RD275 et le giratoire de la Garenne ; on verra ultérieurement, lors de l'analyse des conditions de circulation (cf. §4.4)., que ce flux supplémentaire peut devenir problématique dans certaines variantes,
- une augmentation significative du trafic sur la RD275 entre Thillois et Ormes.

La mise en service en service du demi-diffuseur sud se manifeste principalement par :

- une forte augmentation de trafic sur l'autoroute A26 entre le diffuseur projeté et le nœud A26 / A4,
- une forte diminution du trafic sur l'autoroute A344 entre l'échangeur de Tinqueux et le nœud A26 / A4,
- une forte diminution de trafic sur la RN31 entre la RD275 et l'échangeur de Tinqueux, complémentaire à celle générée par la mise en service du demi-diffuseur nord.

Le tableau ci-après présente un zoom de l'impact des différentes variantes de projet sur le réseau autoroutier. Ce tableau met en évidence une **augmentation du trafic au niveau de certaines sections payantes de l'autoroute**, à savoir :

- la barrière de péage de Reims La Neuvillette (A26), avec une augmentation du trafic de 5% à 8% selon les variantes,
- la section A4 Sud, avec un impact faible en cas de réalisation du demi-échangeur nord, mais très significatif en cas de réalisation de l'échangeur complet (+6% environ) ; à noter que cette augmentation du trafic circulant sur A4 Sud se décompose, pour ces variantes, en une diminution de trafic sur la BPV de Reims (A344, -7%) et en une augmentation de trafic sur la BPV d'Ormes (+30%).

Véhicules / jour - 2027	Réf.	Réf. + "Ac1"	Réf. + "Ac2"	1/2 éch. nord + "Ac1"	1/2 éch. nord + "Ac2"	1/2 éch. sud + "Ac1"	1/2 éch. sud + "Ac2"	Ech. complet + "Ac1"	Ech. complet + "Ac2"	Impact "Ac1"	Impact "Ac2"	Impact 1/2 éch. nord + "Ac1"	Impact 1/2 éch. nord + "Ac2"	Impact 1/2 éch. sud + "Ac1"	Impact 1/2 éch. sud + "Ac2"	Impact Ech. complet + "Ac1"	Impact Ech. complet + "Ac2"
BPV Courcy	19 390	19 390	19 390	19 390	19 390	19 390	19 390	19 390	19 390	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Péage Reims la Neuvillette	3 530	3 580	3 530	3 830	3 770	3 520	3 480	3 780	3 720	1.4%	0.0%	8.5%	6.8%	-0.3%	-1.4%	7.1%	5.4%
A26 Sud (Les Sables - Bif. A26 / A344)	39 120	39 200	39 150	32 250	32 230	45 720	45 750	38 430	38 400	0.2%	0.1%	-17.6%	-17.6%	16.9%	16.9%	-1.8%	-1.8%
BPV Reims (A344)	21 390	21 330	21 410	21 350	21 410	19 870	19 910	19 830	19 860	-0.3%	0.1%	-0.2%	0.1%	-7.1%	-6.9%	-7.3%	-7.2%
BPV Ormes (A26 / A4)	20 690	20 760	20 690	19 850	19 810	28 250	28 100	26 800	26 680	0.3%	0.0%	-4.1%	-4.3%	36.5%	35.8%	29.5%	29.0%
A4 Ouest	50 500	50 500	50 500	50 500	50 500	50 500	50 500	50 500	50 500	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
A4 Sud	15 740	15 850	15 730	15 460	15 370	17 320	17 170	16 760	16 630	0.7%	-0.1%	-1.8%	-2.4%	10.0%	9.1%	6.5%	5.7%
A344 Tinqueux-Reims Centre	72 880	72 830	72 860	72 640	72 720	72 800	72 820	72 440	72 520	-0.1%	0.0%	-0.3%	-0.2%	-0.1%	-0.1%	-0.6%	-0.5%

Tableau 20 : impact du projet sur le réseau autoroutier à l'horizon 2027

3.8 Synthèse des résultats issus de la modélisation statique

3.8.1 Prévisions de trafic aux différents horizons

Le graphique ci-dessous présente l'évolution des trafics des demi-échangeurs nord et sud du diffuseur A26/RD275, pour les six variantes de projet étudiées, entre 2027 (année de mise en service théorique) et 2047 (année de mise en service théorique + 20 ans).

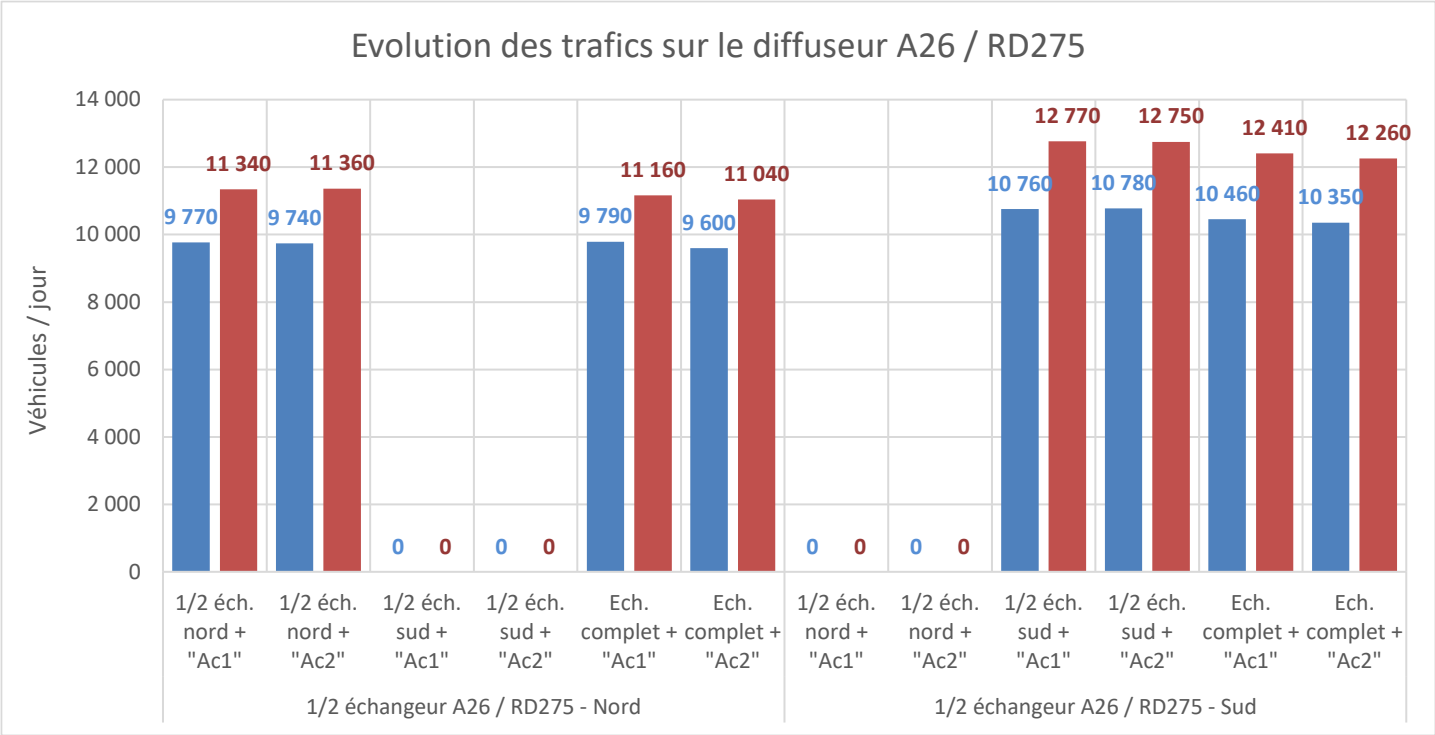


Figure 14 : évolution des trafics des demi-échangeurs du diffuseur A26/RD275 entre 2027 et 2047 selon les variantes étudiées

Comme indiqué précédemment, **à l'horizon 2047, le trafic sur l'échangeur complet atteindraient entre 22 500 et 23 000 véh/jour.** La croissance du trafic entre 2027 et 2047 serait légèrement supérieure sur le demi-échangeur sud (environ +0,9%/an) que sur le demi-échangeur nord (environ +0,75%/an).

4 ANALYSE DES CONDITIONS DE CIRCULATION SUR LE PERIMETRE RAPPROCHE AUTOUR DE LA ZA DES SABLES

Cette partie présente le calage et les résultats des modélisations dynamiques des différentes variantes projetées à l'horizon 2027, en période de pointe du matin et du soir.

La partie présentera le modèle en situation actuelle avant de présenter l'ensemble des résultats des temps de parcours pour les différentes variantes envisagées.

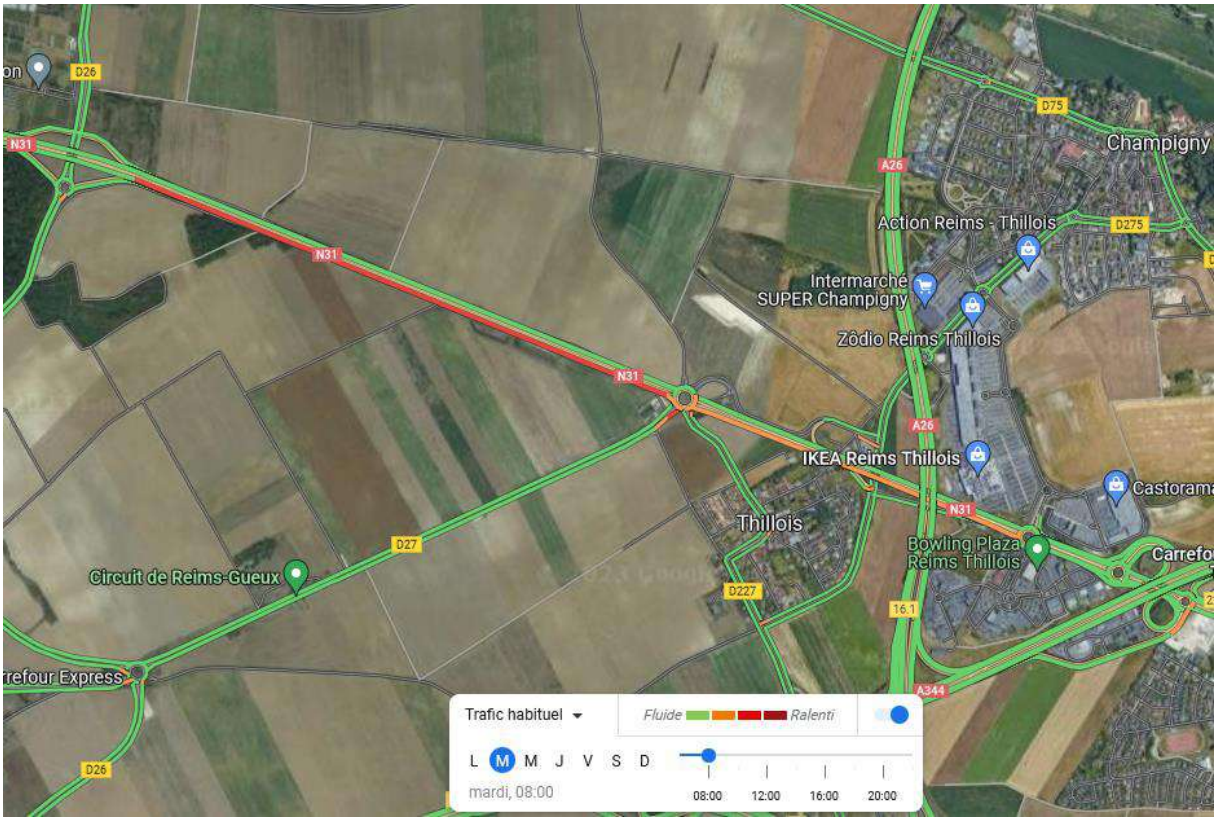
4.1 Calage du modèle de simulation dynamique

Le modèle est alimenté par les matrices 2022 (appelées matrices « SR 2022 » dans la suite du document) présentées dans la partie concernant les modélisations statiques. Le modèle dynamique utilise les matrices HPM et HPS générées qui couvrent les périodes suivantes :

- HPM : 7h – 9h,
- HPS : 16h – 19h.

4.1.1 Heure de pointe du matin

En situation actuelle problématiques en HPM sont marquées sur la traversée Ouest vers Est de la RN31 avec des remontées de files visibles à l'approche du giratoire Garennes qui remontent le long de la RN31. De forts ralentissements sont constatés sur la section en aval entre Garennes et Millésime toujours dans le sens Ouest vers Est.



Carte 29 : Conditions de circulation sur la RN31 un mardi à 8h00

Les temps de parcours Google Maps observés sur l'itinéraire correspondant au modèle dynamique passent de 4 minutes pour une traversée fluide à 12 minutes sur la période la plus dégradée. La situation s'améliore en fin de période HPM sans pour autant redevenir complètement fluide.

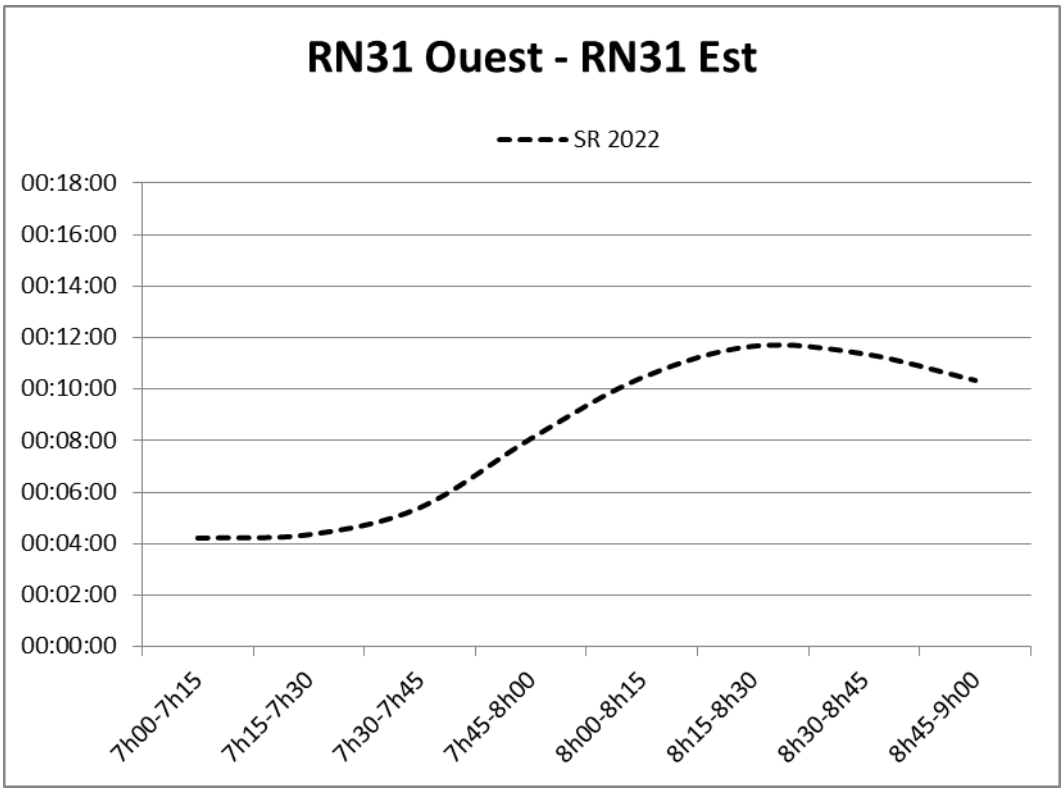
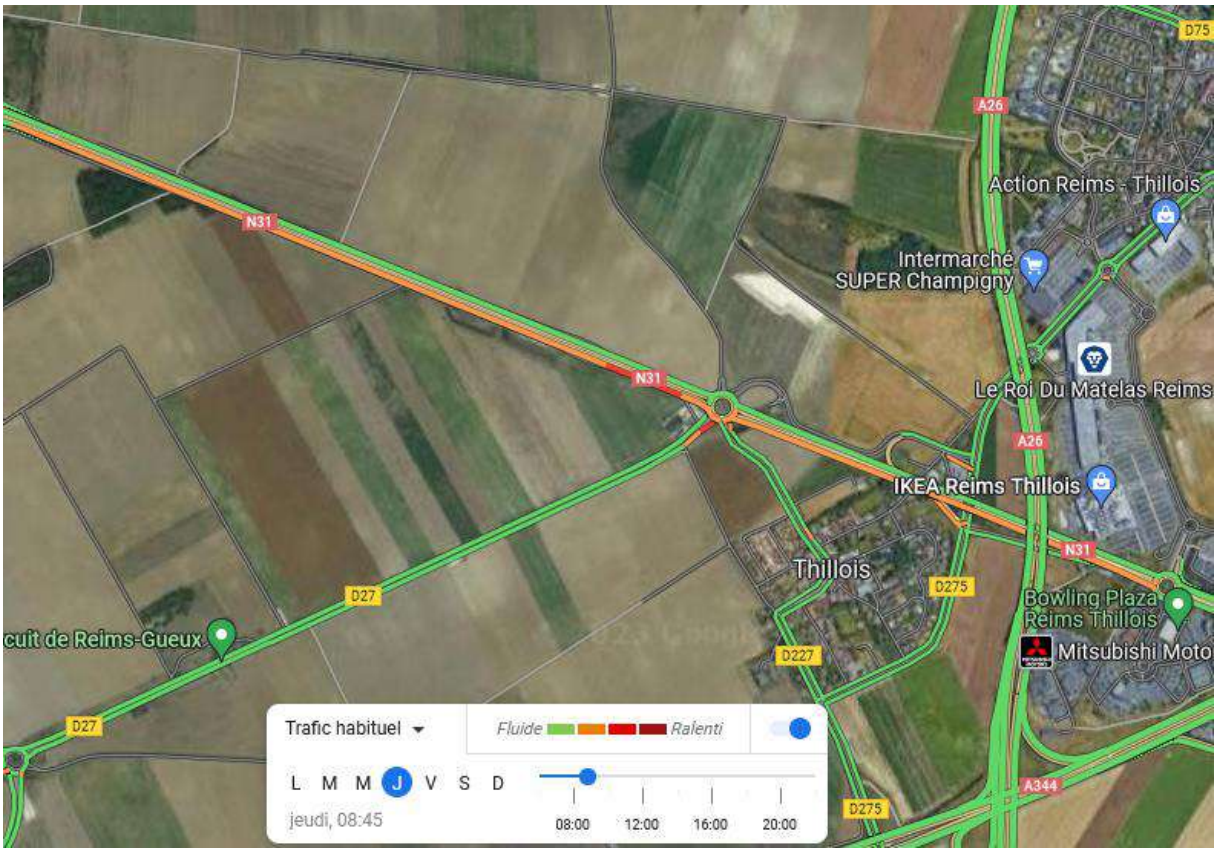


Figure 15 : Temps de parcours modélisé HPM SR 2022

Le modèle reproduit avec justesse cette augmentation des temps de parcours. Les paramètres initiaux par rapport à la première étude réalisée sur ce secteur ont été modifiés afin d'avoir une contrainte plus forte en amont entre l'extrémité du réseau dynamique RN31 Ouest et le giratoire Garennes gérant des remontées de files et des ralentissements en amont comme en situation observée.



Carte 30 : Conditions de circulation sur la RN31 un mardi à 8h45

La situation reste dégradée aux alentours de 8h45 avec une congestion moins marquée en amont du giratoire Garennes et toujours des ralentissements entre le giratoire Garennes et Millésime.

Le modèle présente des résultats de temps de parcours et d'évolutions de la situation qui sont cohérents avec les phénomènes observés pour la période de pointe du matin ainsi qu'une évolution similaire des conditions de circulations sur le réseau modélisé.

Le modèle ne montre pas d'autres problématiques spécifiques en cette période de pointe du matin à part la congestion sur la RN31 Ouest vers Est qui impacte les OD RN31 Ouest vers A26 Nord et A344 Reims.

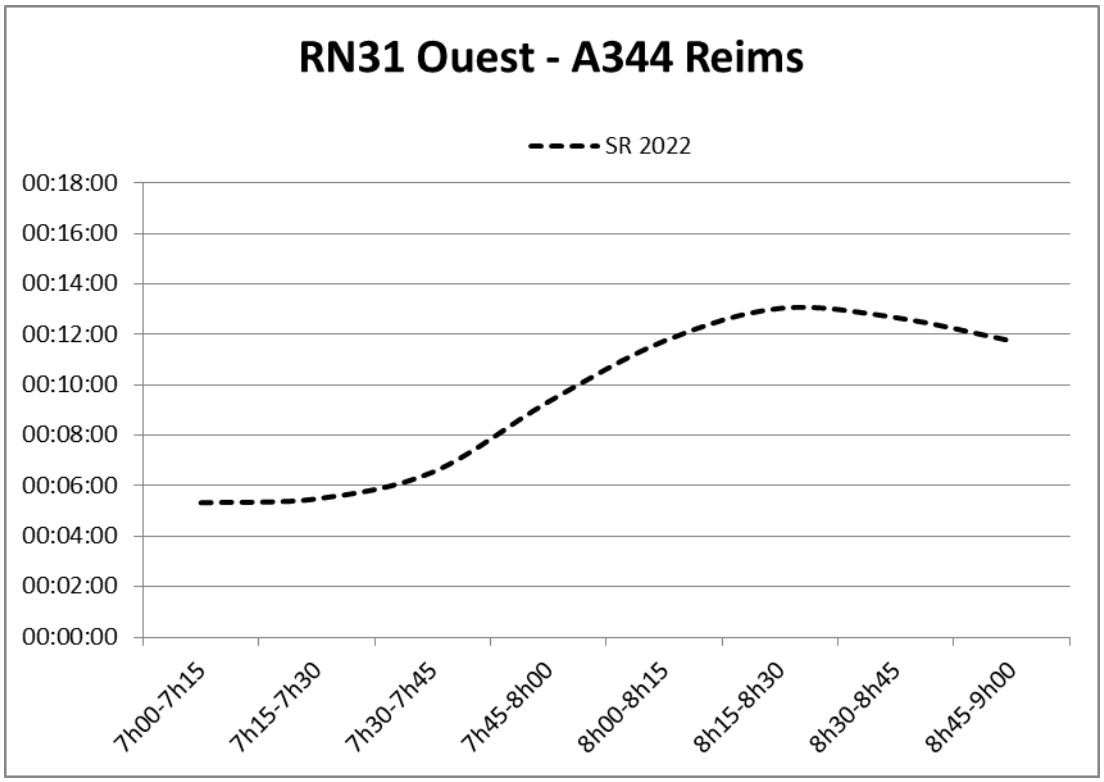


Figure 16 : Temps de parcours RN31 Ouest vers A344 Nord SR 2022

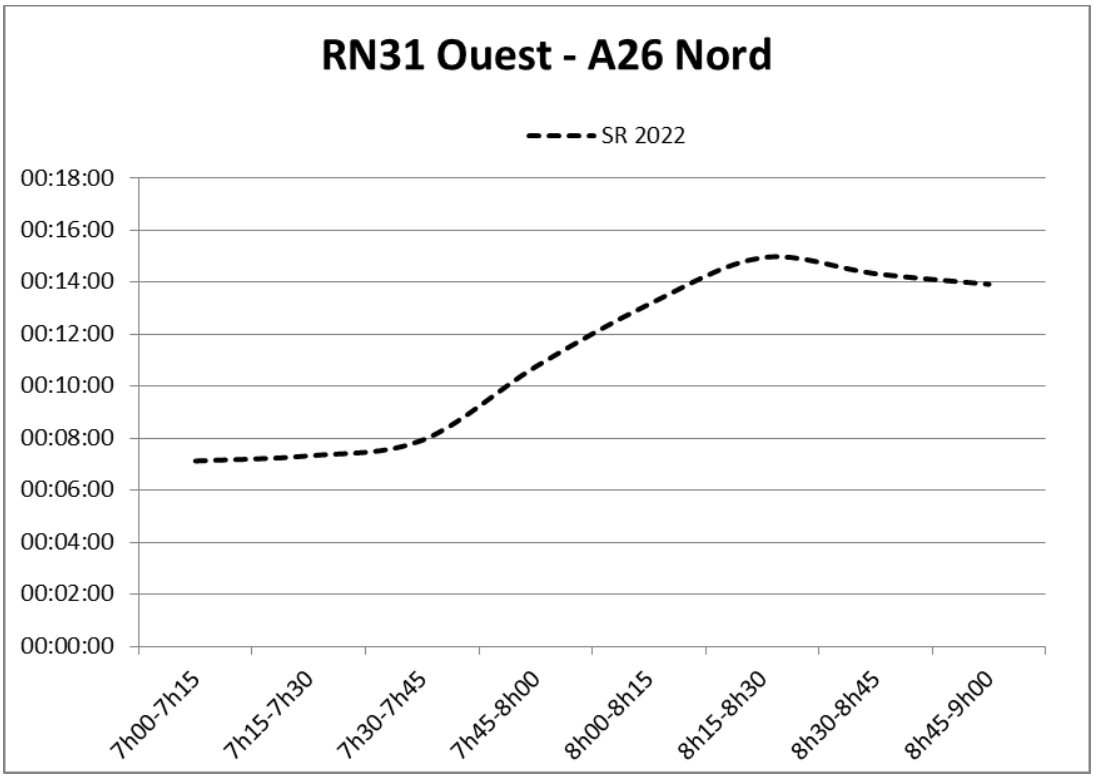


Figure 17 : Temps de parcours RN31 Ouest vers A26 Nord SR 2022

4.1.2 Heure de pointe du soir

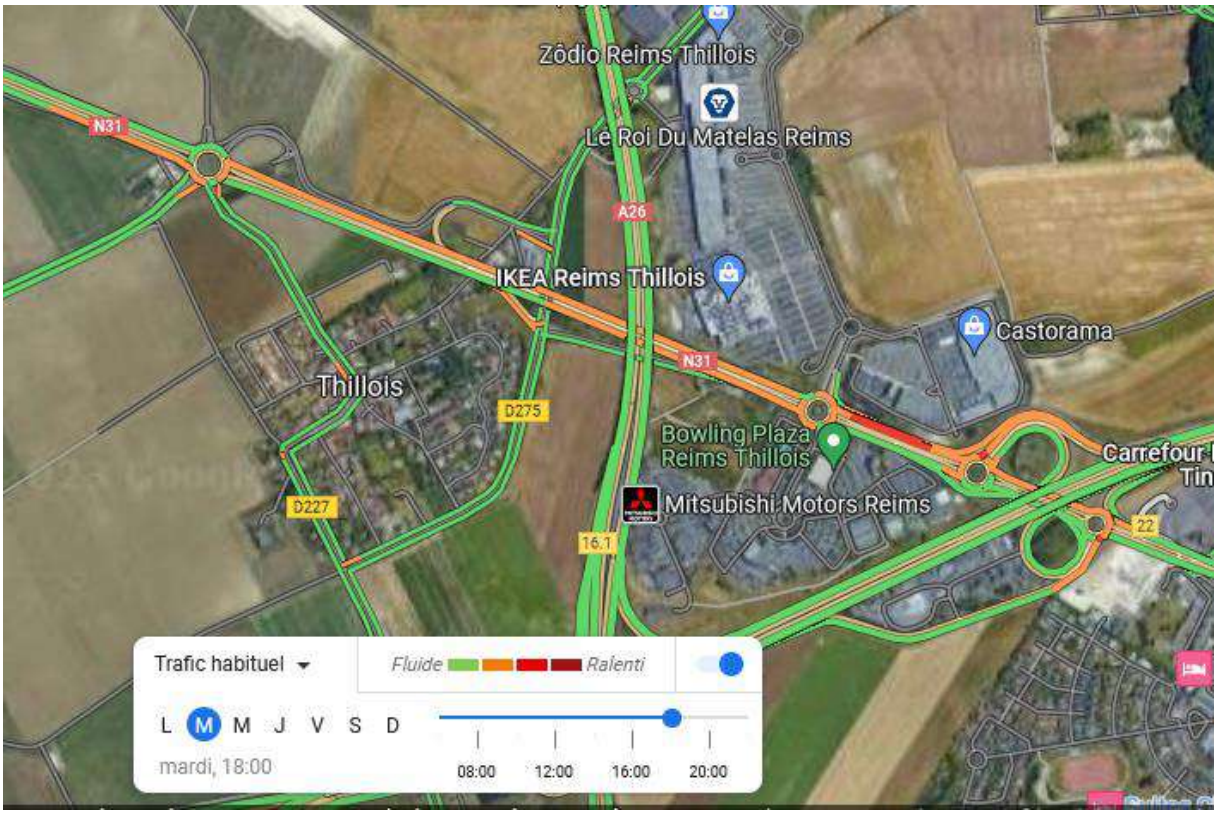
Les problématiques en heure de pointe du soir sont plutôt sur le sens Est vers Ouest, notamment avec des remontées de files depuis la sortie sur la RN31 en direction de l'Est à l'approche du giratoire A344 x RN31.

Des ralentissements sont constatés à l'approche du giratoire Garennes dans le sens Est vers Ouest en raison de la réduction à une voie sur la RN31 avant de revenir à 2 voies sur la branche d'entrée du giratoire. Ces ralentissements ne génèrent cependant pas de remontées de files en situation actuelle.

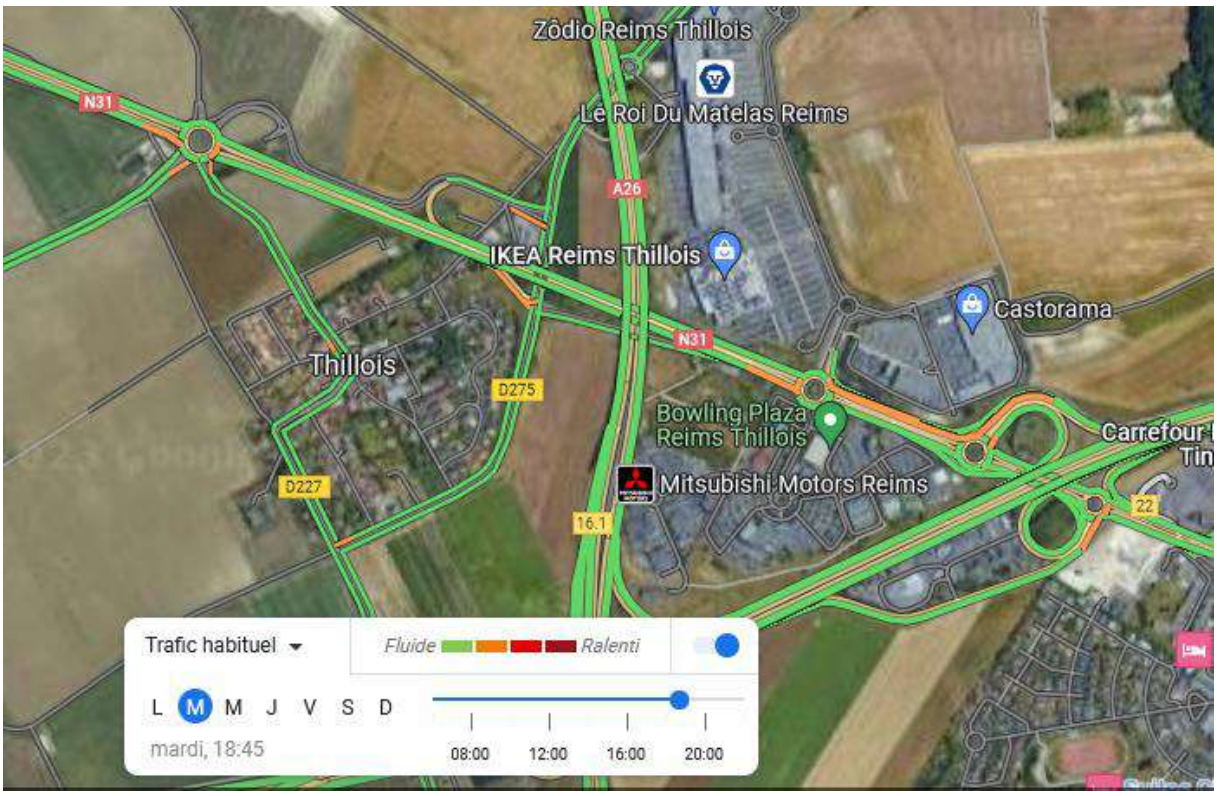
La situation se résorbe en fin de période HPS avec toutefois des ralentissements qui sont toujours présents sur la sortie A344 Reims vers RN31 Est.



Carte 31 : Conditions de circulation sur la RN31 un mardi à 17h00



Carte 32 : Conditions de circulation sur la RN31 un mardi à 18h00



Carte 33 : Conditions de circulation sur la RN31 un mardi à 18h45

On constate des remontées de files à l'approche du giratoire en sortie depuis A344 vers RN31 Est et des ralentissements sur le réseau modélisé à 17h comme pour les données Google Maps observées.

La remontée de file à 18h00 est plus importante qu'à 17h00, le modèle génère des ralentissements remontant sur la section courante A344 en direction de Reims.

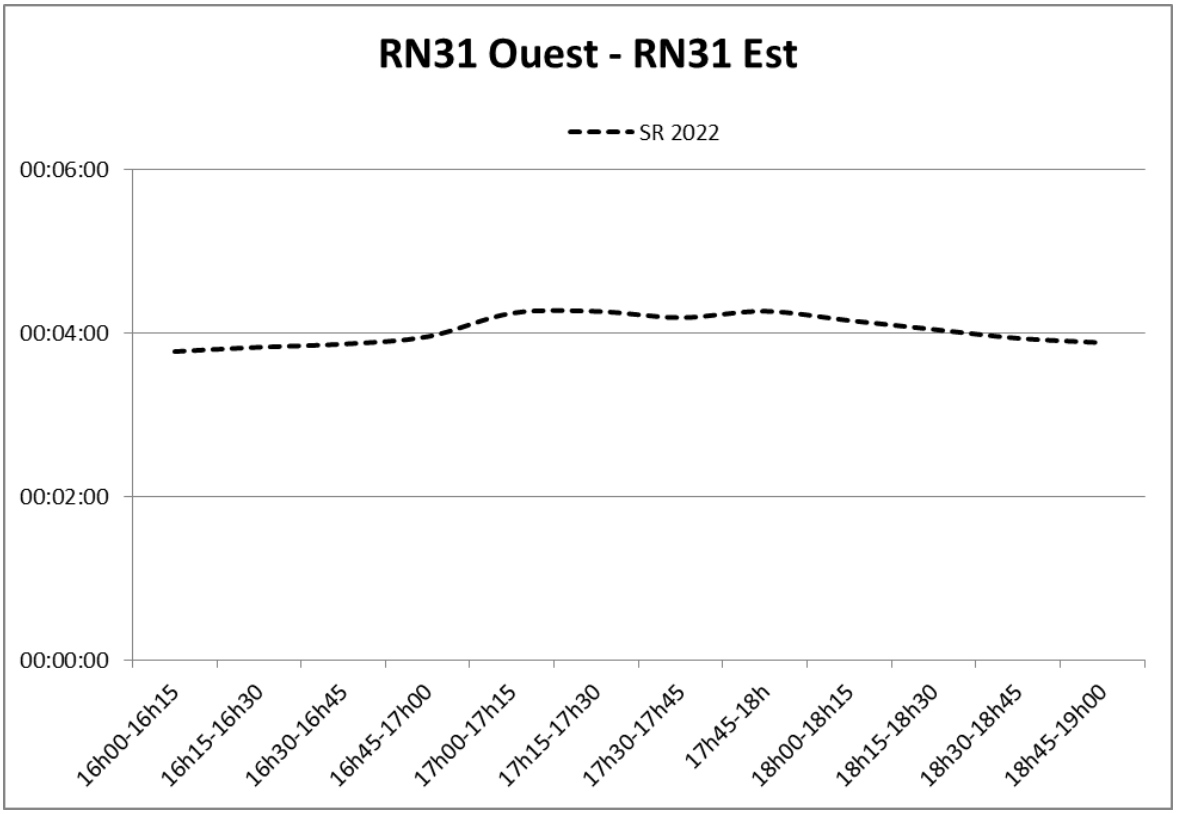


Figure 18 : Temps de parcours RN31 Ouest – RN31 Est SR 2022 HPS

De légers ralentissements sont constatés à l'approche du giratoire Garennes depuis la RN31 Ouest. Le modèle arrive à reproduire des conditions de circulations sans présenter des temps de parcours aussi dégradés qu'en heure de pointe du matin pour la traversée Est – Ouest.

Les temps de parcours depuis A344 Nord vers RN31 Ouest se dégradent à partir de 17h, on constate une augmentation de près de 8min entre le début de période et le quart d'heure présentant les temps de parcours les plus haut sur la période simulée.

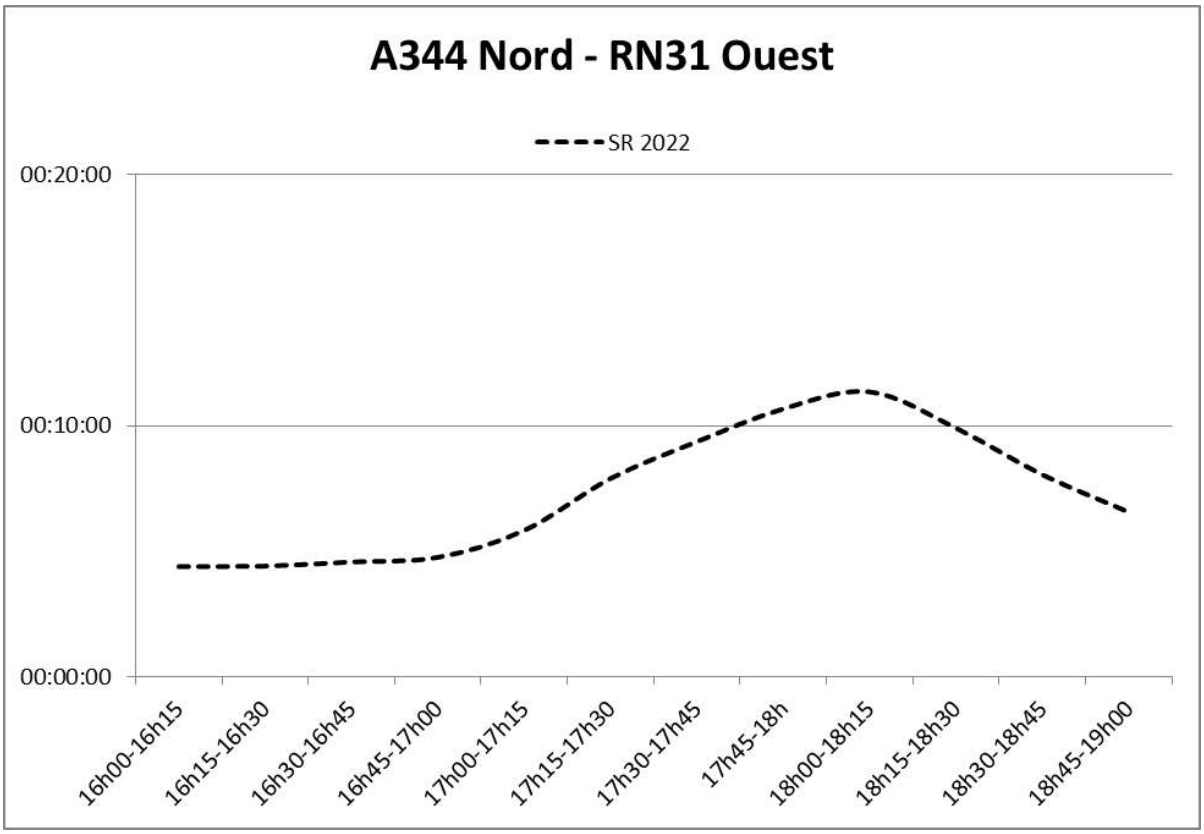


Figure 19 : Temps de parcours A344 Nord vers RN31 Ouest SR 2022 HPS

4.2 Evolution des conditions de circulation en référence

Dans cette **première partie** nous nous intéresserons uniquement aux effets des différents projets avec comparé à la référence pour observer d'éventuels gains de temps générés par les aménagements proposés.

- Situation actuelle 2022,
- Situation de référence 2027,
- Situation de référence + AC1,
- Situation de référence + AC2.

Les résultats sont présentés successivement pour l'heure de pointe du matin puis du soir.

4.3 Résultats en situation de référence

4.3.1 Heure de pointe du matin

Les temps de parcours pour la traversée de la RN31 Ouest vers Est montrent une dégradation en 2027 avec des temps de parcours culminant désormais à près de 15 minutes contre 12 en 2022.

L'augmentation tendancielle du trafic accentue la remontée de file existante à l'approche du giratoire Garennes.

La solution AC1 présente des résultats proches de la situation sans aménagements, les mouvements vers la RD275A désormais possibles se montrent un peu plus contraignants sans pour autant présenter une très forte évolution de la situation.

L'aménagement complémentaire AC2 permet en revanche de limiter les remontées de files entre le giratoire Garennes et Millésime. Les forts ralentissements générés peuvent remonter jusqu'à la branche de sortie du giratoire Garennes en 2027 sans aménagement ce qui limite l'insertion des véhicules depuis la RN31 Ouest sur le giratoire Garennes. Les temps de parcours avec la solution AC2 en 2027 peut être comparée à la situation SR 2022 en termes de temps de parcours.

On remarque toutefois des véhicules tentant de se rabattre sur la voie de gauche pour aller en direction de la RN31 Est qui peuvent gêner les véhicules désirant aller en direction de la RD75 Sud lorsque le trafic est dense.

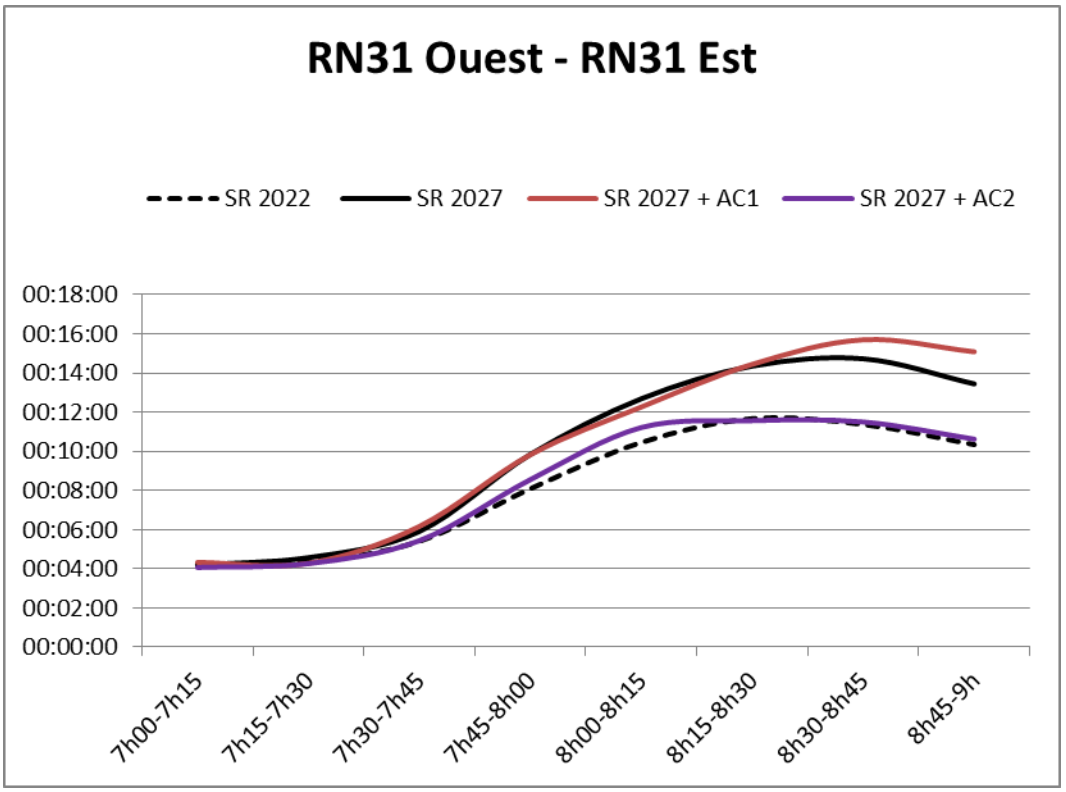


Figure 20 : Temps de parcours RN31 Ouest vers RN31 Est SR 2027

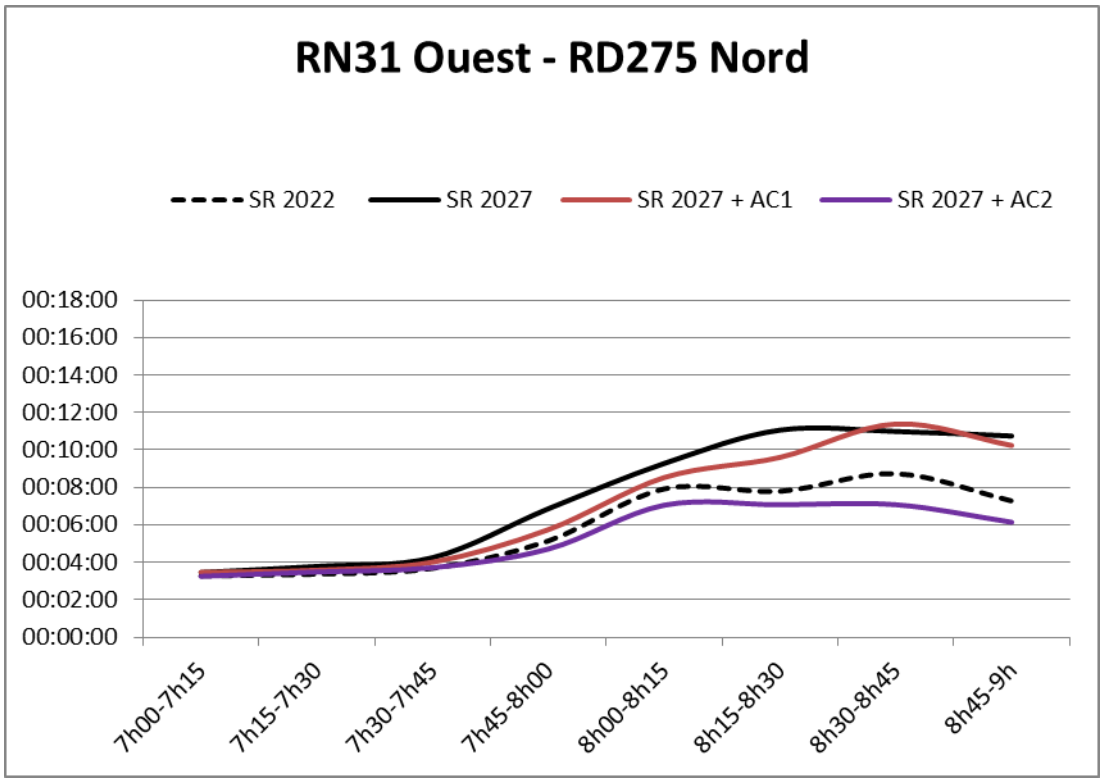


Figure 21 : Temps de parcours RN31 Ouest vers RD275 Nord SR 2027

Les temps de parcours vers la RD275 Nord sont améliorés pour la solution AC1 comparé à la référence avec la création d'un nouveau barreau Sud vers Nord de la RD27A. Cependant, la congestion entre les giratoires Garennes et Millésime remontant en direction de l'Ouest fini par impacter le fonctionnement du giratoire Garennes limitant l'insertion depuis la RD27 / RD227 et RN31 Ouest dont le flux est le plus important. Les remontées de files sur la branche Ouest déjà présente sont alors un peu accentuées.

L'aménagement AC2 permet en revanche, passé les remontées de files sur la branche Ouest de la RN31 Ouest à l'approche du giratoire Garennes, de s'acheminer plus rapidement vers la RD275 Nord en restant sur la voie de droite menant à la RD275 avec le gain de capacité généré. Les temps de parcours se montrent alors meilleurs qu'en 2022 avec cette solution d'aménagement à horizon 2027.

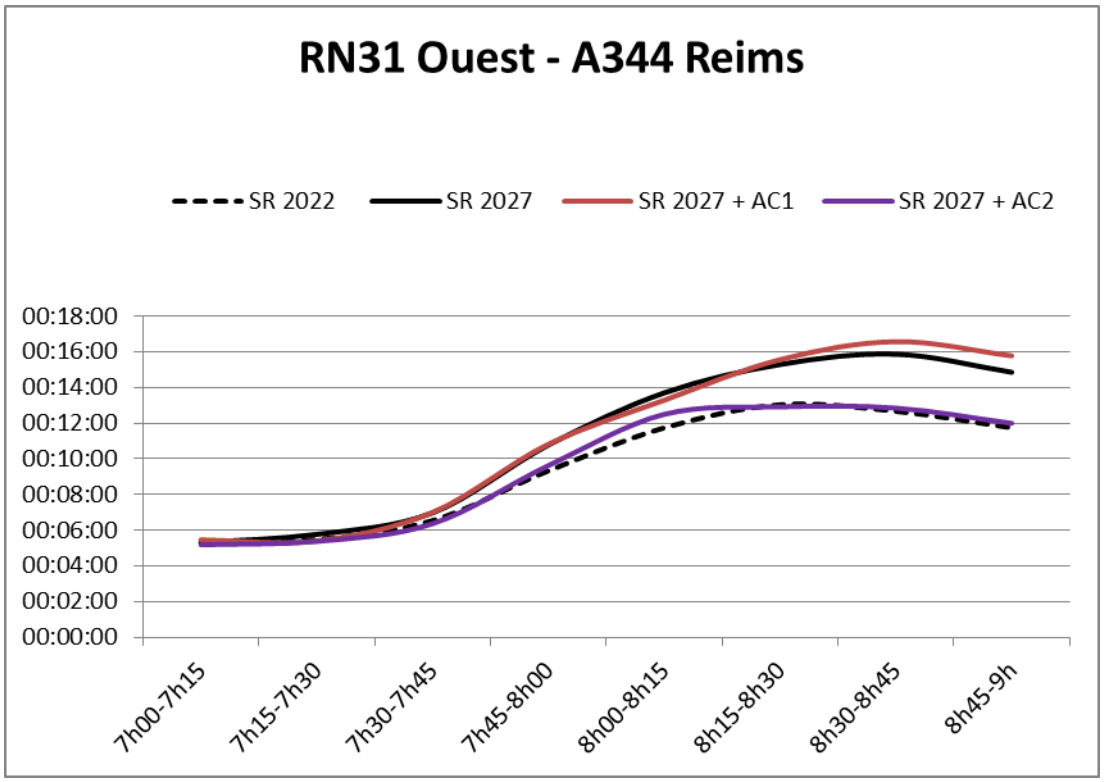


Figure 22 : Temps de parcours RN31 Ouest vers A344 Reims SR 2027

Les temps de parcours RN31 Ouest vers A344 Reims présentent également les meilleurs résultats avec la solution AC2. Les temps de parcours sont similaires à ceux de SR 2022.

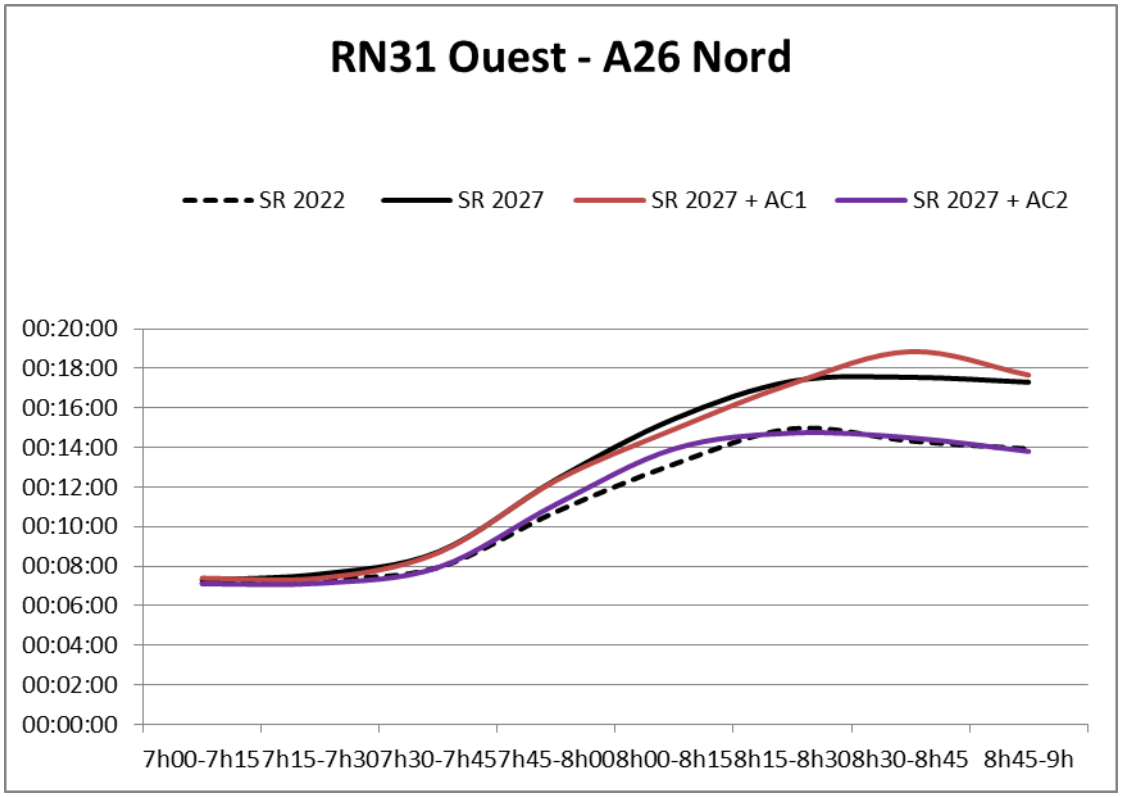


Figure 23 : Temps de parcours RN31 Ouest vers A26 Nord SR 2027

Les résultats sont similaires pour l'OD RN31 Ouest vers A26 Nord :

- En situation de référence, l'aménagement AC2 présente les résultats des temps de parcours les plus favorables. La mise à 2 voies de la section entre le giratoire Garenne et Millésime permet d'améliorer les débits depuis le giratoire Garenne qui rencontre des zones de conflit avec une sortie à 1 voie unique. La mise à 2 voies permet de générer un gain de capacité suffisant pour améliorer globalement les temps de parcours par rapport à la situation de référence.
- L'aménagement AC1 montre des résultats de temps de parcours similaires à ceux obtenus à horizon 2027 en situation de référence. Des contraintes supplémentaires liées aux mouvements tournants vers le barreau nouveau RD275A ne semblent pas impacter fortement les temps de parcours même si on constate une dégradation des temps de parcours un peu plus importante en fin de période simulée par rapport à la référence.

4.3.2 Heure de pointe du soir

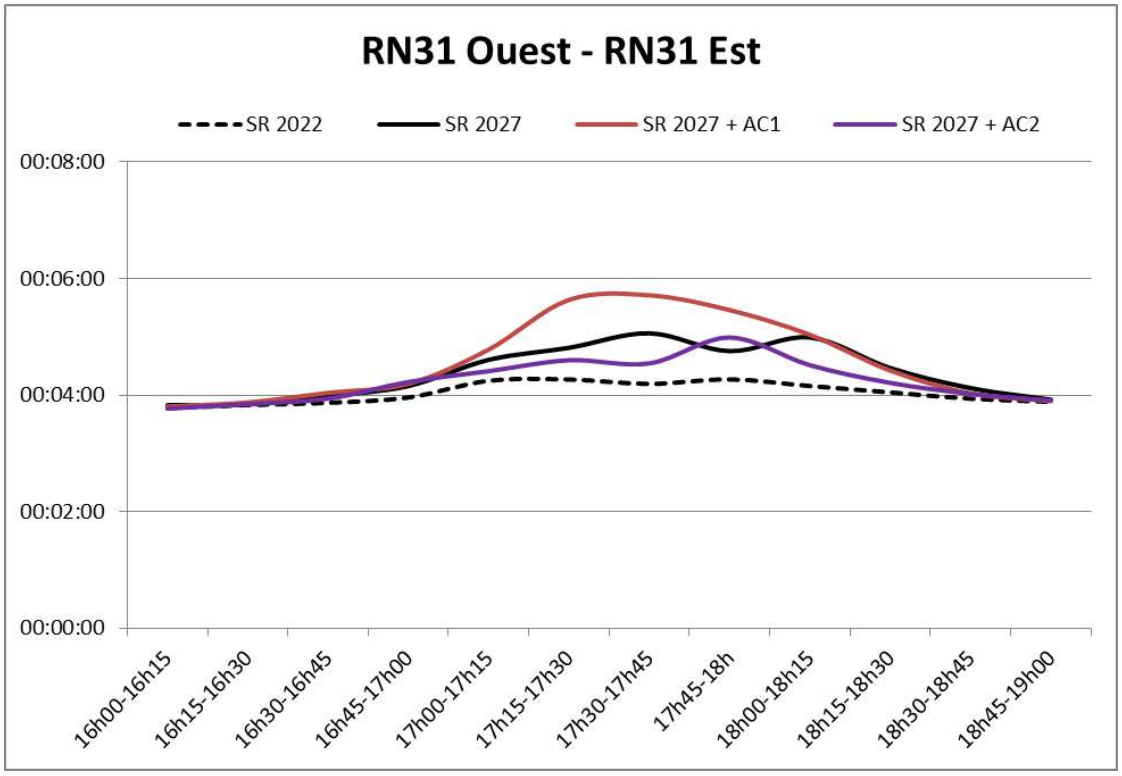


Figure 24 : Temps de parcours RN31 Ouest vers RN31 Est HPS SR 2027

En heure de ponte du soir le scénario SR 2027 + AC2 présente les meilleurs résultats, avec toutefois une augmentation des temps de parcours de l'ordre de 1 minute pour le quart d'heure le plus dégradé. L'ensemble des scénarios à horizon 2027 présentent des résultats similaires.

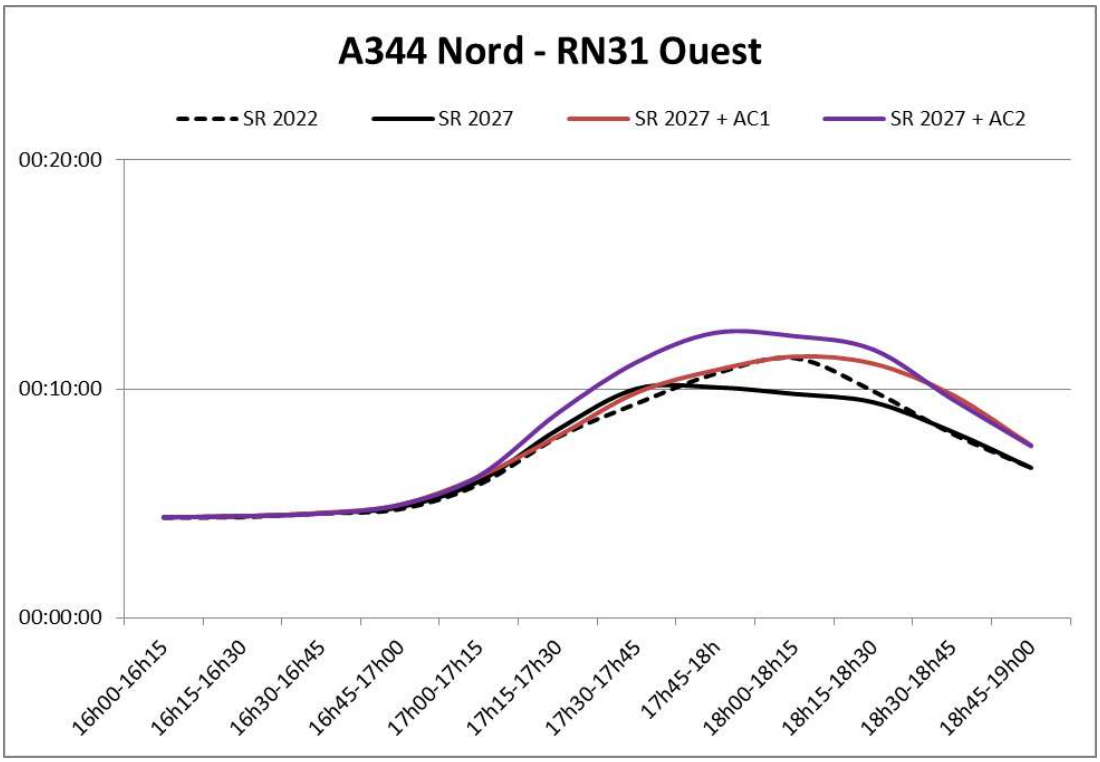


Figure 25 : Temps de parcours A344 Nord vers RN31 Ouest HPS SR 2027

Aucune des solutions d'aménagement n'améliore l'OD A344 Nord vers RN31 Ouest. Les scénarios SR 2027 + AC1 et AC2 dégrade les temps de parcours en raison des flux allant vers le barreau RD275A Nord vers Sud.

La dégradation visible des temps de parcours en 2022 par rapport à 2027 peut sembler contre-intuitive. Cependant, les conditions de circulations ne sont pas plus dégradées, certaines simulations tendent à montrer des situations plus perturbées sur la sortie A344 pour cette OD donnée, la moyenne des résultats générés pour 2022 montre donc des résultats plus perturbés qu'en 2027, cela n'indique pas un biais mais que la situation reste au final stable pour cette OD entre la situation actuelle et la référence 2027.

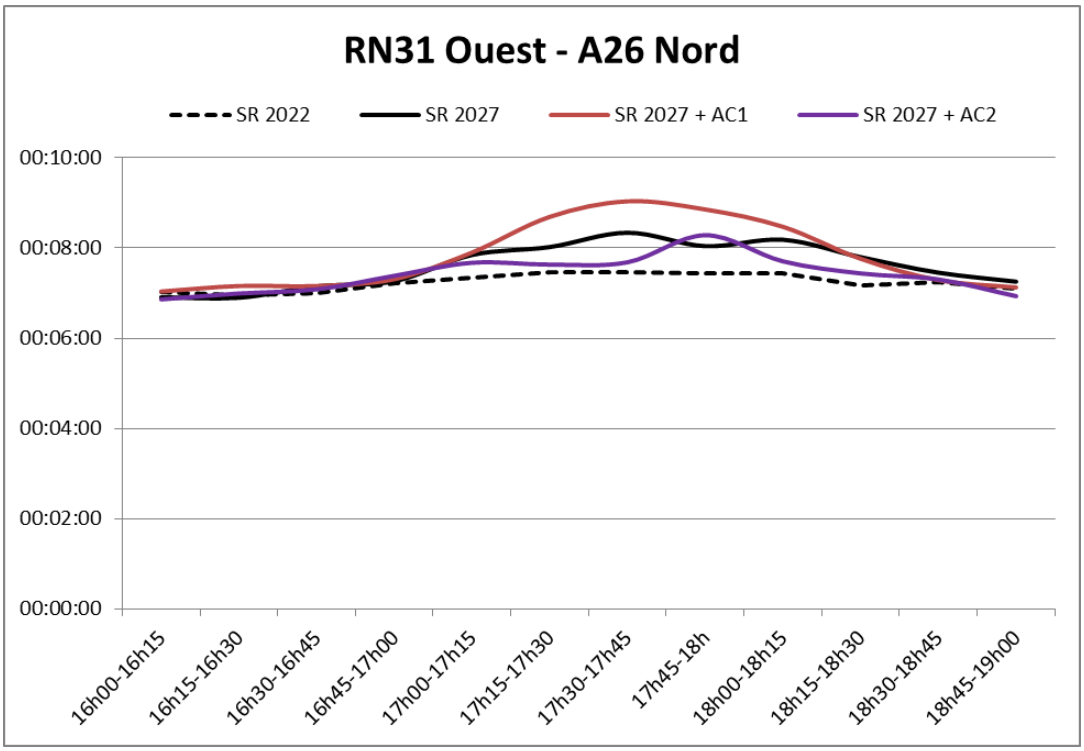


Figure 26 : Temps de parcours RN31 Est vers A26 Nord HPS SR 2027

Aucune dégradation n'est constatée sur l'OD RN31 Est vers A26 Nord.

- La situation de référence 2027 HPS présente des résultats de temps de parcours avec une pointe sur le quart d'heure le plus chargée moins importante qu'en situation actuelle. Le modèle montre que l'amélioration des débits générés provoque des perturbations sur la section en aval au niveau du giratoire A344 x RN31. En situation de référence avec aménagement, les temps de parcours depuis A344 seront dégradés avec l'aménagement AC2.
- Les temps de parcours depuis laRN31 Ouest sont logiquement plus dégradés avec la solution AC1 comparé à la solution AC2. Cependant les problématiques en HPS avec la solution AC2 présentent la solution AC1 comme plus sûre pour cette période horaire en situation de référence.

4.4 Impact des variantes de diffuseur A26/RD275 sur le fonctionnement de la zone d'étude

Nous présenterons successivement les résultats pour le scénario AC1 puis AC2 afin de comparer les différentes variantes proposées afin d'identifier par solution d'aménagement les gains générés pour chaque variante.

Cette partie sera consacrée à la présentation des résultats pour **AC1** avec la comparaison des scénarios suivants :

- Situation de référence
- Situation de référence + AC1
- Demi diffuseur Nord + AC1
- Demi-diffuseur Sud + AC1

- Diffuseur complet + AC1

Puis les scénarios **AC2** :

- Situation de référence
- Situation de référence + AC2
- Demi diffuseur Nord + AC2
- Demi-diffuseur Sud + AC2
- Diffuseur complet + AC2

Les résultats seront présentés par période de pointe, une synthèse permettra de récapituler les points clefs des résultats présentés à la fin de chaque sous partie.

Les captures d'écrans suivantes présentent les 3 solutions proposées modélisées :

- Demi-échangeur Nord
- Demi-échangeur Sud
- Echangeur complet



Figure 27 : Demi-échangeur Nord modélisé



Figure 28 : Demi-échangeur Sud modélisé



Figure 29 : Echangeur complet modélisé

4.5 Résultats AC1 heure de pointe du matin

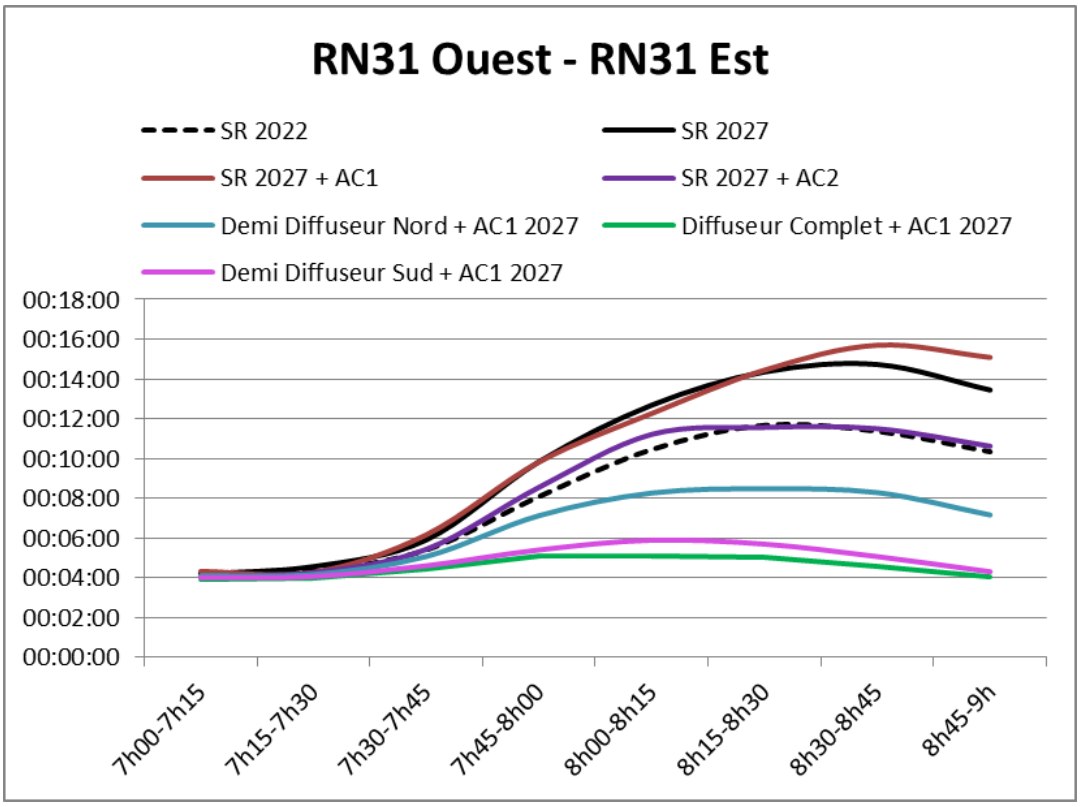


Figure 30 : Temps de parcours AC1 HPM RN31 Ouest – RN31 Est

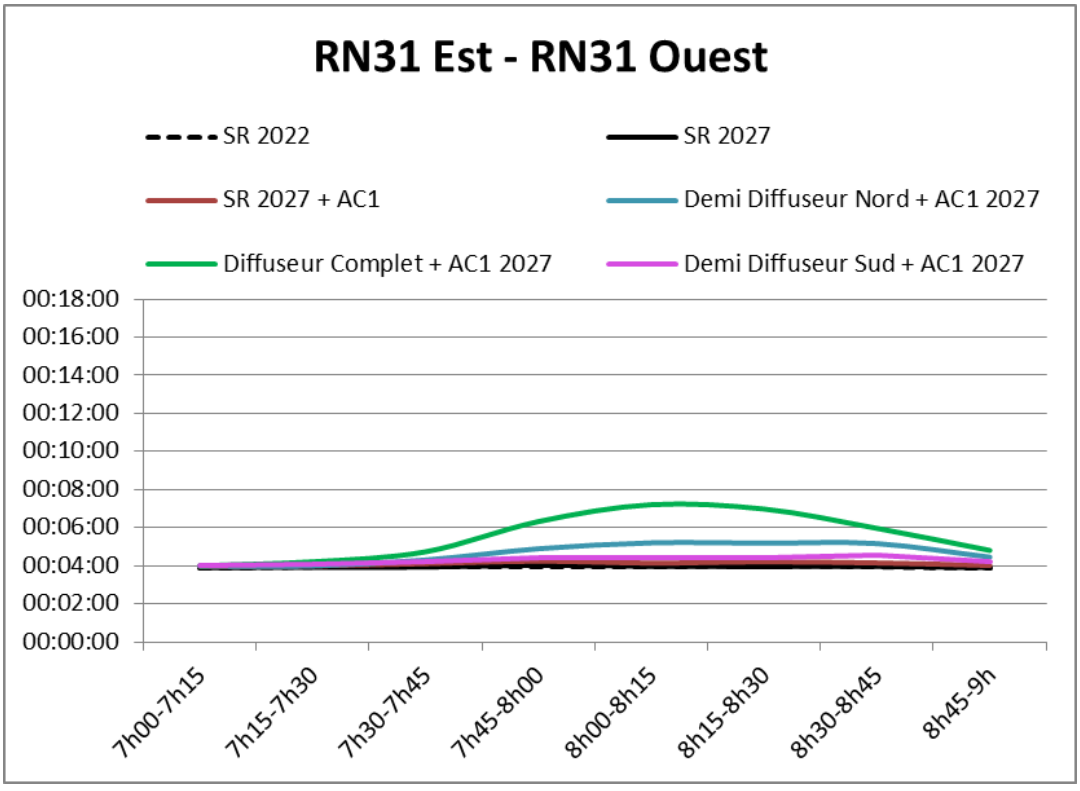


Figure 31 : Temps de parcourAC1 HPM RN31 Est – RN31 Ouest

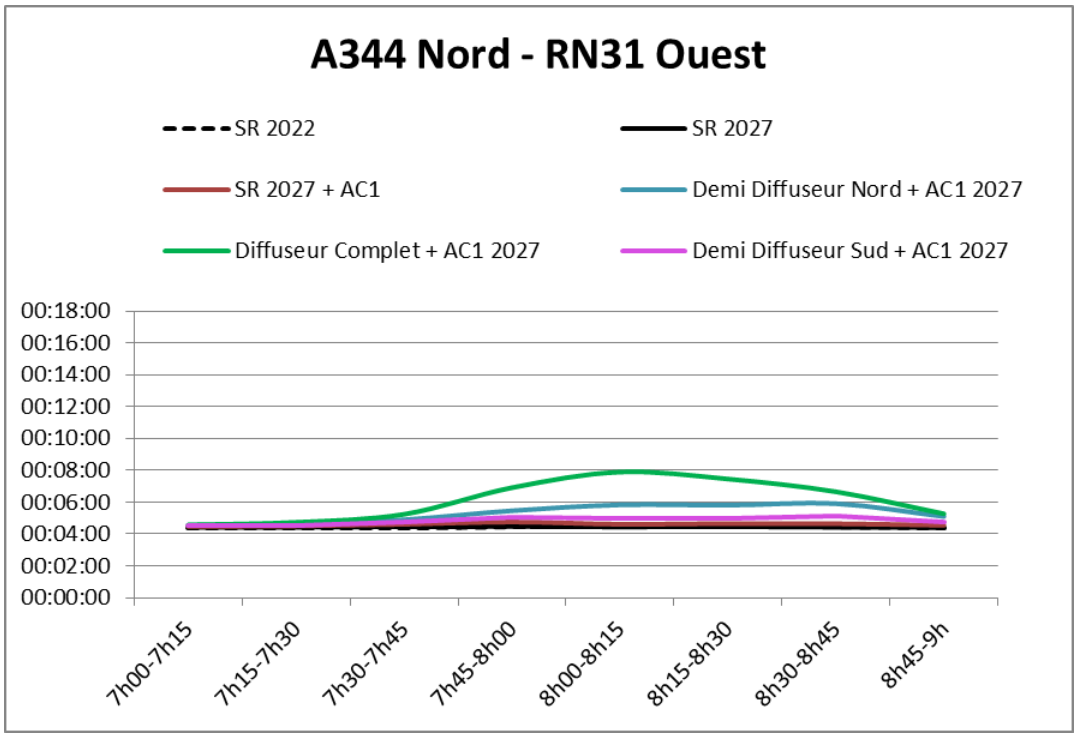


Figure 32 : Temps de parcourAC1 HPM A344 Nord – RN31 Ouest

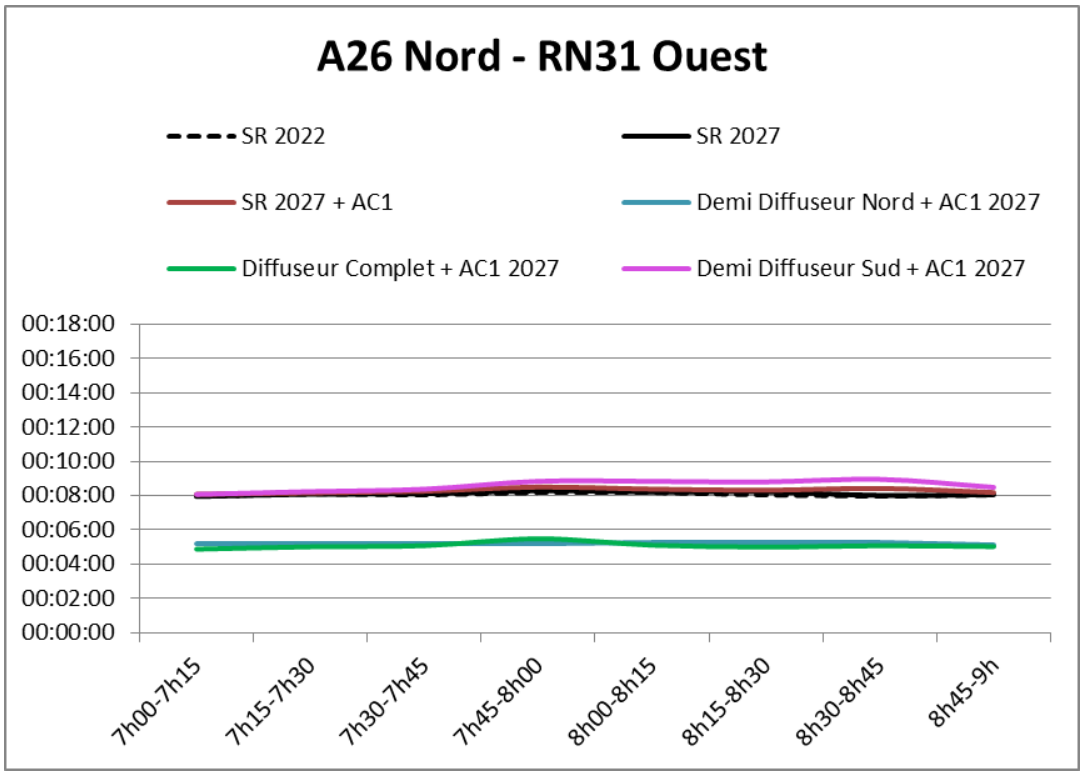


Figure 33 : Temps de parcourAC1 HPM A26 Nord – RN31 Ouest

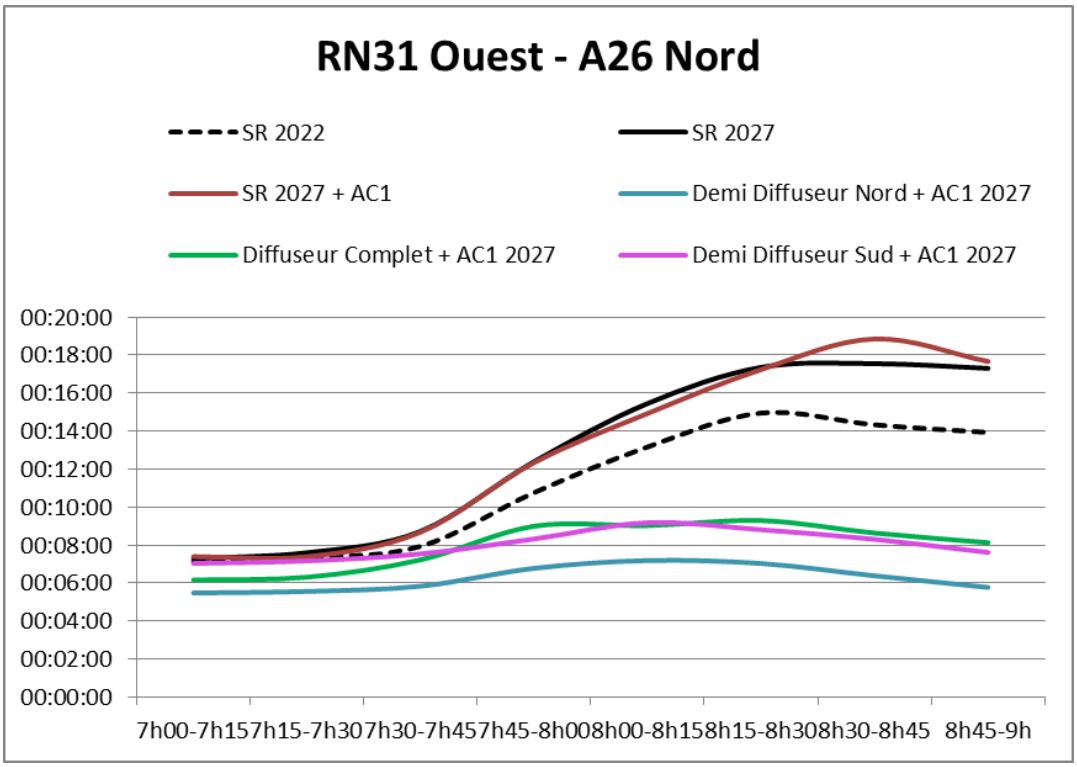


Figure 34 : Temps de parcourAC1 HPM RN31 Ouest – A26 Nord

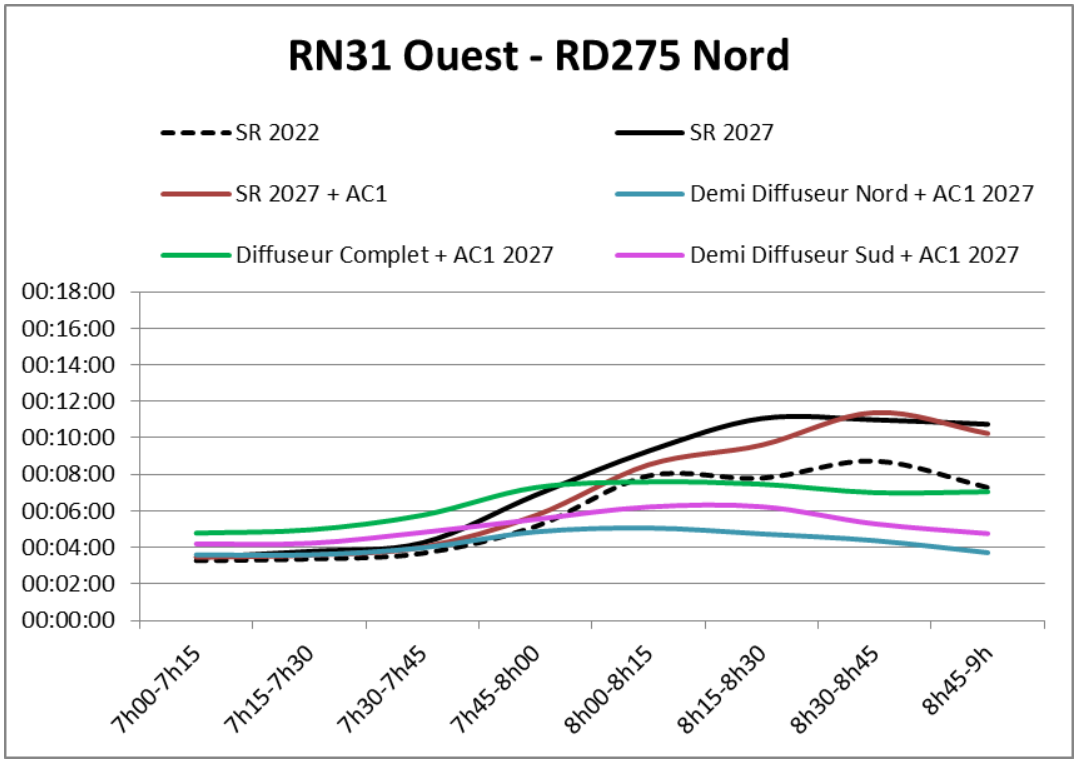


Figure 35 : RN31 Ouest – RD275 Nord

- L'ensemble des scénarios projets présentent des temps de parcours optimisés par rapport à la référence pour l'OD RN31 Ouest vers RN31 Est.
- On constate des augmentations de temps de parcours sur l'OD RN31 Est vers RN31 Ouest en raison des remontées de files se formant à l'approche du giratoire Garenne sur la branche Est.

- Les résultats en situation de projet pour l'OD RN31 Ouest – A26 Nord montrent des gains de temps de parcours importants avec des augmentations relativement faibles sur la période en comparaison de la situation de référence,
- Les scénarios demi-diffuseur Nord et demi-diffuseur Sud présentent les résultats des temps de parcours les plus optimisés par rapport à la situation de référence pour les principales OD étudiées.

4.6 Résultats AC1 heure de pointe du soir

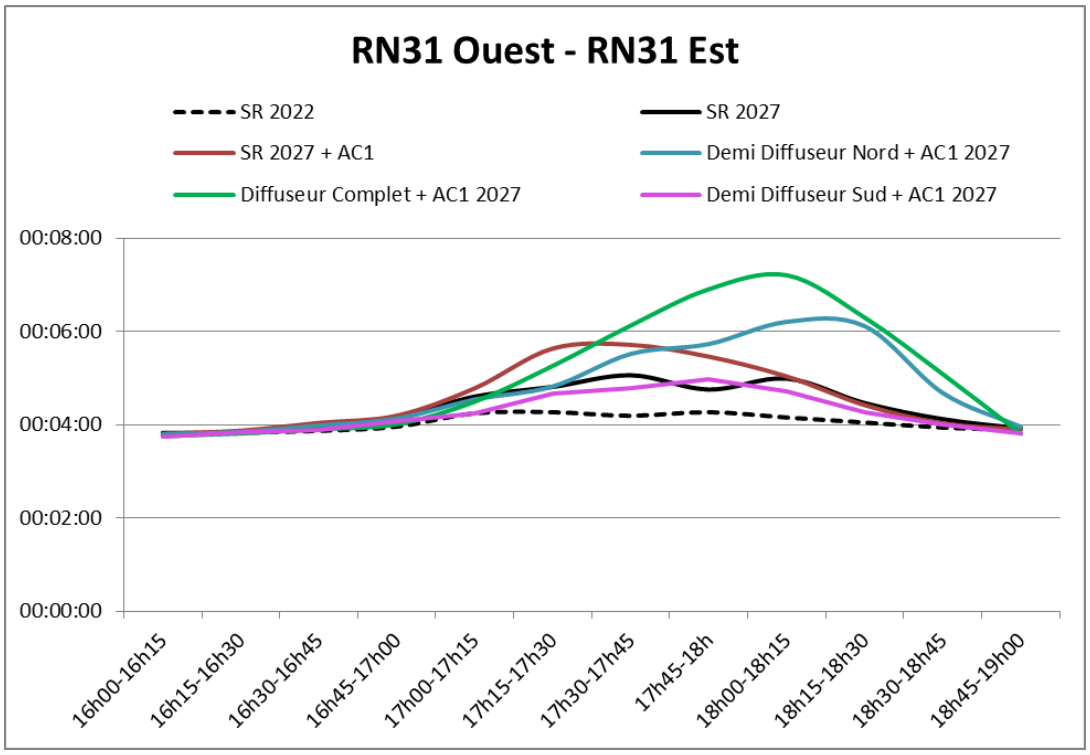


Figure 36 : Temps de parcours AC1 HPS RN31 Ouest – RN31 Est

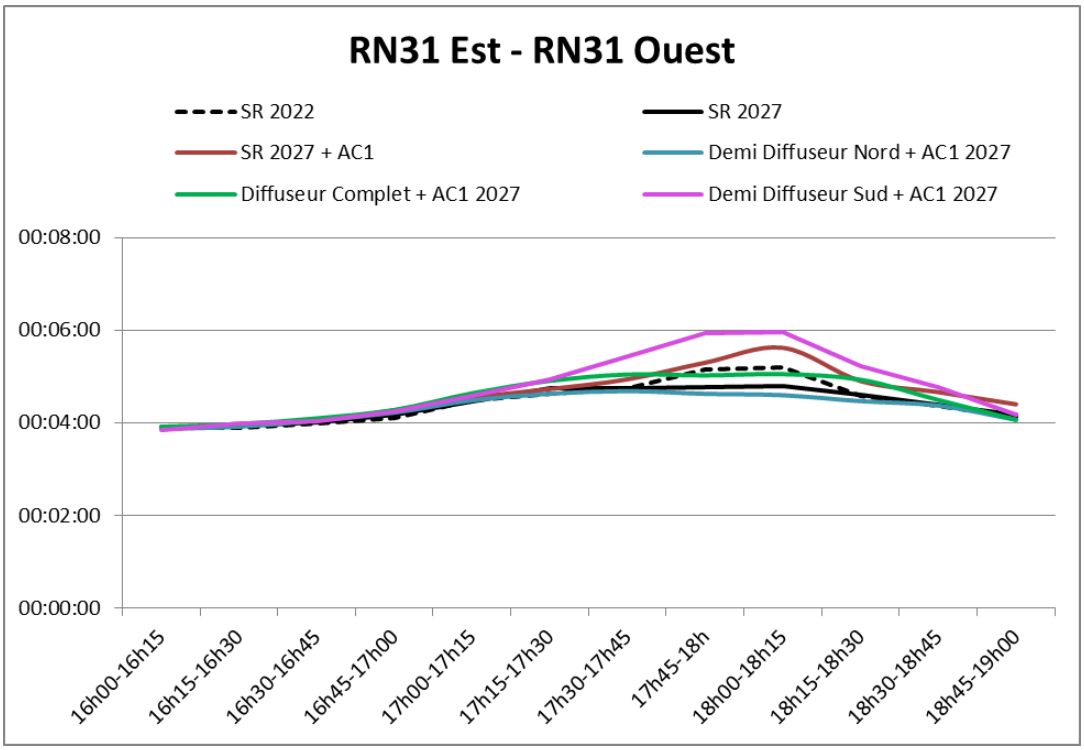


Figure 37 : Temps de parcours AC1 HPS RN31 Est – RN31 Ouest

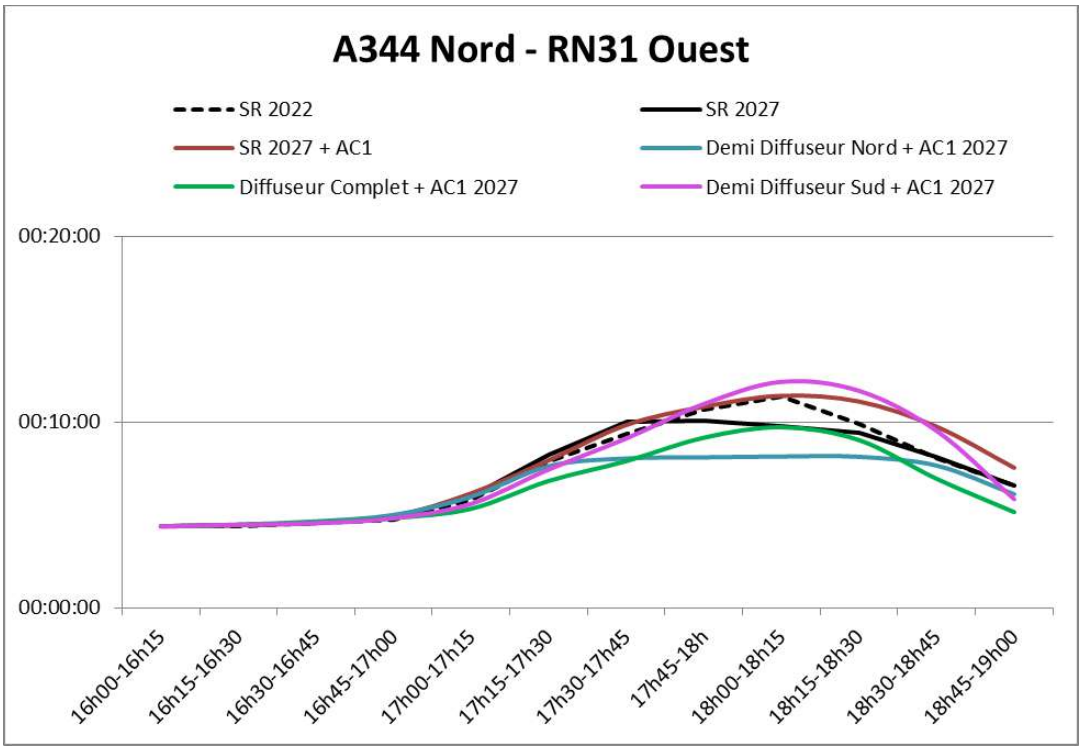


Figure 38 : Temps de parcours AC1 HPS A344 Nord – RN31 Ouest HPS

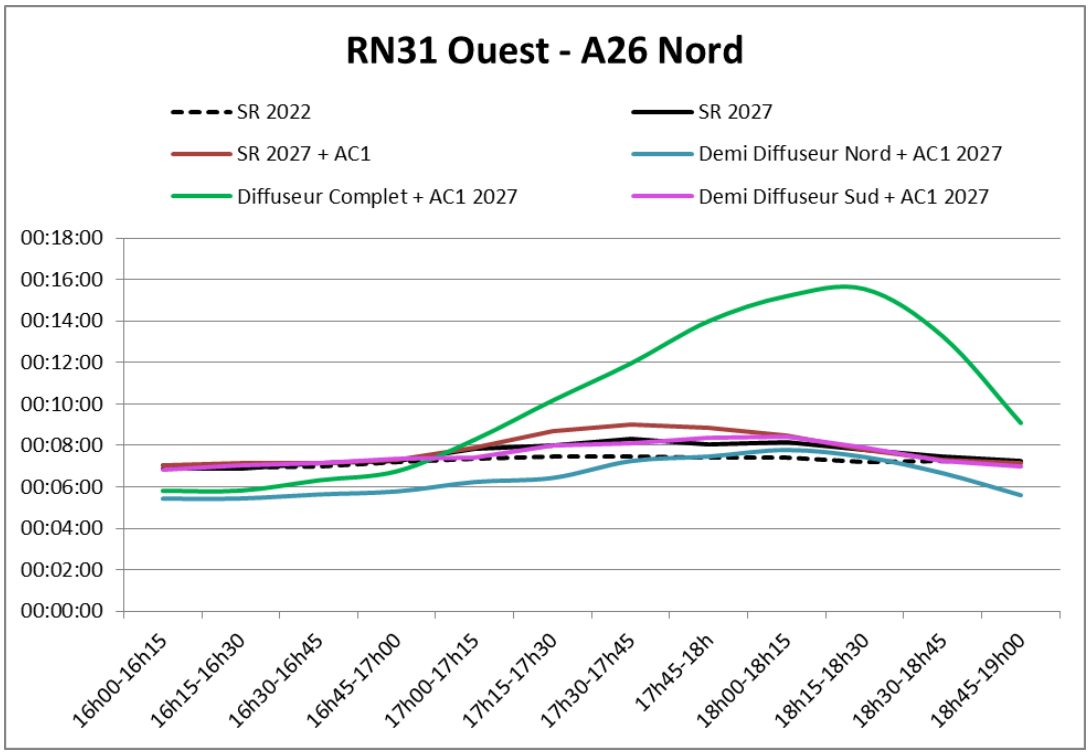


Figure 39 : Temps de parcours AC1 HPS RN31 Ouest – A26 Nord HPS

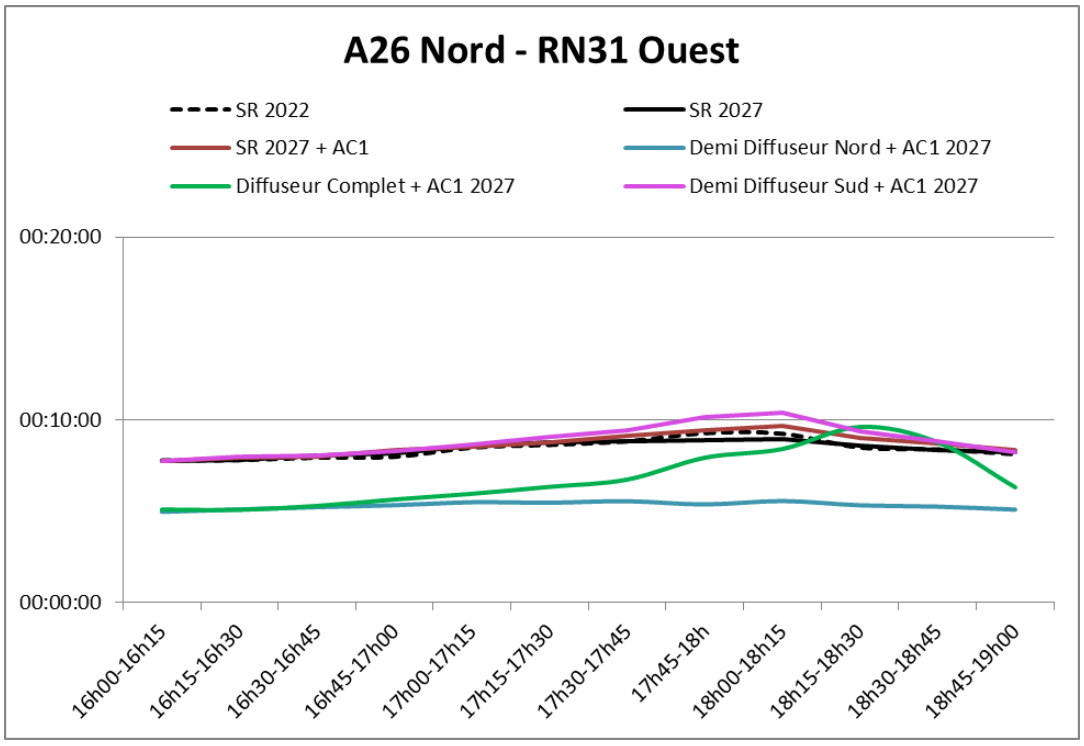


Figure 40 : Temps de parcours AC1 HPS A26 Nord vers RN31 Ouest HPS

- Les temps de parcours en HPS présentent des dégradations importantes sur l'OD RN31 Ouest vers RN31 Est. L'augmentation des temps de parcours la plus importante est constatée avec le scénario diffuseur complet. Les autres situations présentent des temps de parcours un peu plus dégradés que la référence sans présenter de fortes dégradations (+2 min de temps de parcours sur le quart d'heure le plus dégradé pour les solutions demi diffuseur Nord et Sud + AC1). Les mouvements tournants supplémentaires sur le barreau nouveau RD275A vont

provoquer des perturbations plus importantes qu'en situation actuelle sans aménagement AC1 ce qui va provoquer des problématiques supplémentaires non constatées en situation actuelle sur le giratoire Garenne.

- La solution demi-diffuseur Sud présente le moins de perturbations sur la RN31 comparée à la solution demi-diffuseur Nord en raison des reports de trafics générés.
- Les temps de parcours pour la traversée Est vers Ouest sont les plus dégradés avec le scénario Demi-diffuseur Sud + AC1 avec une augmentation de temps de parcours de l'ordre de 2 min pour le quart d'heure le plus dégradé sur cette OD. La comparaison avec les temps de parcours en référence montre une dégradation supplémentaire en raison de l'aménagement AC1 et des mouvements tournants qui vont gêner les insertions depuis la branche Est. Cependant, les simulations ne montrent pas de problématiques importantes à l'approche du giratoire Garenne.

4.7 Résultats AC2 en période de pointe du matin :

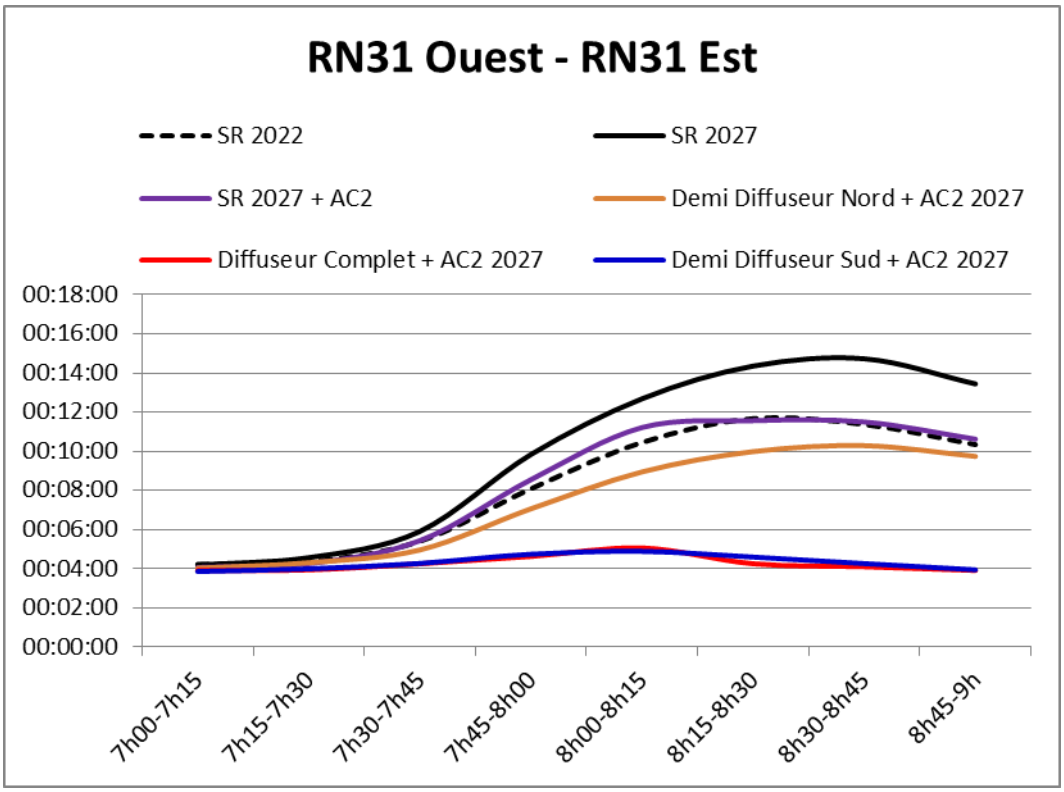


Figure 41 : Temps de parcours AC2 HPM RN31 Ouest – RN31 Est

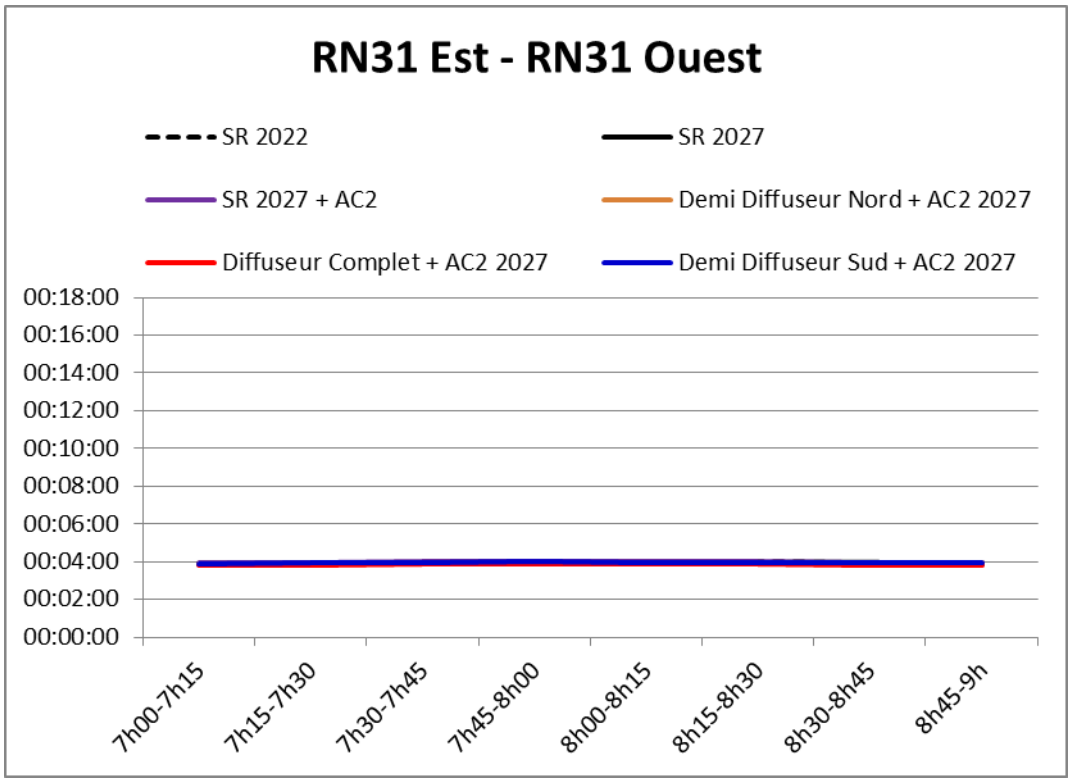


Figure 42 : Temps de parcours AC2 HPMP RN31 Est – RN31 Ouest

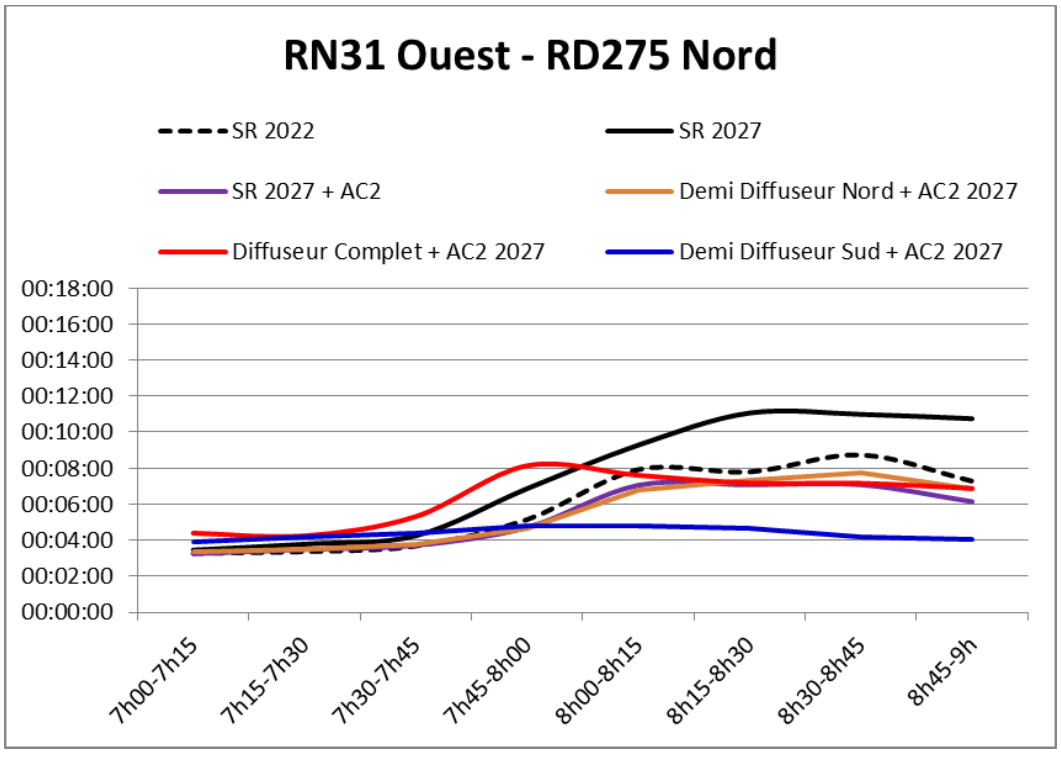


Figure 43 : Temps de parcours AC2 HPM RN31 Ouest – RD275 Nord

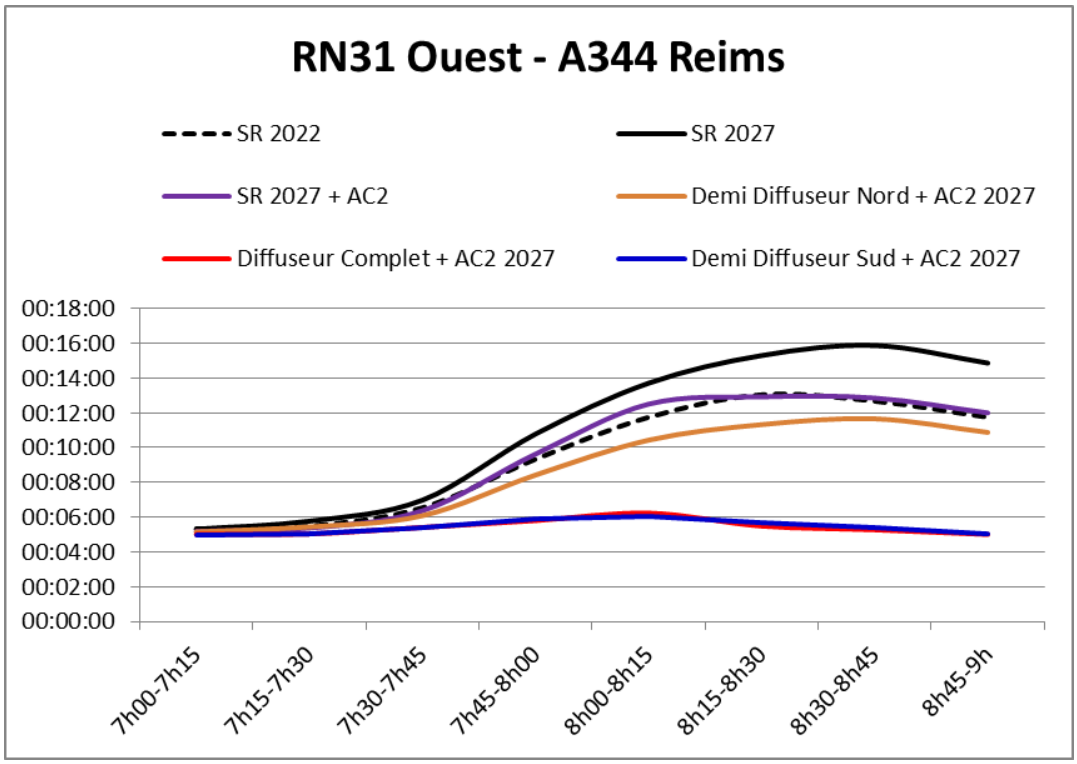


Figure 44 : Temps de parcours AC2 HPM RN31 Ouest – A344 Reims

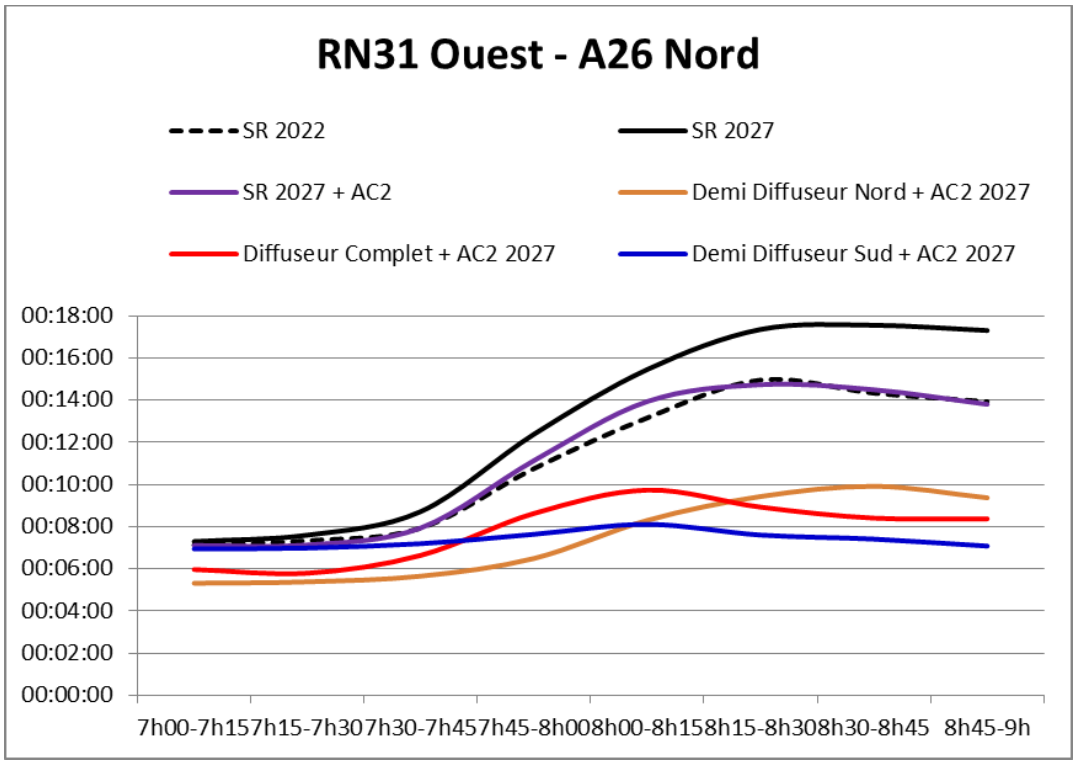


Figure 45 : Temps de parcours AC2 HPM RN31 Ouest – A26 Nord

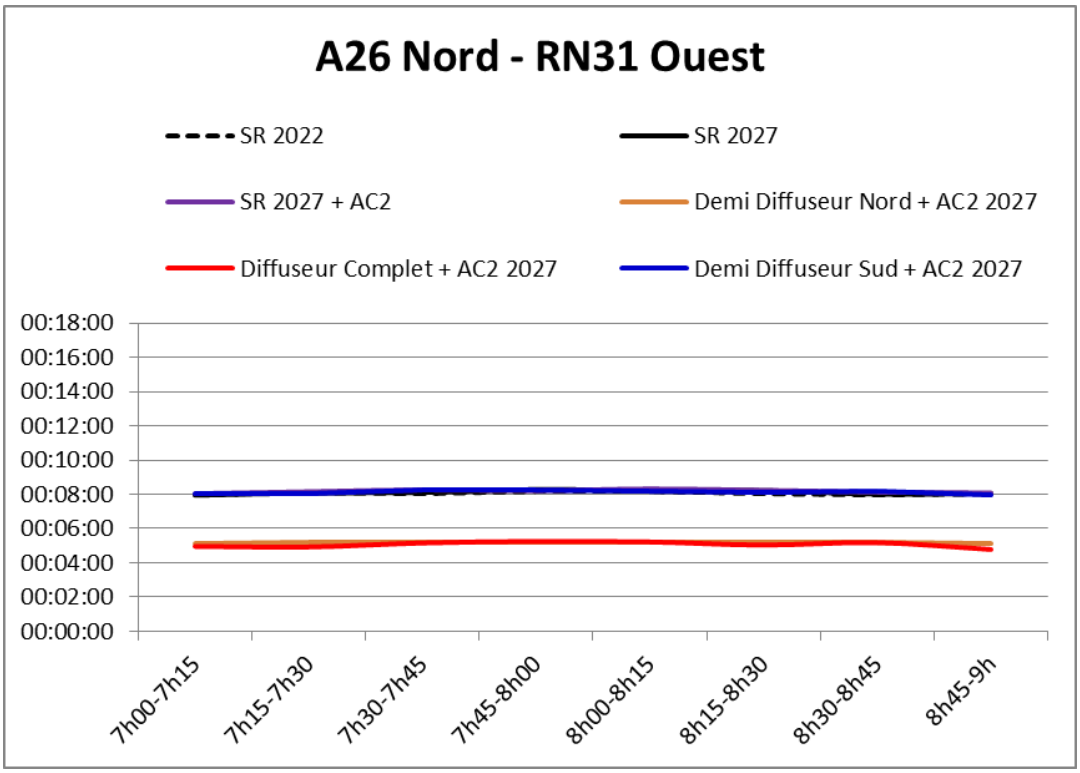


Figure 46 : Temps de parcours AC2 HPM A26 Nord RN31 Ouest

Synthèse résultats AC2 HPM :

- La solution diffuseur complet montre des dégradations de temps de parcours pour les OD depuis la RN31 Ouest. Les problématiques en situation actuelles sont déplacées en aval au niveau du giratoire A344 x RN31. L'augmentation des débits dans le sens Ouest vers Est va perturber le fonctionnement du giratoire déjà perturbé par les sorties depuis l'autoroute A344 avec un trafic dense.
- La solution demi-diffuseur Sud présente des temps de parcours optimisés par rapport aux variantes avec diffuseur complet et demi-diffuseur Nord.

4.8 Résultats AC2 en période de pointe du soir

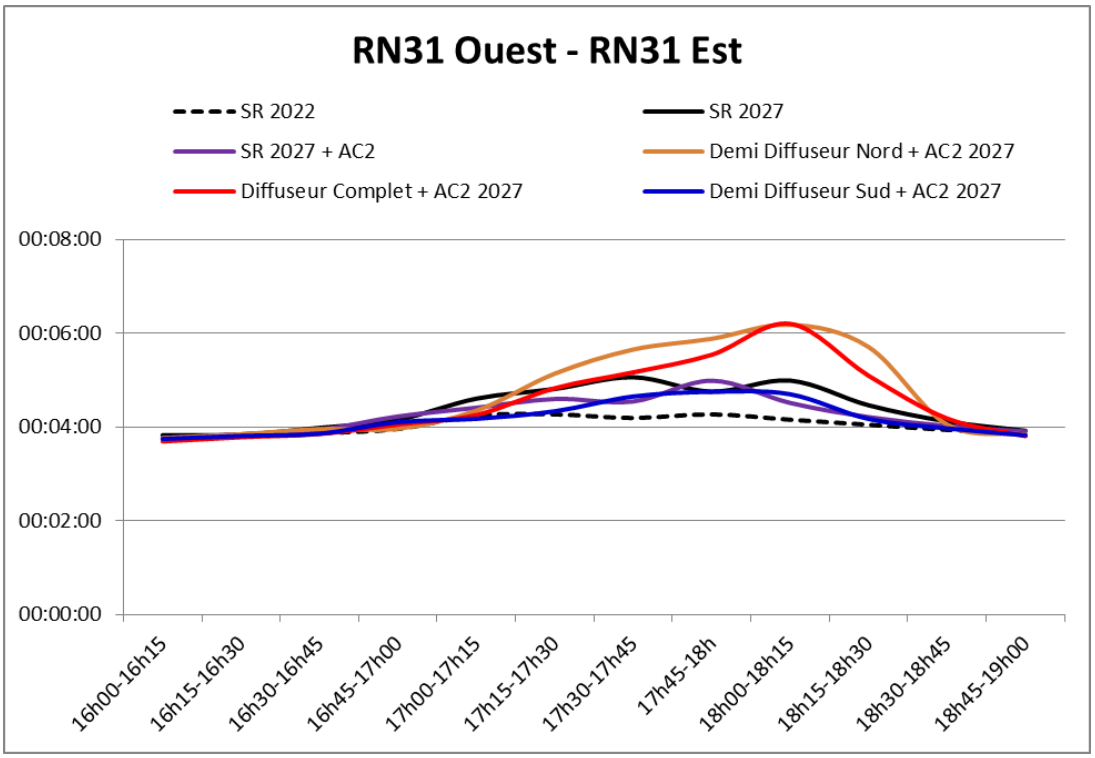


Figure 47 : Temps de parcours AC2 HPS RN31 Ouest – RN31 Est

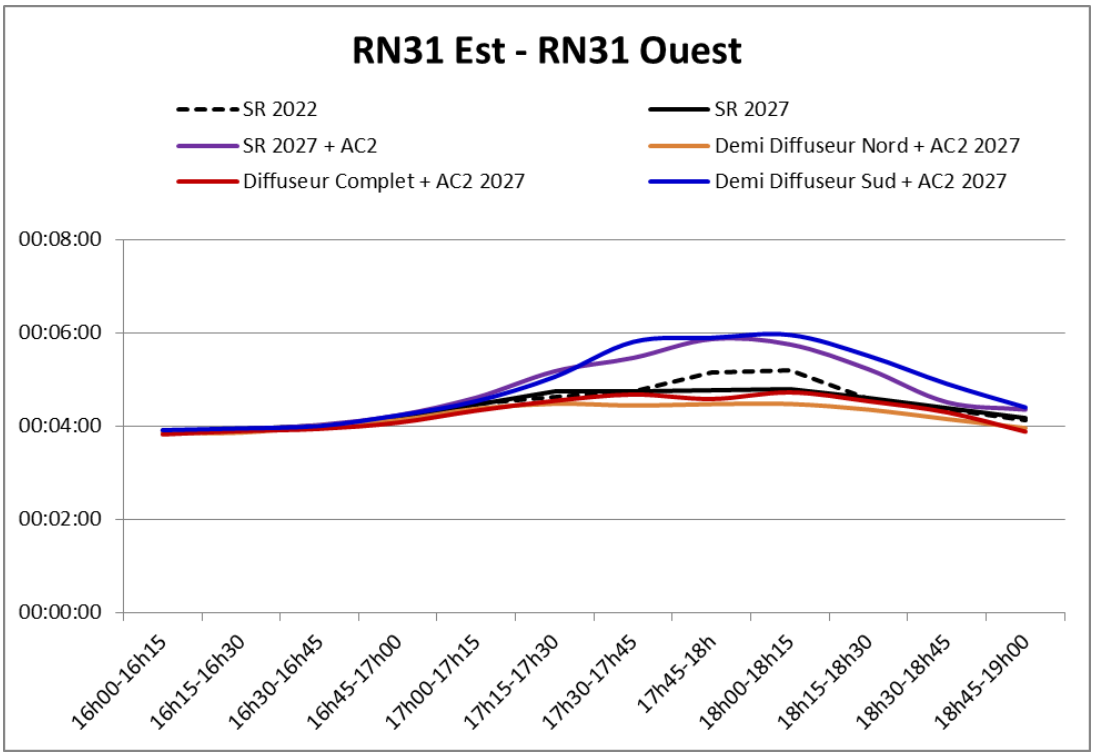


Figure 48 : Temps de parcours AC2 HPS RN31 Est – RN31 Ouest

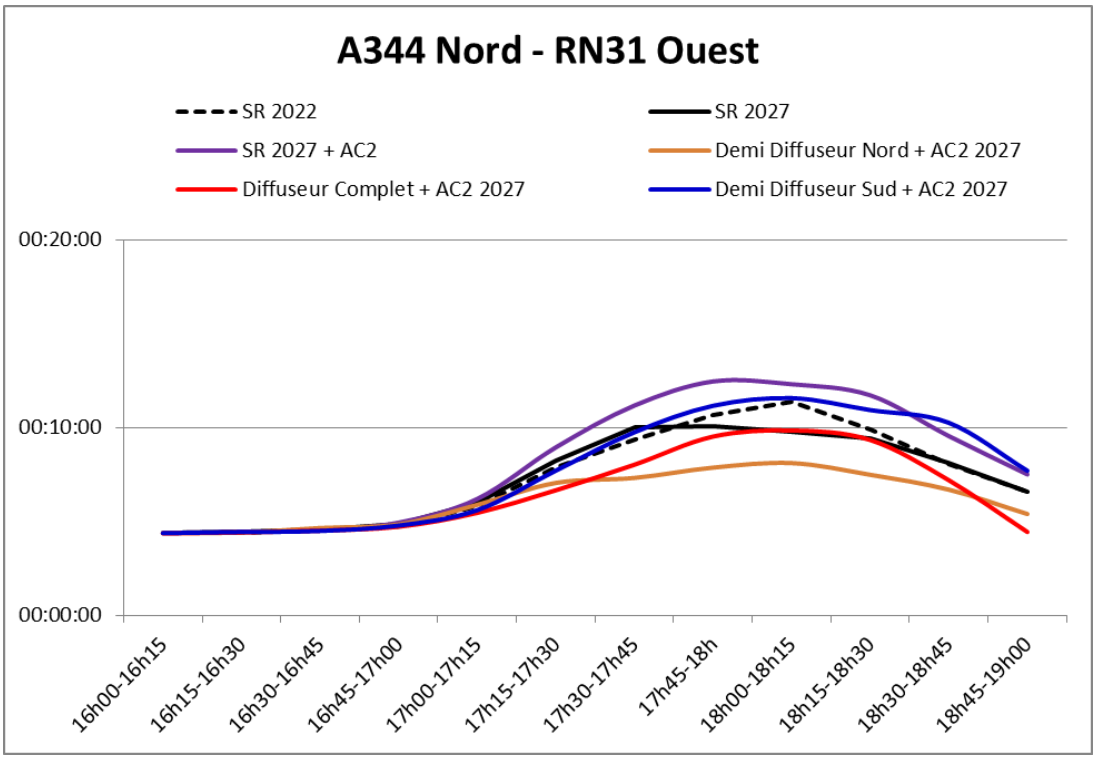


Figure 49 : Temps de parcours AC2 HPS A344 Nord – RN31 Ouest

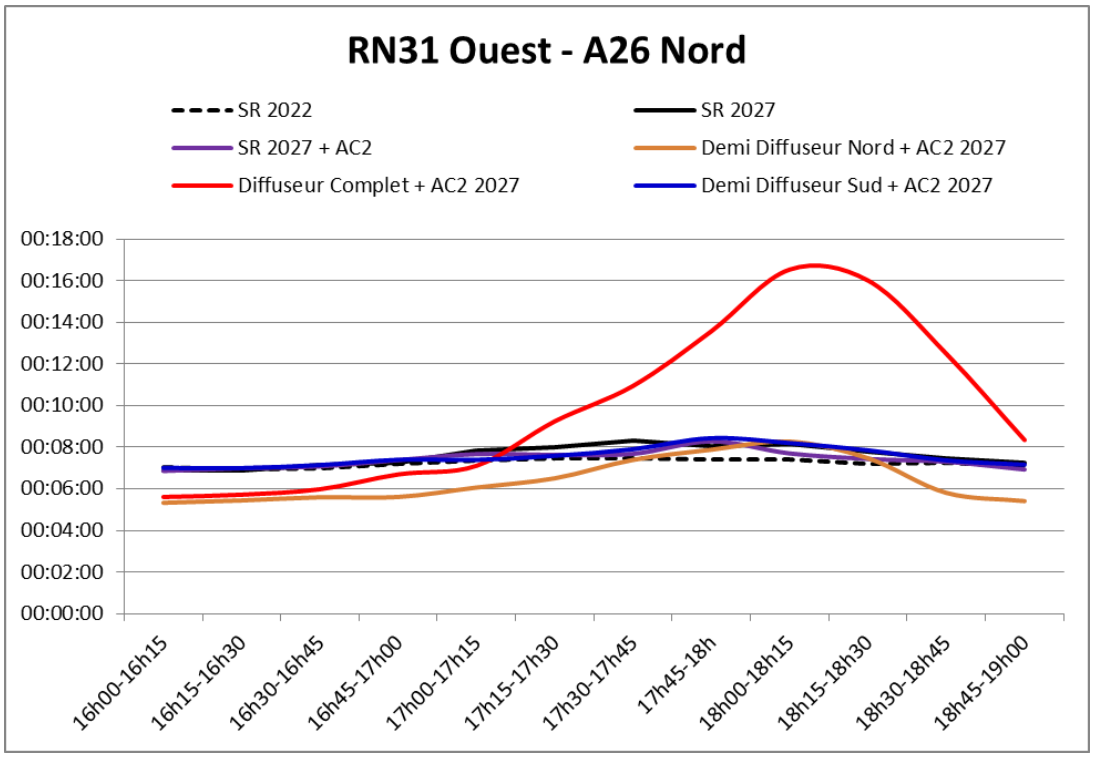


Figure 50 : Temps de parcours AC2 HPS RN31 Ouest – A26 Nord

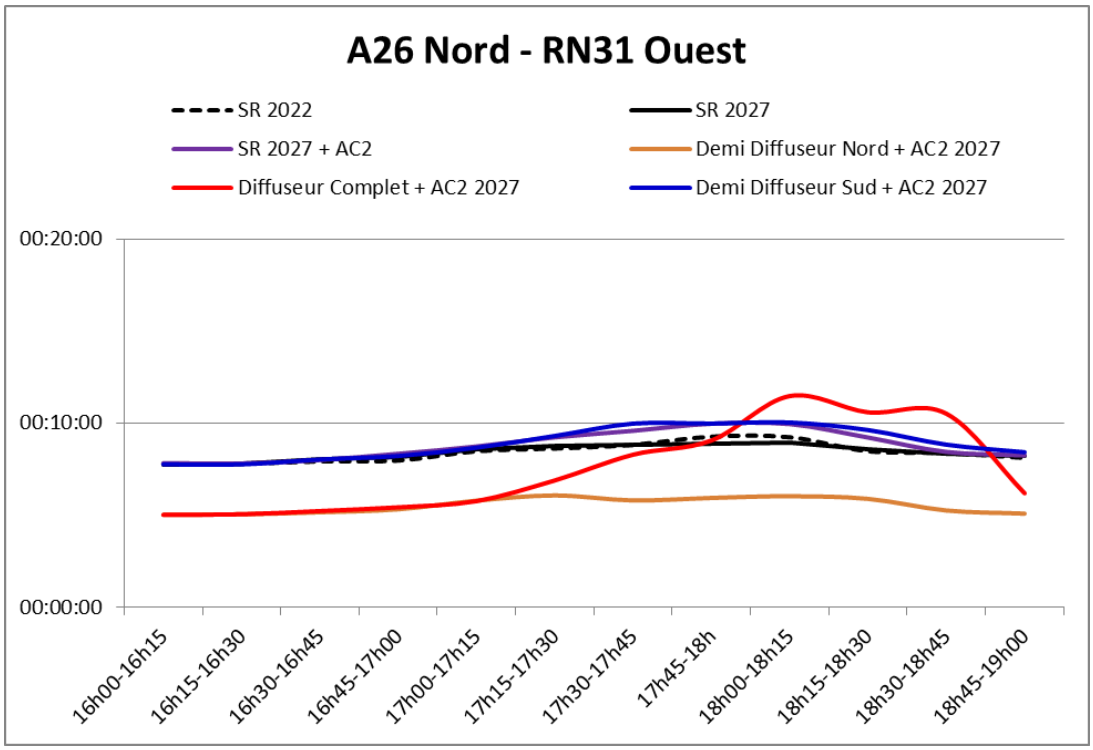


Figure 51 : Temps de parcours AC2 HPS A26 Nord – RN31 Ouest

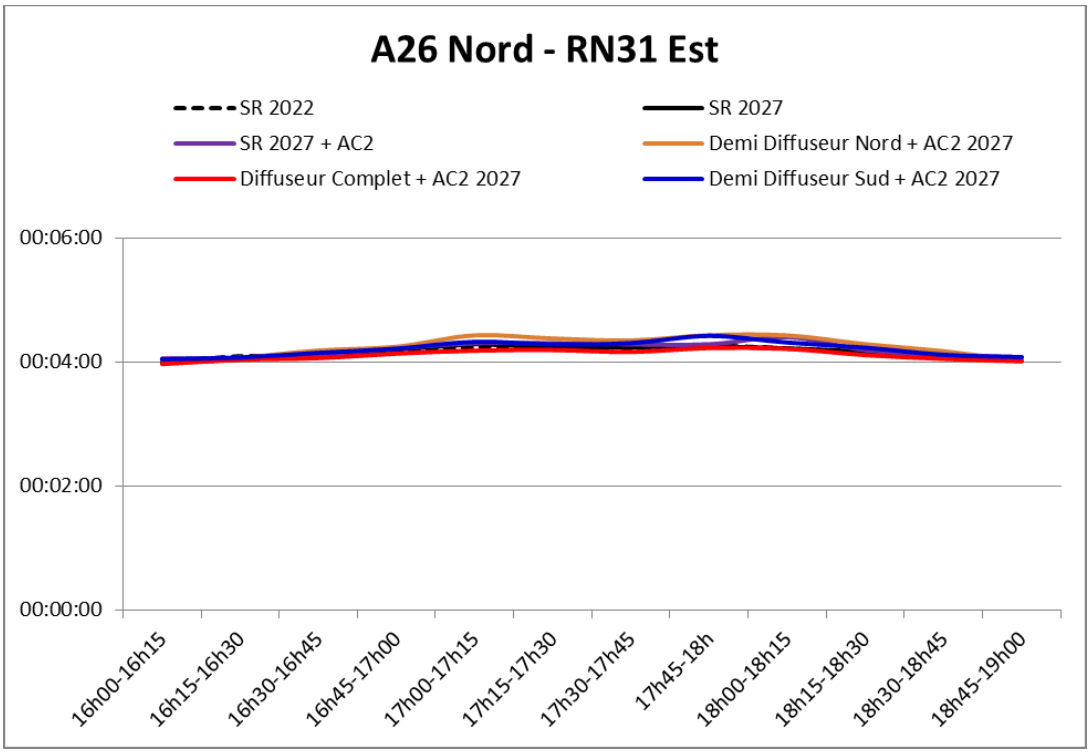


Figure 52 : Temps de parcours AC2 HPS A26 Nord – RN31 Est

Synthèse résultats AC2 HPS :

- La variante demi-diffuseur Sud + AC2 montre plus de problématiques en période de pointe du soir qu'en période de pointe du matin. On constate une dégradation des temps de parcours pour l'OD RN31 Est vers RN31 Ouest causée en raison des remontées de files à l'approche du giratoire RN31 x A344 Nord et du giratoire Garenne.
- La solution diffuseur complet présente à nouveau de fortes dégradations des conditions de circulation depuis la RN31 Ouest.
- La solution demi-diffuseur Sud + AC2 présente quant à elle les meilleurs temps de parcours sur la période simulée depuis la RN31 Ouest sur l'ensemble de la période modélisée. A l'inverse, la solution demi-diffuseur Sud présente une situation favorable pour les flux sortant d'A344 en direction de l'Ouest.
- On ne constate pas de problématiques de remontées de files sur A26 avec les scénarios demi-diffuseurs. Le scénario diffuseur-complet laisse en revanche apparaitre des remontées de files sur la bretelle de sortie depuis A26 Nord ce qui provoque un allongement des temps de parcours et atteint la section courante de l'autoroute vers 17h45-18h. Les trafics de ce scénario et la géométrie des giratoires empêchent une insertion fluide au niveau de l'échangeur ce qui provoque des dégradations importantes de temps de parcours et pose un problème de sécurité sur A26. Cette problématique n'est pas constatée avec les solutions demi-diffuseur Nord et Sud + AC2.

5 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

5.1 Impacts des projets étudiés à large échelle

Au niveau de l'ensemble de l'agglomération rémoise, le projet de diffuseur A26 / RD275 permet une amélioration notable de l'accessibilité de la ZA des Sables et la diminution des temps de parcours entre la ZA des Sables (et, plus globalement, l'ensemble du secteur de l'ouest rémois) et les autoroutes A26, A4 et A344.

Le demi-diffuseur nord A26 / RD275 permet de délester la RN31 entre l'échangeur avec la RD275 et l'échangeur de Tinqueux, ainsi que sur la section sud de l'A26 et la section ouest de l'A344.

Le demi-diffuseur sud A26 / RD275 permet quant à lui un délestage plus important de la RN31 entre le giratoire de la Garenne et l'échangeur de Tinqueux.

L'échangeur complet permet ainsi de délester fortement la RN31 entre le giratoire de la Garenne et l'échangeur de Tinqueux et augmente donc sensiblement l'accessibilité de la zone commerciale du Thillois, en particulier vers / depuis Reims.

Le nouveau diffuseur présente toutefois certains inconvénients sur l'usage du réseau local :

- il génère une augmentation du trafic sur la RD275, y compris sur la section sud entre Thillois et Ormes ; des mesures complémentaires pour rendre moins attractif cet itinéraire (en conservant en particulier le carrefour actuel en « T » entre la sortie sud de la RN31 et la RD275 en lieu et place d'un nouveau giratoire) devrait permettre de limiter ce trafic supplémentaire et l'inciter à utiliser soit l'A26, soit l'itinéraire actuel par Reims,
- il génère une légère augmentation de trafic sur la RD27 entre Gueux et le giratoire de la Garenne grâce à la libération de capacité sur la RN31 ; il s'agit donc d'un impact positif de récupération sur la RN31 d'un trafic de shunt via l'itinéraire Gueux – Thillois – RD275.

Le projet de diffuseur permet également de délester un autre axe de shunt de la RN31 au nord (rue de la Gravelle – RD75 – rue Pierre Maître), qui constitue à l'heure actuelle un itinéraire bis nord emprunté lors des périodes de forte saturation de la RN31, notamment le matin dans le sens Muizon → Reims. De la même manière, le trafic intra urbain de Champigny et St-Brice-Courcelles est en partie reporté sur le réseau autoroutier pour des trajets de cabotage entre le nouveau diffuseur et la RD944T / bd des Tondeurs.

Enfin, on notera que la mise en service du demi-échangeur sud augmente de manière significative le trafic sur l'autoroute de l'autoroute A4bis (payante).

5.2 Impacts des projets étudiés sur le périmètre rapproché

Aménagements complémentaires seuls en situation de référence à horizon 2027 :

- **L'aménagement complémentaire AC1** montre des temps de parcours assez similaires avec la situation de référence 2027 pour la traversée Ouest vers Est de la RN31. Les temps de parcours sont améliorés vers la RD275 Nord notamment par la création du nouveau barreau, cependant les mouvements tournants supplémentaires générés sur le giratoire vont ralentir les insertions. Les remontées de files sur la section entre Garennes et Millésime atteignent ponctuellement la branche de sortie du giratoire Garennes pour la période la plus dégradée ce qui va amplifier cet effet et accentuer la hausse des temps de parcours.

- La traversée de la RN31 Ouest vers Est n'est pas améliorée par rapport à la référence, les véhicules passant désormais par le nouveau barreau et ne circulant plus sur la section entre le giratoire Garennes et le giratoire Millésime.
- En HPS, la création du barreau va accentuer les remontées de files à l'approche du giratoire Garennes en limitant les insertions depuis la RN31 Est. Des remontées de files se formant sur cette branche du giratoire vont remonter rapidement le long de la RN31 lorsque la remontée de files atteint la section à une voie qui va fortement limiter les débits Est vers Ouest.
- **L'aménagement complémentaire AC2** génère quant à lui un gain de stockage sur la section entre le giratoire Garennes et Millésime. Il permet de limiter les effets des remontées de files depuis Millésime, l'OD RN31 Ouest vers RD275 Nord est alors favorisée, les problématiques sont alors situées en aval en raison d'un effet entonnoir.
- Cet aménagement permet alors de garantir les conditions de circulation du giratoire Garennes.
- Certains véhicules ont en revanche des difficultés à se rabattre vers RN31 Est lorsqu'ils sont sur la voie en direction de RD75 Sud et que le trafic est dense. Cela retarde de façon marginale les véhicules allant en direction du Sud sans pour autant générer des problématiques nouvelles.

L'optimisation du modèle dynamique montre que l'aménagement AC2 est globalement plus performant en période de pointe du matin et du soir sans échangeur. Les trafics passant par l'aménagement AC1 restent relativement faibles tandis que ceux passant sur la section entre le giratoire Garennes et Millésime là où l'aménagement AC2 est réalisé sont sensiblement plus importants.

L'aménagement AC2 présente un aspect sécuritaire pour limiter les remontées de files jusqu'au giratoire Garennes par le gain de stockage généré.

Variantes avec diffuseur complet et demi-diffuseur Nord / Sud.

- Les résultats des variantes avec diffuseur et demi-diffuseur sont plus contrastées car les reports de trafics générés ne permettent pas de définir une variante comme optimale.
- La solution AC1 avec demi-diffuseur et diffuseur complet provoque une augmentation des temps de parcours en HPS pour la traversée Est vers Ouest de la RN31. Le ralentissement de la circulation à l'approche du giratoire Garennes provoque une hausse de près de 10 minutes des temps de parcours pour la solution avec diffuseur complet + AC1 sur le quart d'heure le plus dégradé
- La solution AC2 présente quant à elle une problématique avec des remontées de files en HPS sur le barreau RD275A plus importantes que pour la solution AC1. Les remontées de files observées remontent jusqu'à la branche de sortie de l'échangeur Est pour l'ensemble des simulations réalisées. Cela provoque un blocage partiel de l'échangeur qui entraine des remontées de files rapides sur la bretelle de sortie A26 jusqu'à atteindre la section courante de l'autoroute.
- La solution demi-diffuseur Sud montre des temps de parcours optimisés en HPS sur la traversée Est vers Ouest de la RN31 qui concernent les flux depuis A344 / RN31 Est par rapport aux autres scénarios. Cependant ces résultats sont dus à une remontée de file sur la sortie A344 qui finit par atteindre la section courante de l'autoroute. Les résultats ne montrent pas de dégradation par rapport à la situation existante à la vue des temps de parcours. L'amélioration des temps de parcours visible est donc causée par du trafic en moins qui est bloqué sur la bretelle de sortie. Ce phénomène est visible sur les autres

scénarios mais de manière moindre car les trafics A26 Nord vers RN31 Ouest n'empruntent pas cet itinéraire.

- L'ensemble des variantes d'aménagement proposées améliorent les temps de parcours pour la traversée Ouest vers Est de la RN31 comparé à la situation de référence. Les solutions diffuseurs complets montrent les temps de parcours les plus dégradés en raison des reports de trafics générés sur le secteur d'étude. Les variantes demi-diffuseur Nord et Sud présentent des temps de parcours avec une faible augmentation sur la période modélisée HPM depuis la RN31 Ouest. On observe une augmentation des temps de parcours en HPM pour la solution diffuseur complet + AC1 également en raison de la contrainte des flux sortants vers le nouveau barreau RD275A. Ce phénomène s'observe déjà en période de pointe du matin avec des remontées de files ponctuelles sur certaines simulations.
- Les scénarios demi-diffuseur Nord montrent globalement des temps de parcours avec des augmentations plus modérées en période de pointe du matin et du soir. On retrouve toujours la problématique des remontées de files à l'approche de l'échangeur pour le scénario demi diffuseur Nord + AC2 en période de pointe du matin sur les OD RN31 Ouest vers RD275 Nord / A26 Nord. Ces problématiques ne sont pas visibles en HPS. Les temps de parcours pour les solutions demi-diffuseur Nord + AC1 et demi diffuseur Nord + AC2 sont équivalent en période de pointe du soir.
- La solution AC2 avec diffuseur complet va présenter une problématique observée sur les mouvements RN31 Ouest vers RD275 Nord / A26 Nord avec une augmentation des temps de parcours à l'approche de l'échangeur en raison des difficultés de circulation couplées aux reports de trafics généré par l'aménagement d'un diffuseur complet.
- Enfin, la création des différentes solutions de diffuseurs permet globalement une amélioration de l'accessibilité à la Z.A et facilite les échanges A26/Z.A. à l'exception de la solution diffuseur complet qui génère des fortes perturbations sur la bretelle de sortie notamment en période de pointe du soir.

Les problématiques posées par l'échangeur avec la solution AC2 ne permettent pas de conserver cette solution d'aménagement avec les infrastructures projetées modélisées, notamment de l'échangeur avec une voie de circulation unique sur les deux giratoires. Un anneau à une voie ne favorise pas l'écoulement des flux et devient un point bloquant du réseau modélisé particulièrement visible avec cette solution d'aménagement. La reprise des modélisations avec une géométrie modifiée est requise afin d'évaluer l'impact sur les temps de parcours depuis et en direction d'A26 Nord / RD275 Nord.

La solution AC1 couplée avec la solution demi diffuseur Nord ou demi diffuseur Sud semble être la solution d'aménagement la plus pertinente à la vue des résultats des modélisations dynamiques malgré les problématiques pouvant être générés sur les mouvements RN31 Ouest ←→ Est par cette solution d'aménagement. Les flux allant en direction du Nord passent désormais par le barreau RD275A et libèrent la section en aval entre les giratoires Garenne et Millésime. Malgré l'augmentation des temps de parcours pour la traversée Est vers Ouest de la RN31, cette situation est favorable pour les mouvements sortant de A344 Nord sur la RN31.

Les résultats les plus concluants concernent donc les variantes d'aménagements demi-diffuseur Nord et Sud avec AC1 ainsi que la reprise de la géométrie du giratoire Garenne proposée pour se rapprocher le plus possible les conditions de circulation actuelle.

La reprise de la géométrie des giratoires de l'échangeur devrait être étudiée afin d'observer d'éventuelles améliorations sur le secteur pour les scénarios AC1 et AC2 pour les solutions demi

diffuseur Nord et Sud et comparer ces situations d'aménagements entre elles afin de déterminer la variante optimisée entre ces 4 scénarios.

On constate que le point limitant pour la réalisation de l'échangeur complet et l'amélioration des tps RN31 Est <->Ouest est le point d'échange entre l'échangeur créé et la RN, selon les aménagements retenus il s'agit :

- **Avec AC1 cet échange se fait via le rond-point Garenne**
- **Avec AC2 cet échange se fait via l'échangeur (incomplet) entre la RD275 et la RN.**

6 ANNEXES

Temps de parcours moyens HPM :

Temps de parcours moyens HPM (mm:ss)	SR 2022	SR 2027	SR 2027 + AC1	SR 2027 + AC2	DDN + AC1 2027	DDN + AC2 2027	DDS + AC1 2027	DDS + AC2 2027	DC + AC1 2027	DC + AC2 2027
RN31 Ouest - RN31 Est	08:20	10:10	10:30	08:40	06:40	06:40	05:00	04:20	04:00	04:10
RN31 Est - RN31 Ouest	04:00	04:00	04:10	04:00	04:40	04:40	04:20	04:00	04:10	03:50
RN31 Ouest - RD275 Nord	06:00	07:50	07:10	05:10	04:20	04:20	05:10	04:20	05:50	05:50
A344 Nord - RN31 Ouest	04:30	04:30	04:40	04:30	05:20	05:20	04:50	04:30	04:50	04:30
A26 Sud - RN31 Ouest	-	-	-	-	-	-	04:50	04:40	05:10	05:00
A26 Nord - RN31 Ouest	08:00	08:10	08:20	08:10	05:10	05:10	08:40	08:10	05:20	05:20
A26 Nord - RN31 Est	04:10	04:10	04:10	04:10	04:10	04:10	04:10	08:10	04:10	04:10
RN31 Ouest - A26 Sud	-	-	-	-	-	-	08:00	04:50	06:10	06:10
RN31 Ouest - A26 Nord	11:10	13:20	13:10	11:30	06:20	06:20	08:00	07:20	07:30	07:40
RN31 Est - A26 Nord	04:10	04:10	04:20	04:10	04:10	04:10	04:10	04:10	04:00	04:00
A26 Nord - A26 Sud	03:00	03:00	03:00	03:00	03:00	03:00	03:00	03:00	03:00	03:00
A26 Sud - A26 Nord	03:00	03:00	03:00	03:00	03:00	03:00	03:00	03:00	03:00	03:00
A26 Nord - ZA des Sables	-	07:00	07:00	06:50	02:30	02:30	07:20	06:50	02:30	02:20
A26 Sud - ZA des Sables	-	-	-	-	-	-	02:00	02:00	02:10	02:20
ZA des Sables - A26 Nord	-	06:10	07:00	06:00	02:50	02:50	06:30	06:30	04:00	03:50
ZA des Sables - A26 Sud	-	-	-	-	-	-	02:00	02:10	02:20	02:20
RD27 - RN31 Est	10:20	11:50	10:20	09:30	06:40	06:40	04:10	03:20	05:00	05:40
RD227 - RN31 Est	14:00	06:10	09:50	15:20	17:40	17:40	19:10	03:20	19:30	15:10
RN31 Ouest - A344 Reims	09:40	11:20	11:30	09:50	08:00	08:00	06:00	05:30	05:10	05:10

Temps de parcours moyens HPS :

Temps de parcours moyens HPS (mm:ss)	SR 2022	SR 2027	SR 2027 + AC1	SR 2027 + AC2	DDN + AC1 2027	DDN + AC2 2027	DDS + AC1 2027	DDS + AC2 2027	DC + AC1 2027	DC + AC2 2027
RN31 Ouest - RN31 Est	04:00	04:00	04:40	04:20	04:50	04:40	04:20	04:10	05:10	04:30
RN31 Est - RN31 Ouest	04:30	04:30	04:40	04:50	04:20	04:10	04:50	04:50	04:30	04:20
RN31 Ouest - A344 Nord	05:10	05:10	05:50	05:20	06:00	05:50	05:20	05:20	06:20	05:40
A344 Nord - RN31 Ouest	07:30	07:30	07:50	07:50	06:30	06:00	07:40	07:40	06:40	06:40
A26 Sud - RN31 Ouest	-	-	-	-	-	-	05:10	05:00	07:00	07:00
A26 Nord - RN31 Ouest	08:30	08:30	08:40	08:50	05:20	05:30	09:00	09:00	06:50	07:30
A26 Sud - RN31 Est	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A26 Nord - RN31 Est	04:10	04:10	04:10	04:10	04:10	04:20	04:10	04:10	04:10	04:10
RN31 Ouest - A26 Sud	-	-	-	-	-	-	05:00	04:50	08:00	07:30
RN31 Ouest - A26 Nord	07:20	07:20	08:00	07:30	06:30	06:20	07:40	07:30	10:30	10:00
RN31 Est - A26 Sud	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RN31 Est - A26 Nord	04:10	04:10	04:20	04:20	04:10	04:10	04:10	04:10	04:10	04:00
A26 Nord - A26 Sud	03:00	03:00	03:00	03:30	03:10	03:50	03:10	03:10	03:20	03:20
A26 Sud - A26 Nord	02:50	02:50	03:00	02:50	03:00	03:00	02:50	03:00	03:00	03:00
A26 Nord - ZA des Sables	-	-	-	06:50	02:30	02:30	07:30	08:10	02:50	04:00
A26 Sud - ZA des Sables	-	-	-	-	-	-	02:20	02:20	04:20	03:10
ZA des Sables - A26 Nord	-	-	07:00	06:10	03:10	03:10	06:30	06:20	06:20	07:50
ZA des Sables - A26 Sud	-	-	-	-	-	-	02:30	02:20	04:20	02:50

LOT 4

LOT 5

LOT 6

réserve incendie supplémentaire

Piétons

CELLULE 1a
315 m2
Alt.: 85.01

CELLULE 1b
630 m2

CELLULE 2a
630 m2

CELLULE 2b
315 m2

CELLULE 3a
315 m2

CELLULE 3b
630 m2

CELLULE 8a
630 m2

CELLULE 8b
315 m2
Alt.: 85.21

Cellule 9a
620 m2

Alt.: 88.16

Alt.: 87.44

Alt.: 87.53

BASSIN D'INFILTRATION

NOUE D'INFILTR

D: 8553.885 R: 8224.394 DT: 334.340

LOT 5

LOT 6

réserve incendie supplémentaire

b

d

Alt.: 84.34

Alt.: 84.14

Alt.: 84.54

NOUE D'INFILTRATION

D: 8881.397 R: 8667.250 DT: 102.105 RT: 3527.523

MAITRISE D'OUVRAGE

SAS Champigny Les Sables

25 RUE LIBERGIER - 51100 REIMS

MAITRISE D'OEUVRE

TERRA

GÉOMÈTRES EXPERTS - INGÉNIERIE VRD

Allée Jean-Marie Amelin Bâtiment C
51370 CHAMPIGNY
Tél. : 03 26 86 70 60
e-mail : reims@terra.fr

PAYSAGISTE CONCEPTEUR

SAVART PAYSAGE

23 Rue de Vertu
51000 CHÂLONS-EN-CHAMPAGNE
Tél. : 03 26 26 99 71
e-mail : contact@savart-paysage.com

DEPARTEMENT DE LA MARNE

COMMUNE DE CHAMPIGNY

Zone d'Activité CHAMPIGNY LES SABLES

REGLEMENT ECRIT

PERMIS D'AMENAGER	Pièce : PA10A

Juillet 2025

SOMMAIRE

DISPOSITIONS GENERALES 2

Article 1 : Champ d'application 2
Article 2 : Description du lotissement 2
Article 3 : Rappels divers 2

DISPOSITIONS APPLICABLES AUX TERRAINS CEDES 3

Article 4 : Accès et voiries 3
Article 5 : Desserte des lots par les réseaux 4
Article 6 : Implantation des constructions 6
Article 7 : Aspect extérieur des constructions et clôtures 8
Article 8 : Stationnement 13
Article 9 : Aménagements des abords et espaces verts 14
Article 10 : Eclairage 16
Article 11 : Enseignes, pré-enseignes 17

ANNEXES 19

Annexe 1 : palette végétale 19

Annexe 2 : aménagements en faveur de la faune 21

DISPOSITIONS GENERALES

ARTICLE 1 : CHAMP D'APPLICATION

Le présent règlement s'applique sur l'emprise de la zone d'activités des SABLES, situé à Champigny (51370) dont le périmètre est défini dans le dossier de permis d'aménager (PA3).

Ce règlement complète et précise les dispositions de droit commun applicables au regard du document d'urbanisme en vigueur à Champigny (PLU). Il est opposable et s'impose, dans son intégralité, à quiconque détient ou occupe, à quelque titre que ce soit, tout ou partie de ce lotissement. Il doit être rappelé dans tout acte successif de vente ou de location d'un lot.

ARTICLE 2 : DESCRIPTION DU LOTISSEMENT

Le présent lotissement constitue la zone d'activités des Sables, d'une contenance d'environ 40 ha.

Il se trouve sur la commune de Champigny en entrée Ouest de l'agglomération du Grand Reims. Il est bordé et desservi par de grands axes de circulation :
- la RN31 et RD275 au Sud
- l'A26 à l'Est

15 lots au maximum pourront être réalisés.

Les lots à bâtir sont destinés à accueillir des activités diverses et vocations conformément au PLU après mise en compatibilité avec la déclaration de projet lié à la zone d'activités des Sables.

La surface de plancher maximale constructible sur l'ensemble du lotissement est de 150 000 m².
La constructibilité par lot sera déterminée à la vente (ou à la location) de chaque lot. Le lotisseur devra fournir un certificat aux constructeurs.

Un cahier des charges de cession de terrain précisera plus amplement les servitudes et obligations, les règles générales d'utilisation, d'entretien et de maintenance, les charges du lotissement.

Conformément au cahier des charges du lotissement, tout PC sera présenté en intégralité (pièces écrites et graphiques), avant son dépôt pour instruction, à la SAS Champigny les Sables pour accord écrit (VISA du lotisseur).

ARTICLE 3 : RAPPELS DIVERS

a. Avis de l'architecte des Bâtiments de France

Toute autorisation d'urbanisme située dans le périmètre de protection MH de l'Eglise de Thillois sera soumise à l'avis de l'Architecte des Bâtiments de France.

b. Archéologie

L'emprise de la ZA des Sables a fait l'objet d'une procédure d'archéologie préventive avec la réalisation de fouilles.

Les lots sont donc libérés de toute démarche et contraintes de fouilles archéologiques, à l'exception des emprises figurant sur le règlement graphique PA10B (bois de robiniers existant au Nord du site et emprise à l'Ouest).

De plus, lors des travaux relatifs aux constructions, toute découverte d'éléments archéologiques dans le terrain devra faire l'objet d'une déclaration immédiate au Maire de la Commune qui la transmettra au préfet, (application de l'article L531-14 du code du Patrimoine, portant sur la réglementation des fouilles archéologiques).

c. Contraintes pyrotechniques

Il est rappelé que l'ensemble du lotissement des Sables est concerné par la présence de vestiges pyrotechniques liés aux bombardements de la première guerre. Conformément au cahier des charges du lotissement, les travaux préparatoires et de terrassements devront impérativement faire l'objet d'un accompagnement par une société spécialisée dans les opérations de dépollution pyrotechnique.

d. Zones de bruit

Certaines zones du projet sont affectées par le bruit aux abords des voies bruyantes identifiées aux documents graphiques du PLU (A26, RN31), les constructions à usage d'équipements doivent faire l'objet d'une isolation acoustique conforme à la réglementation en vigueur (arrêté préfectoral du 17 janvier 2024).

DISPOSITIONS APPLICABLES AUX TERRAINS CEDES

ARTICLE 4 : ACCES ET VOIRIES

a. Accès

Les accès aux lots cédés se feront uniquement depuis la voie centrale créée conformément au plan de composition figurant dans le permis d'aménager (PA4). Toutefois, dans le cas d'installations de services liés aux transports (aire de service, station de mobilités décarbonées, aire covoiturage, parking relais…), des possibilités de raccordement à la RD275 pourront être proposées sous réserve de l'accord du Département.

Les accès seront réalisés à raison d'un accès véhicule par lot, éventuellement complété par un accès piétonnier dissocié ou jumelé. Tout ajout d'un second accès véhicule est soumis à l'accord écrit de la SAS CHAMPIGNY LES SABLES et devra être justifié. Il sera à la charge du cessionnaire.

b. Entrées charretières

Les entrées charretières devront être adaptées aux usages (entrées/sorties VL/PL) des activités et réalisées conformément au schéma figurant au PA 8.4, donnant les dimensions maximales.



Le portail sera installé en retrait de la limite du lot pour éviter l'encombrement de la voie douce par les véhicules entrants, pendant l'ouverture de celui-ci.

Si une aire des déchets est installée à proximité, elle devra s'intégrer dans l'aménagement de l'entrée, selon les principes ci-contre. Cette aire peut également être couverte et associée à un autre volume architecturé comme un abri deux roues à l'intérieur de la parcelle. Il sera également tenu compte des dénivelés potentielles, pentes et rampes à aménager pour les accès.

ARTICLE 5 : DESSERTE DES LOTS PAR LES RESEAUX

Les parcelles seront desservies en eau potable, électricité (basse ou moyenne tension, HTA), télécommunications, en limite de lot depuis les réseaux généraux du lotissement, conformément au programme des travaux PA8.

A l'intérieur des lots, tous les réseaux devront être réalisés en souterrain et suffisamment dimensionnés.

a. EAU POTABLE

Chaque lot disposera d'un abri compteur mis en place par l'aménageur.
La fourniture et la pose du compteur sera à la charge de l'acquéreur du lot qui devra en faire la demande auprès du service compétent.

Le débit et la pression d'AEP seront définis selon les disponibilités du réseau du concessionnaire. En cas de besoin de complément, il sera à charge de l'acquéreur du lot privé.

b. DEFENSE INCENDIE

La défense incendie des parties communes est assurée par l'aménageur au moyen de bâches dimensionnées pour des activités commerciales et artisanales, garantissant un débit de 60 m³/h pendant deux heures via deux points d'incendie utilisés simultanément.

Si les besoins propres d'un lot dépassent ce seuil (ou les réserves mises en place par l'aménageur), l'acquéreur devra réaliser les ouvrages et réserves complémentaires nécessaires à la protection des biens et des personnes, conformément aux exigences précisées par les services de secours lors des autorisations d'urbanisme qu'il sollicitera.

La rétention des eaux nécessaire à la défense incendie propre à chaque lot sera gérée individuellement sur la parcelle, y compris les équipements spécifiques (vannes de barrage, pompes, etc.).

c. EAUX USEES

Les lots devront répondre aux préconisations techniques du règlement d'assainissement en vigueur, selon la disponibilité du réseau collectif sur la zone des Sables.

Les constructions seront raccordées au réseau d'assainissement des Eaux usées placé sous la voie nouvelle, par rejet dans le regard de branchement EU positionné devant le lot concerné.
Chaque acquéreur devra prévoir la mise en place d'un clapet anti-retour visitable en domaine privé.
Le rejet des eaux usées devra se faire conformément au règlement de service d'assainissement collectif de la Communauté Urbaine du Grand Reims. L'attention des acquéreurs est portée notamment sur les chapitres IV et VI relatifs aux eaux usées autres que domestiques et aux équipements de pré-traitement.
La collectivité pourra exiger un prétraitement des eaux si les effluents rejetés ne sont pas compatibles avec la STEP.
Le volume du rejet des eaux usées cumulées de l'ensemble des colotis ne devra pas excéder 175 m³ par jour. L'Association Syndicale Libre (ASL) sera chargée de définir et d'assurer les modalités d'entretien, de surveillance et de contrôle nécessaires pour garantir le respect de cette limite.
Des conventions de rejet devront être régularisées avec le service compétent de la Communauté Urbaine du Grand Reims par chaque coloti.

d. EAUX PLUVIALES

Les eaux pluviales devront faire l'objet d'une infiltration dans la parcelle. Le dispositif prévu devra être mentionné sur la demande de permis de construire et dimensionné selon les normes et documents en vigueur sur la commune ou l'EPCI et/ou la Police de l'Eau, selon réglementa□on applicable.

Le système d'infiltration et ses accessoires (canalisations d'évacuation, descente de gouttières, regards d'eau pluviale), devront faire l'objet d'un nettoyage régulier annuel.
Les eaux pluviales provenant des stationnements privés et de toute autre surface imperméabilisée seront également infiltrées dans le lot, après traitement adapté.

e. ELECTRICITE

Une demande de raccordement sera faite par chaque acquéreur de lot. Elle entraînera selon le besoin de puissance ou de consommation, la pose d'un coffret électrique encastré en façade de clôture et raccordé par le concessionnaire au nouveau réseau ou d'un poste de transformation privé.

L'électrification BT est réalisée au moyen de conducteurs souterrains. Les coffrets seront implantés en limite de propriété à la demande et aux frais des acquéreurs.

Pour des besoins supérieurs nécessitant l'installation d'un poste de transformation, il sera installé au sein des lots aux frais de l'acquéreur. Il devra être accessible par les services d'entretien ou de maintenance. S'ils ne sont pas intégrés aux bâtiments principaux, ils devront faire l'objet d'un traitement assurant leur bonne intégration dans l'environnement (masqué par de la végétation ou habillage).

f. SERVITUDES

Les lots peuvent être soumis à des servitudes de passage et d'entretien de réseaux enterrées ou aériens. Ils doivent dans ce cas, permettre l'accès à ces ouvrages pour le passage de véhicules de chantier, le cas échéant, et son entretien.

ARTICLE 6 : IMPLANTATION DES CONSTRUCTIONS

Le parti d'aménagement de la zone d'activités des Sables repose sur la création de trames vertes et/ou le maintien d'espaces végétalisés structurants (au moins 11 hectares du périmètre sont concernés). Aussi, chaque lot doit disposer de zones libres de construction destinées à la végétalisation, au paysagement, aux continuités végétales, paysagères et écologiques.
Il est précisé que certains de ces espaces peuvent accueillir les ouvrages de gestion hydraulique (EP/EU) des lots privatifs, sous réserve d'une bonne intégration paysagère et environnementale.

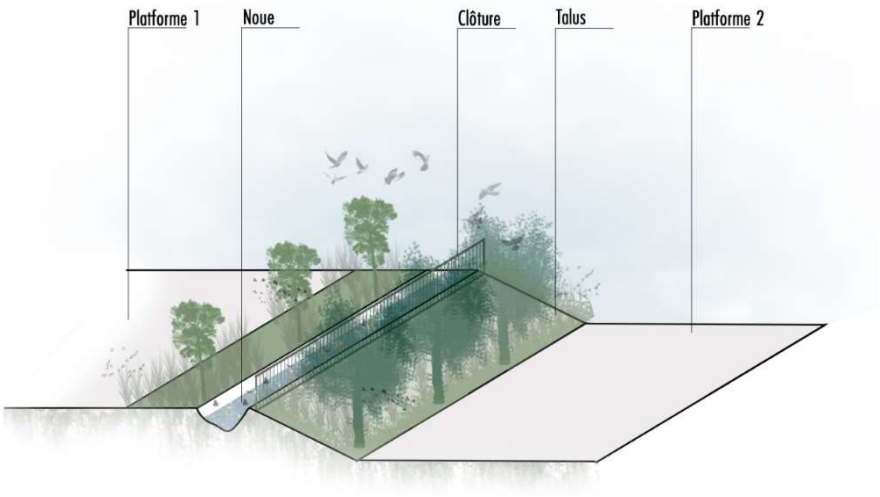
a. Respect des trames vertes et emprises aménageables

Ces trames constituent des zones non aedificandi, hors édification de clôtures en limite parcellaires. Seules les trames vertes fixes et trames vertes transversales mobiles pourront accueillir des ouvrages de gestion hydraulique (sous réserve d'une bonne intégration paysagère et environnementale).

Les constructions et leurs abords « fonctionnels » imperméabilisées (dessertes, accès, aires livraison, de stockages, stationnements...) devront donc être implantées en dehors de toutes les trames végétalisées identifiées sur le plan figurant sur le règlement graphique PA10B.

Ce plan distingue :

- La trame végétalisée « fixe » représentant environ 5 hectares (dont environ 4 ha sur la partie Sud et 1 ha sur la partie Nord), qu'il convient de respecter quel que soit le découpage définitif des lots et le projet ;
- Les trames végétalisées « mobiles » représentant environ 4 hectares (en cumul sur la partie Sud et Nord du programme), situées prioritairement sur les limites latérales des futurs lots, leurs localisation et dimension pourront être ajustées en fonction de la délimitation et de l'organisation définitives des lots. En effet, leur nombre, leur largeur et leur emplacement pourront être adaptées de manière pertinente pour faciliter l'intégration et le fonctionnement des futurs projets. Leur superficie totale cumulée avec la trame végétalisée fixe devra être d'environ 6 ha sur la partie Sud
  . Afin d'assurer une équité entre les futurs lots, chaque lot au sud de la voirie centrale commune devra prévoir l'aménagement de trame(s) végétalisée(s) « mobile(s) » de préférence sur ses limites latérales à raison d'une superficie qui sera inscrite sur le plan de vente de chacun des lots, qui devra être joint à la demande de permis de construire.



Principe de composition des trames mobiles

- La trame verte de valorisation de la biodiversité (friche buissonnante sur la partie Nord du programme), représentant environ 2 hectares, à respecter pour conserver et développer les habitats propices aux espèces présentes (reptiles, chiroptères ou avifaune notamment).

Dans l'objectif de maintenir leurs superficie et cohérence globales à l'échelle de l'ensemble de l'opération, l'aménageur précisera leur teneur (dimension et localisation), dès la promesse de vente, dans le plan de cession propre à chaque lot, qui devra être joint à la demande d'autorisation de construire.

Ce plan de de vente déterminera en plus de la superficie et localisation des trames vertes fixes et mobiles du lot concerné, également la répartition prévisionnelle des trames vertes fixes et mobiles restant à aménager sur les parties Sud et Nord afin d'être compatible avec les OAP.

b. *Le boisement et haie existants figurant au plan réglementaire*

- Dans le but de préserver des espaces boisés sur la crête et de limiter les atteintes au boisement existant (environ 3.5 Ha), il est primordial de minimiser la suppression des zones boisées. En cas d'atteinte à ce boisement, il sera demandé une replantation à l'identique en termes de surface de ces espaces le long de l'A26, avec des essences plus diversifiées et adaptées à la biodiversité sur les recommandations d'un écologue.
- Les arbres à cavités présents sur le site devront être préservés autant que possible. En cas de nécessité de suppression pour répondre aux objectifs d'implantation des projets futurs, les arbres supprimés devront être revalorisés par l'installation de gîtes à chiroptères, de nichoirs pour hirondelles ou autres avifaunes, etc., sur les façades des constructions.
- la haie arbustive identifiée sur règlement graphique PA10B sera préservée.

c. *Rapport aux voies et aux limites séparatives*

En plus de ce qui précède en 6.a., et notamment en cas de division postérieure à la cession, les constructions devront à minima respecter des reculs prescrits au document d'urbanisme en vigueur.

d. *Nivellement au plus près du terrain naturel*

Les constructions, leurs abords « fonctionnels » (dessertes, accès, aires livraison, de stockages, stationnements...) et plateformes associées seront réalisées au plus près du terrain naturel, afin de limiter les excès de déblais/remblais à l'échelle du lot ou de plusieurs lots voisins, pour s'inscrire au mieux dans les pentes du site.

ARTICLE 7 : ASPECT EXTERIEUR DES CONSTRUCTIONS ET CLOTURES

a. *Aspect général des constructions*

La conception générale des constructions devra respecter les principes suivants :

- Une simplicité des volumes, plutôt contemporains, évitant les formes et artifices architecturaux disparates, ou chargés,
- Une sobriété de traitement avec une économie de matériaux et de teintes différentes sur les constructions.
- La qualité, par des choix de matériaux pérennes, faciles d'entretien.

Une attention particulière sera portée sur la qualité architecturale de l'ensemble des constructions, y compris les annexes, et sur leur intégration globale dans le site. Le lotisseur veillera à assurer une certaine harmonie des constructions et installations sur l'ensemble des lots.

Les zones de dépôts, de stockage extérieurs, aire déchets … seront le moins visibles possible depuis les voies publiques environnantes. Elles seront masquées par des écrans végétaux ou des dispositifs brise-vue.

Des prescriptions (hauteurs, implantation...) pourront être imposées afin de valoriser les cônes de vues et perspectives identifiées sur le site :

- Préalablement au dépôt du PC, par l'aménageur la SAS Champigny les Sables dans le cadre de son VISA conformément au cahier des charges du lotissement.
- Ou durant l'instruction du PC, dans le cadre de l'avis de l'ABF conformément à l'article 3.a. précité.

<u>Traitement des façades :</u>

Les futures constructions devront respecter les principes suivants :

- Économie de matériaux et de teintes sur un même bâtiment, ou plusieurs bâtiments sur un même lot, y compris les annexes : le nombre de gammes de couleur dominantes est limité à 3 (hors baies, ouvertures et systèmes d'occultation, enseignes). Des déclinaisons de ces gammes (camaïeux de tons homogènes ou complémentaires) sont possibles. On privilégiera l'utilisation d'un nombre limité de matériaux différents sur les façades de bâtiment.
- Harmonisation des aspects de façades sur un même lot, et entre lots voisins visibles depuis les grands axes (RD275, RN31) pour éviter les ruptures de styles sans toutefois tomber dans l'uniformité.
- Choix de matériaux pérennes, durables et si possible favorisant les projets « bas carbone » : les matériaux employés pour les façades devront offrir une bonne tenue au vieillissement. Les matériaux préfabriqués en vue d'être revêtus (agglomérés de ciment non traités, parpaings, briques creuses, ...) ne pourront être laissés apparents.

Toitures :

Les toitures seront végétalisées ou utilisées pour la production d'énergie, sauf contrainte technique ou réglementaire (ex : ICPE).

Il sera donc privilégié la réalisation de toitures terrasses ou à faible pente (< 3%), plus favorables à l'utilisation de toitures pour des énergies renouvelables ou la végétalisation.

Si, pour des raisons techniques, les toitures terrasses ne peuvent être réalisées, les toitures seront traitées de couleur en harmonie avec la couleur des façades.

Enfin, il convient de privilégier les revêtements clairs limitant l'absorption du rayonnement solaire et les îlots de chaleur.

Certifications :

Il sera demandé de favoriser la mise en œuvre de labels et certifications environnementales (ex : BREEAM, LEEDS, HQE…)

b. Equipements et locaux techniques, stockages extérieurs…

Les équipements ou locaux techniques seront, de préférence, intégrés aux bâtiments principaux.

En toiture, les équipements techniques nécessaires au fonctionnement des bâtiments seront traités visuellement pour être le plus fondu dans la conception d'ensemble. Ils doivent être dissimulés derrière l'acrotère et peu visible en façade.

Les lieux ou locaux de stockages extérieurs seront traités avec soin sous forme de :

- Locaux fermés sur au moins 2 côtés traités dans des aspects homogènes avec le bâtiment ou murs de clôtures le cas échéant ;
- Espace accompagné et masqué par des brise-vues ou haies végétales persistantes.

Leur emplacement sera évité dans les lieux perceptibles en 1er plan depuis la RN31.

c. Clôtures

Il est rappelé que la réalisation des clôtures et murets doit faire l'objet d'une déclaration préalable, dans l'hypothèse où ils ne figureraient pas dans le permis de construire.

Elles seront à la charge du cessionnaire du lot.

En bordure de la voie d'accès au lot :

Leur hauteur ne pourra excéder 2 mètres (sauf exigences réglementaires ou de sécurité liées à l'activité sur le lot).

Elles seront constituées :

- De haies vives, doublées ou non de grillage, en panneau rigide en treillis soudé à mailles rectangulaires, dans les tons anthracite ou gris foncé
- De murets maçonnés enduits d'une hauteur maximale de 1 m, surmonté d'une grille en serrurerie métallique à barreaudage vertical resserré ou d'un grillage, en panneau rigide en treillis soudé à mailles rectangulaires, dans les tons anthracite ou gris foncé.

Chaque entrée de lot sera marquée par un muret technique afin de regrouper les coffrets techniques (réseaux), la boite aux lettres, l'éventuel dispositif ou local de contrôle d'accès et d'y adosser éventuellement l'aire « déchets ». Il pourra également supporter la signalétique d'identification de l'entreprise (dimensions maximales 1 m de largeur, 60 cm de hauteur). Il est rappelé que le portail sera placé en retrait de la voie pour éviter l'encombrement de la voie douce par les véhicules entrant.

Le long de la voie de desserte, une bordure pourra être posée en limite du lot. Le futur acquéreur accepte l'épaulement qui ferait excroissance sur sa propriété. Il pourra alors percer cet épaulement pour poser ses piquets de clôture ou s'appuyer dessus pour monter son mur.

Sur les autres limites :

Leur hauteur ne pourra excéder 1,80m (sauf exigences de sécurité réglementaires liées à l'activité sur le lot).
Elles seront constituées de haies vives, doublées ou non de grillage, en panneau rigide en treillis soudé à mailles rectangulaires, dans les tons anthracite ou gris foncé.

Autres prescriptions sur les clôtures :

Les clôtures devront être homogènes et unitaires à l'échelle de la zone d'activités et de chaque parcelle.
Pour préserver et encourager la biodiversité locale, les clôtures et palissades pourront être soit à mailles larges (15cm), soit surélevées (10 à 15cm) ou équipées de passages mixtes ou de « trouées » permettant la libre circulation des animaux. Des bandes enherbées pourront être maintenues le long de ces séparations (la surélévation des clôtures facilitera leur entretien périodique). Les « trouées » pourront être installées tous les 50 mètres de clôture.



Figure 8. Ouverture de passages sur clôtures et murets -à gauche- et types de grillage adaptés à la circulation de la petite et moyenne faune -à droite- (Sources : *urbanisme-bati-biodiversite.fr* et *1001sitesnatureenville.ch*)

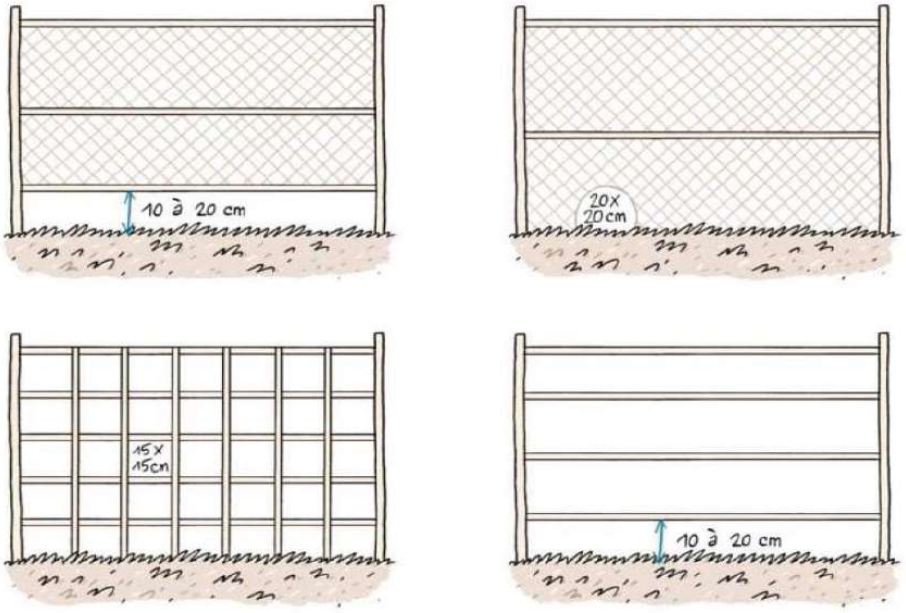


Figure 9. Exemples de clôtures facilitant la circulation de la petite faune (*Source : Bruxelles Environnement*)

Les éléments opaques sont proscrits.

ARTICLE 8 : STATIONNEMENTS

Les aires de stationnement des véhicules (y compris 2 roues) et aires de manœuvre nécessaires au fonctionnement des constructions doivent se situer en dehors des voies communes ou publiques, sur des emplacements réservés à cet effet à l'intérieur de chaque lot.
De plus, afin d'éviter l'encombrement des espaces communs, un dégagement de l'entrée devra permettre d'assurer les accès et attentes de véhicules au sein des parties privatives. Ces zones d'attente permettent d'optimiser le flux des véhicules en libérant les voies de circulation.

Les aires de stationnement feront l'objet d'un traitement végétal et paysager (cf exemples illustrés ci-dessous) :

- Soit à raison d'un arbre de haute tige pour au moins 6 places, avec des essences adaptées au climat local. Les plantations peuvent être réparties sur la périphérie de l'aire de stationnement.
- Soit avec des haies basses entretenues ou haies bocagères aux essences variées.






Dans le cas de réalisation d'ombrières photovoltaïques, ces plantations pourront être adaptées pour limiter les ombrages sur ces structures.

Le nombre minimum de places de stationnement est à réaliser à l'intérieur de chaque lot et devra correspondre aux besoins des installations et des activités en respectant les dispositions du PLU en vigueur.
Néanmoins, afin de créer des espaces verts de pleine terre supplémentaires, il est possible de mutualiser du stationnement entre lots par la création de parkings silo.

A l'exception des places pour les personnes à mobilité réduite ou celles pourvues d'ombrières, les places de stationnement extérieures seront réalisées avec des matériaux perméables ou semi-perméables, sauf contraintes techniques ou réglementaires ICPE.
Les aires de stationnement seront équipées pour partie de charges pour des voitures électriques ou hybrides et des places pour les deux-roues (vélos) seront prévues, conformément à la règlementation en vigueur.
Enfin, une attention particulière sera portée au développement des installations et aménagements favorisant les mobilités douces ou modes alternatifs à la voiture particulière (ex : circulations et emplacements vélos, point de rassemblement covoiturage…).

Par ailleurs, les aires de stationnement pourront être mutualisées entre plusieurs activités. Dans ce cas, une réduction de 10% des places exigées par le PLU sera appliquée.

ARTICLE 9 : AMENAGEMENT DES ABORDS ET ESPACES VERTS

a. ESPACES VERTS

L'aménagement de chaque lot devra faire l'objet d'un véritable projet paysager qui devra intégrer l'ensemble des contraintes paysagères et environnementales du site, à savoir :

- La limitation de l'imperméabilisation et le respect des trames vertes énoncées à l'article 5 et sur le règlement graphique PA10B.
- Le maintien et le développement de la biodiversité.
- Le renforcement des trames et continuités écologiques.

- Le programme afin de favoriser la biodiversité et préservation des espaces naturels distingue plusieurs typologies d'espaces :

. La trame végétalisée « fixe » représentant environ 5 hectares, qu'il convient de respecter quel que soit le découpage définitif des lots et le projet ;
. Les trames végétalisées « mobiles » représentant environ 4 hectares en cumul, situées prioritairement sur les limites latérales des futurs lots, leurs localisation et dimension pourront être ajustées en fonction de la délimitation et de l'organisation définitives des lots. En effet, leur nombre, leur largeur et leur emplacement pourront être adaptées de manière pertinente pour faciliter l'intégration et le fonctionnement des futurs projets, pour que leur superficie totale cumulée avec la trame végétalisée fixe soit d'environ 6 ha sur la partie Sud
. La trame verte de valorisation de la biodiversité (friche buissonnante), représentant environ 2 hectares, à respecter pour conserver et développer les habitats propices aux espèces présentes (reptiles, chiroptères ou avifaune notamment).

. les espaces boisés à maintenir en Nord du site. La zone de boisement existant pourra faire l'objet d'empiètement par les futurs bâtiments et voiries, plates-forme sous réserve d'une replantation pour surface au moins équivalente d'un jeune boisement le long de l'A26. Le choix des essences à replanter devra assurer une valorisation écologique du boisement et devra être validée par un écologue.

Conformément au cahier des charges du lotissement, il est rappelé que la SAS Champigny Les Sables, accompagnée de son paysagiste, validera les plans de plantations (typologies végétales, espèces par typologie, densité de plantation, taille) avant tout dépôt de permis de construire.

La trame végétale au sein des lots sera composée d'une mosaïque de Savarts alternant les trois strates : **savart herbacé**, **savart arbustif**, **savart arboré**, **à raison d'environ 1 tiers des surfaces végétalisées du lot** pour chaque strate de savart.

Ainsi, les végétaux choisis sur les lots devront être issus de la palette végétale locale spontanée et devront être adaptés à la fois au sol calcaire et au sol acide notamment sur la partie haute de la parcelle où se trouvent actuellement des peuplements de châtaigniers. **Une palette végétale préconisée pour chaque strate est indiquée et illustrée en ANNEXE 1 du présent document.**

Les plans de plantations comporteront autant que possible, notamment le long des clôtures, des haies arbustives associées à des strates herbacées et des bandes arborées propices à la biodiversité (insectes et avifaune).

Prescriptions concernant les plantations attenantes aux clôtures :

L'implantation des clôtures devra absolument s'accompagner d'un traitement paysager afin de garantir la qualité paysagère du site. Cette frange ou lisière aura une largeur minimale de 3 m pour assurer sa pérennité et le bon développement des végétaux. Elle devra également être suffisamment diversifiée pour compléter la clôture.

b. EQUIPEMENTS DESTINES A FAVORISER LA BIODIVERSITE

Afin de favoriser la biodiversité, plusieurs prescriptions sont à respecter :

- L'évitement des habitats des reptiles (cf. règlement graphique PA10B)
- création de gîtes artificiels ou abris et nichoirs pour les espèces présentes en avifaune, chiroptères et reptiles (voir exemples en ANNEXE 2)
- Préservation des arbres à cavités identifiés pour les chiroptères (cf. règlement graphique PA10B).
- L'adaptation des périodes de travaux en fonction des périodes propices aux espèces fréquentant le site.
- Lutte contre les espèces floristiques envahissantes.

- Méthodes « douces » pour les opérations de débroussaillage et balisage des secteurs à enjeux.
- Absence d'usages de produits phytosanitaires.
- Choix de palette végétale propice aux espèces présentes ou environnantes.
- Clôtures spécifiques assurant des perméabilités pour la faune.
- Limitation des nuisances pour la faune (éclairage, bruit…) lors des travaux et de l'exploitation des installations futures.
- Mise en place d'équipements et de mesures visant à préserver la trame noire

Issues du volet faune/flore de l'étude d'impact du projet de zone d'activités, ces mesures et actions seront précisées dans l'autorisation du projet et relayées par lot dans le cahier des charges de cession de terrain lors de la vente de lot.
Pour rappel, le cahier des charges prévoit :

- la mise en place sur chaque bâtiment d'un abri à hirondelle de fenêtre et d'un abri à rouge-queue noir à intégrer dans la construction ou fixer sur le mur après construction
- La création sur chaque lot d'un petit aménagement pour la faune (tas de pierres pour les reptiles, de bois ou feuilles pour les petits mammifères, gite pour insectes selon préconisations en annexe du CCCT)

ARTICLE 10 : ECLAIRAGE

L'éclairage au sein de la parcelle devra prendre en compte une maîtrise de l'énergie, et le développement de la biodiversité sur le site.
Dans l'optique d'un éclairage éco responsable, la pollution lumineuse sera limitée en mettant en œuvre les principes suivants :

- La sobriété énergétique : limiter la puissance installée au strict nécessaire ;
- La performance énergétique : intégrer des équipements économes en énergie (lampes basses consommation, variateurs...) ;
- L'utilisation d'énergies renouvelables.

Un éclairage discret est demandé, dont la luminescence ne doit pas être supérieure à l'éclairage public de la voirie. La position des lampes sur les mats sera orientée vers le sol, et non vers le haut, en limitant l'intensité et l'angle de rayonnement de la lumière.

Les flux lumineux ne devront pas éclairer au-delà des limites de chaque lot : le projet de chaque lot proposera donc des hauteurs de feu, des angles d'émission des flux lumineux et l'intensité lumineuse permettant de répondre à cette exigence.

Par ailleurs, le choix de luminaires programmables sur plages horaires ou avec capteurs de présence sera privilégié.

Afin de réduire les impacts sur la biodiversité et sur la qualité du ciel, il est demandé de privilégier les lampes émettant avec un spectre étroit. Il est demandé d'utiliser des dispositifs d'éclairage à LED avec des températures de couleur ambre environ 1800 K ≤ 2 700 K, ou, encore mieux, ≤ 2 300 K).

En vue d'un maintien d'une trame noire au sein du site, lorsque cela est compatible avec les activités du site, il est demandé de laisser tout ou partie de la parcelle avec peu, voire pas d'éclairage nocturne. Les zones plantées ne seront pas éclairées, et les espaces de stationnement seront limités à des balisages éventuellement associés à des variateurs / détecteurs de présence.

Des restrictions d'éclairage sont prévues le long des zones de boisement et des aires de préservation de la biodiversité. Ces mesures visent à minimiser l'impact de la lumière artificielle sur les écosystèmes sensibles, en protégeant les habitats naturels et en favorisant la faune nocturne.

ARTICLE 11 : ENSEIGNES, PRE-ENSEIGNES

L'installation d'enseignes, pré-enseignes et publicité sont soumises au règlement national, la commune n'ayant pas de règlement de publicité spécifique à ce jour. Lors d'un éventuel établissement de règlement de publicité, celui-ci se substituera aux dispositions suivantes.

- Les enseignes (inscription, forme ou image, apposée sur un immeuble et relative à une activité qui s'y exerce).
  Les enseignes sont interdites sur les toits terrasses. Elles seront placées sur les façades en respectant le principe de limitation des teintes choisies énoncé plus haut. Les caissons lumineux sont interdits.
  Les mâts sont interdits dans les trames vertes.

- Les pré-enseignes (inscription, forme ou image, indiquant la proximité d'un immeuble ou d'une activité déterminée).
  Les pré-enseignes seront limitées et réalisées dans le cadre d'une ligne de mobilier urbain homogène qui pourra être imposée par l'aménageur.

- Les publicités (inscription, forme ou image, à l'exclusion des enseignes et pré-enseignes destinée à informer le public ou attirer son attention)
  Toute publicité est interdite sur les bâtiments ou dans l'emprise des terrains privatifs. L'affichage publicitaire devra être exclusivement traité dans le cadre du plan de mobilier urbain retenu et imposé, intégrant les panneaux publicitaires et la signalisation intérieure de la zone.

ANNEXES

ANNEXE 01 : PALETTE VEGETALE

Conformément à l'article 9.a., la trame végétale au sein des lots sera composée d'une mosaïque de Savarts alternant les trois strates : **savart herbacé**, **savart arbustif**, **savart arboré**, **à raison d'environ 1 tiers des surfaces végétalisées du lot** pour chaque strate de savart.

La palette végétale préconisée pour chaque strate est la suivante :

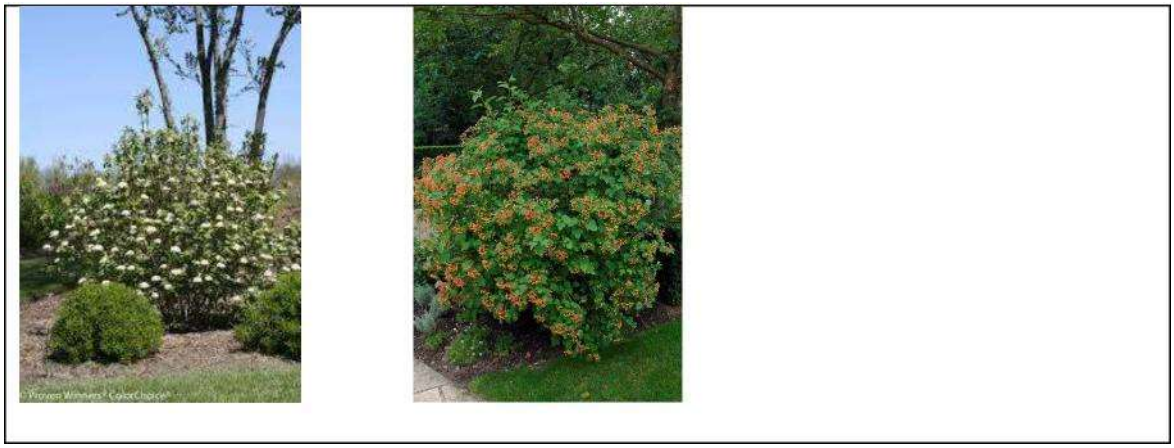
(D'autres espèces pourront être proposées et soumises à l'avis du paysagiste conseil du lotisseur).

STRATE SAVART ARBORE





STRATE SAVART ARBUSTIF



STRATE SAVART HERBACE

- Ensemble des plantes herbacées – vivaces et graminées, dont les graines sont naturellement présentes dans le sol champenois.

Les végétaux devront être issus de la palette végétale locale spontanée et devront être adaptés à la fois au sol calcaire et au sol acide notamment sur la partie haute de la parcelle où se trouvent actuellement des peuplements de châtaigniers.

Les plans de plantations comporteront autant que possible, notamment le long des clôtures, des haies arbustives associées à des strates herbacées et des bandes arborées propices à la biodiversité (insectes et avifaune).

ANNEXE 02 : AMENAGEMENTS EN FAVEUR DE LA FAUNE (abris, gîtes etc.)

- Des abris/gîtes d'aspect ordonné comme des tas de bûches rangées (L4 x l2 x h1,5 m), des murets en pierres empilés (L5 x l0,4 x h0,5 m), constitués de pierres assez grosses et plutôt aplanies avec une bonne exposition au soleil *etc* ;



Figure 10. Muret de pierres sèches favorables aux reptiles (source : Auddicé)

- Des hibernaculums d'aspect naturel, chaotique, comme des tas ou des andains de bois mort (récupéré à l'occasion des travaux de défrichement), de souches, de bloc de pierres partiellement recouvert de terre végétale.

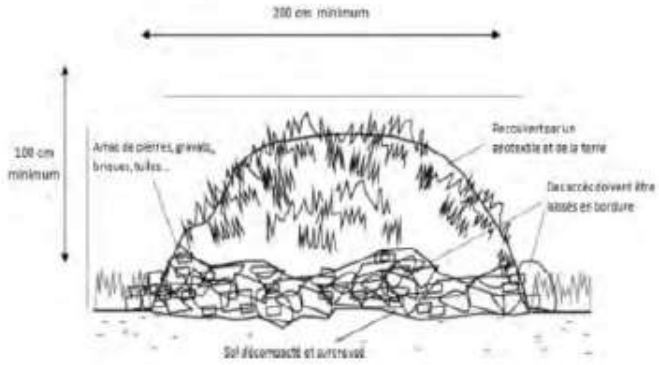


Photographie 2 : andain sur un écopont (A10 - DTer SO)

Figure 11. Andain de bois et de pierres. (Extraits de : Cerema, 2015. *Infrastructures Linéaires de Transport et Reptiles)*



Figure 12. Tas de bois et de souches recouvert de terre végétale. Un géotextile perméable (facultatif) sépare la terre des rondins. (Source : *www.conservationandaccess.co.uk)*



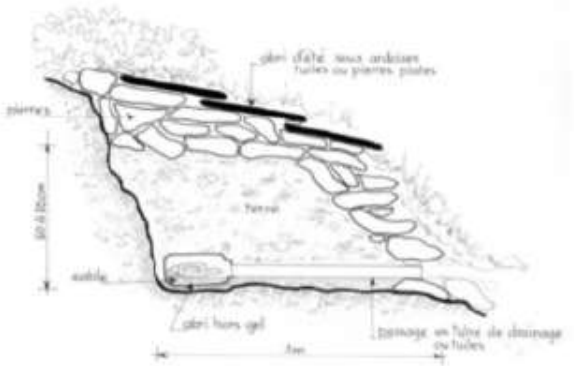


Figure 13. Schémas d'hibernaculum (*LPO Isère et La Maison de Quartier La Bellangerais*)



Figure 14. Nid artificiel pour Hirondelle de fenêtre



Figure 15. Planches antifientes installées sous les nids artificiels

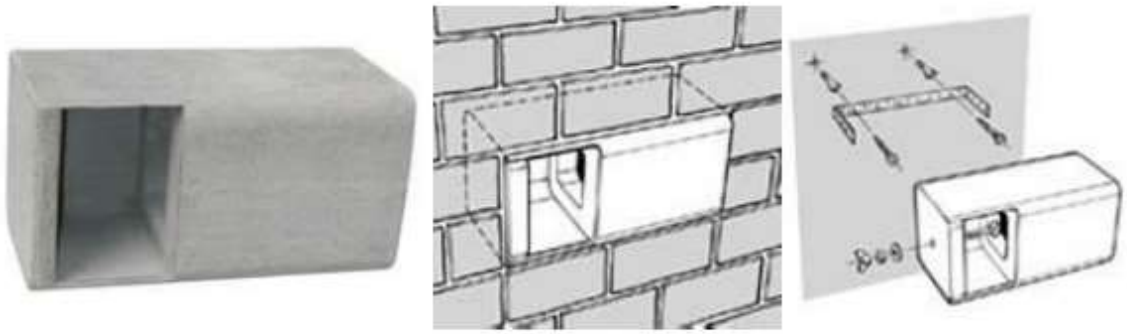


Figure 17. Nichoirs à Rougequeue noir

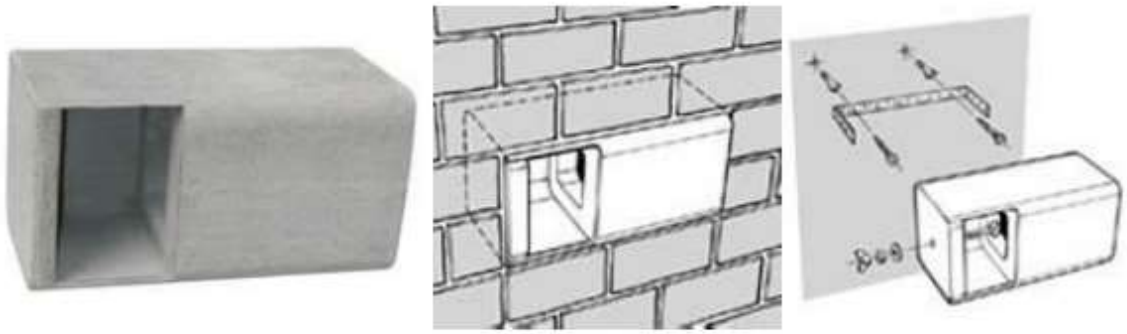


Figure 17. Nichoirs à Rougequeue noir



Figure 20. Modèle de nichoir à Grimpereau des jardins (*Source : Schwegler 2B – 141/2*)



Figure 21. Autre type de nichoir à Grimpereau des jardins (artisanal)



Figure 23. Modèle de nichoir à Moineau domestique (*Source : Schwegler 1SP – 590/8*)



Figure 24. Illustration de l'utilisation d'un nichoir à moineaux

Des gîtes spécial façades :



Figure 28. Gîte spécial façade (Schwegler modèle 1WQ par exemple)

Des gîtes de reproduction et d'hibernation à encastrer :

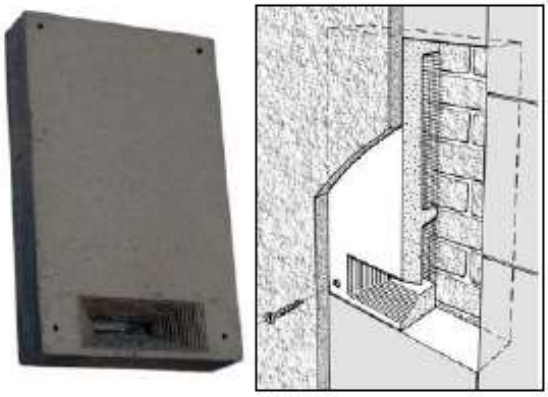


Figure 29. Gîte d'hibernation à encastrer (Schwegler modèle 1WI par exemple)



Figure 32. Gîte à chauve-souris Schwegler 1FF



Figure 33. Gîte à chauve-souris Schwegler 1FF



CHARTE DEMARCHE ENVIRONEMENTALE FAUBOURG PROMOTION

Version 2024

Introduction

Faubourg Promotion, en tant qu'acteur de l'immobilier d'entreprise, est conscient de sa contribution importante aux émissions de Gaz à effet de serre et, plus largement, de son impact sur l'environnement. Au-delà des démarches environnementales menées individuellement sur chaque projet depuis de nombreuses années, Faubourg Promotion renouvèle aujourd'hui ses engagements sur le développement durable et définit dans la présente charte les objectifs qui s'imposeront à l'ensemble de ses projets.

Les engagements de la charte sont alignés sur les enjeux environnementaux majeurs actuels et correspondent également aux sujets sur lesquels les projets de Faubourg Promotion peuvent avoir le plus d'effet.



Bas carbone


Biodiversité


Energie


Gestion de l'eau

Charte entre l'Afilog Et l'Etat

Faubourg Promotion est d'ores et déjà engagé dans l'intégration des sujets environnementaux sur ses projets immobiliers. L'entreprise est notamment signataire de la charte conclue entre l'Afilog et l'Etat sur le développement durable. Cette charte de 2021 engage Faubourg Promotion sur un certains nombres de points qui sont rappelés en Annexe 1.

Le présent document va dans le sens de la charte Afilog, en développant plus avant les objectifs de Faubourg Promotion sur les thématiques centrales du développement durable.

LES ENGAGEMENTS DE FAUBOURG PROMOTION

I. Conception et construction durable

Empreinte carbone des projets immobiliers



Le carbone est devenu une unité de mesure incontournable de la qualité environnementale. Sur chaque projet, Faubourg Promotion s'engage à réaliser une étude d'analyse de cycle de vie selon les standards de la RE 2020 (tels que définis par le CSTB dans le cadre des travaux menés avec l'Afilog).

Cette étude sera réalisée par un bureau d'étude spécialisé et couvrira l'ensemble des surfaces du bâtiment : logistique, activité, tertiaire, industrie…

Il sera prévu une mise à jour systématique de cette étude avant les étapes majeures du projet et notamment au stade du permis de construire, de la consultation des entreprises et de la livraison.

Ce suivi permettra de contrôler l'atteinte des objectifs de réduction de l'empreinte carbone fixés par Faubourg Promotion. A savoir ;

- Le respect d'une valeur seuil d'émission carbone par rapport à la surface et à la typologie du projet. Cette valeur seuil, telle que présentée ci-dessous, comprend l'ensemble des surfaces construite mais s'entend hors lots techniques.

Typologie	Seuil sur l'empreinte carbone
Entrepôt sec	450 kg eq CO2 / m²
Entrepôt multi température	580 kg eq CO2 / m²
Messagerie	560 kg eq CO2 / m²
Logistique urbaine	850 kg eq CO2 / m²
Activité	850 kg eq CO2 / m²

  Ces seuils seront ajustés tous les ans sur la base des retours d'expérience de Faubourg Promotion et des évolutions réglementaires éventuelles.

- La réduction de l'empreinte carbone d'au moins 10% entre le projet initial et le projet final. L'analyse de cycle de vie faite au stade PC servira de référence pour la mesure et l'attribution des réductions de l'empreinte carbone. Il est précisé que le projet défini en phase PC sera basé sur les FDES usuellement utilisées sur nos projets et non sur les FDES par défaut.

La responsabilité de l'atteinte de ces objectifs sera transmise à l'ensemble des acteurs de la conception et de la construction. Des écarts pourront être justifiés au cas par cas notamment dans le cadre du déploiement d'énergies renouvelables (sous réserve de justifier d'un « amortissement carbone » cohérent sur la durée de vie du projet).

D'ici 2026 Faubourg Promotion s'engage également à n'utiliser que des produits de construction pour lesquelles des FDES individuelles ou collectives existent. Au moins 80% de l'empreinte carbone des projets devra être évaluée via ce type de donnée.

L'ensemble des mesures ci-dessus ont pour objectif de nous intégrer dans la trajectoire de neutralité carbone mise en avant à l'échelle nationale via la SNBC ainsi que par la charte Afilog.

Fin de vie et démontabilité

Au-delà des problématiques de construction, Faubourg Promotion souhaite également anticiper systématiquement sur ses projets l'enjeux de la déconstruction. A ce titre une étude de démontabilité sera réalisée en conception pour maximiser les possibilités de récupération des ressources en fin de vie. Elle fera l'objet d'un rapport joint au dossier des ouvrages exécutés.

Dans le prolongement de cette démarche, Faubourg Promotion souhaite pouvoir s'engager d'ici 2028 sur un taux de valorisation théorique des matières premières présentes dans les bâtiments livrés.

Autres enjeux environnementaux liés à l'ACV

L'analyse de cycle de vie (ACV) permet une analyse multi-facteur de l'empreinte environnementale d'un projet. Afin de ne pas se focaliser uniquement sur le carbone, les résultats des ACV réalisées devront également indiquer l'empreinte du projet en termes de :

- Consommation d'eau
- Consommations de ressources énergétiques non renouvelable

Des objectifs sur ces indicateurs pourront éventuellement être fixés à l'avenir.

II. Production et gestion de l'énergie



Les projets portés par Faubourg Promotion sont variés et les besoins énergétiques, autant que les solutions techniquement pertinentes, seront à étudier au cas par cas.

Dans ce contexte, Faubourg Promotion s'engage via la présente charte sur l'étude systématique des solutions les plus prometteuses vis à vis du développement durable et à l'accompagnement de leur financement.

Afin de pouvoir analyser les solutions adaptées à chaque projet, et de proposer des schémas constructifs plus innovants et plus vertueux, un temps d'étude spécifique sera systématiquement prévu avant le dépôt du permis de construire ou du permis d'aménager. Ce temps d'étude rassemblera les compétences internes et externes nécessaires, avec pour objectif l'optimisation de l'enveloppe et de l'agencement des bâtiments.

Optimisations énergétiques passives

A l'échelle d'un bâtiment ou d'un parc, Faubourg Promotion s'appuiera systématiquement sur un bureau d'étude énergétique et sur la réalisation d'une simulation énergétique dynamique pour maximiser les performances thermiques passives. Cette étude devra prendre en compte les projections associées au réchauffement climatique.

Des solutions passives permettant de réduire les futurs besoins du ou des bâtiments d'au moins 10% seront identifiées et étudiées à minima jusqu'à la consultation des entreprises. Le retour sur investissement associé à ces solutions sera mis en évidence.

Schéma directeur énergétique

Ce temps d'étude spécifique sera également utilisé pour réaliser un schéma directeur énergétique, à l'échelle d'un bâtiment ou d'une zone d'aménagement, permettant de définir le potentiel maximal du projet (identification des énergies disponibles et exploitables, identification des potentiels usages et consommations, opportunités de mutualisation des besoins, stockage énergétique…).

Ce schéma directeur mettra en avant les modifications ou les mesures conservatoires nécessaires pour que le projet puisse atteindre ce plein potentiel (réseau mutualisé, disposition et orientation des toitures…).

Dans le cadre de ce schéma directeur énergétique, Faubourg Promotion s'engage notamment à proposer systématiquement une installation photovoltaïque maximale en toiture et sur les parkings de plus de 80 places. En fonction des besoins du site, les centrales pourront également être proposées sur les autres espaces disponibles, en priorisant les surfaces déjà imperméabilisées.

Le schéma directeur identifiera également au moins deux autres solutions énergétiques décarbonées qui devront être étudiées jusqu'en phase de consultation des entreprises. Ces solutions seront sélectionnées parmi la liste ci-dessous, qui sera mise à jour annuellement sur la base des retours d'expérience de Faubourg Promotion et des nouvelles solutions identifiées.

- Stockage énergétique
- Hybridation des chaudières par hydrogène
- Mobilité Hydrogène
- Géothermie sur nappe ou sur sondes
- Eolienne de toiture
- Service de soutien au réseau et gestion des effacements
- Electrification de la flotte et mise en place de bornes IRVE

Pour accompagner ses clients dans le déploiement des solutions ambitieuses présentées par le schéma directeur énergétique, Faubourg Promotion confie la conception, la réalisation et le cas échéant le financement et l'exploitation de ces infrastructures à IDEC ENERGY, entité du Groupe IDEC disposant de l'expertise et des moyens nécessaires.

Engagement sur la performance globale

Concernant la performance énergétique globale, Faubourg Promotion s'engage à justifier que la consommation théorique est inférieure d'au moins 20% aux objectifs du décret tertiaire, dans le cas où les projets y sont soumis.

Cette valeur sera revue annuellement sur la base des retours d'expérience et des évolutions réglementaires éventuelles.

III. Gestion de l'eau



Dans le cadre de ses activités d'aménagement, Faubourg Promotion est en capacité d'influer localement sur le cycle naturel de l'eau.

L'importance de cette ressource est un fait établi et Faubourg Promotion souhaite donc être proactif dans la prise en compte de cet enjeu autant dans le cadre de la planification des aménagements que des projets de construction qu'il engage.

Aménagement des parcelles

Pour le développement de ses projets, les sites déjà partiellement ou totalement imperméabilisés, et notamment les friches industrielles, seront ciblés prioritairement par Faubourg Promotion.

L'ensemble des projets portés par Faubourg Promotion feront l'objet d'une étude par un bureau d'étude spécialisé afin d'évaluer le potentiel du site pour l'infiltration et déterminer les meilleures implantations.

En complément chaque projet devra intégrer des mesures concrètes vis-à-vis de la gestion des eaux :

- Les parkings et les voiries pouvant être totalement ou partiellement végétalisées seront traitées de cette manière. Une perméabilité de 50% minimum est attendue sur l'ensemble des parkings.

- L'infiltration locale des eaux de voiries devra être maximisée, avec notamment la mise en place de noues plantées sur le plus de linéaire de parking et de voiries possible. Les bassins non imperméabilisés réglementairement seront également à traiter de manière perméable et écologique.

- L'ensemble des projets devra justifier de la capacité d'infiltrer à 100% sur la parcelle les pluies de 5mm. Dans le cas ou des critères propres au terrain ne permettent pas d'atteindre l'objectif, ils seront à justifier dans la conclusion des études de faisabilité menées par le bureau d'étude externe.

En plus des éléments ci-dessus, à minima deux solutions liées à l'imperméabilisation et au cycle de l'eau devront être étudiées dès les premières phases du projet et jusqu'en phase de consultation des entreprises.

Ces solutions seront sélectionnées parmi la liste ci-dessous, qui sera mise à jour annuellement sur la base des retours d'expérience de Faubourg Promotion et des nouvelles solutions identifiées.

- Une variante en parking silo pour les parkings de plus de 100 places,
- Toiture végétalisée,

- Réduction de l'imperméabilisation de 10% par rapport aux limites des documents d'urbanisme ou, à défaut de demandes réglementaires sur le sujet, maintien d'un coefficient d'imperméabilisation global inférieur à 80%
- Toiture biosolaire
- Façade végétalisée

Limitation des besoins

Tous les projets devront prévoir la mise en place d'une récupération d'eau pluviale pour limiter l'usage de l'eau potable. Cette récupération d'eau pluviale devra reprendre à minima 30% des surfaces imperméables de toiture.

Le volume des cuves de récupération seront étudiées au cas par cas mais elles devront être dimensionnées pour permettre d'alimenter à minima les sanitaires du site.

Les équipements sanitaires mis en place seront économes en eau et, combinés à la récupération d'eau pluviale, devront permettre d'obtenir la totalité des points selon le référentiel BREEAM NC 2016 (y compris le point exemplaire).

IV. Préservation et amplification de la biodiversité



La biodiversité est particulièrement difficile à quantifier, et chaque site dispose de ses qualités propres. Afin d'améliorer la prise en compte de la biodiversité sur ses projets Faubourg Promotion se reposera donc sur les expertises écologiques.

Intégration de l'expertise écologique

L'écologue sera mobilisé dès le démarrage du projet et aura systématiquement dans sa mission :

- Un inventaire écologique (complémentaire aux études réglementaires)
- La définition d'un projet paysager écologique
- La réalisation d'une liste des préconisations environnementales
- La formation des équipes impliquées sur le projet
- Le suivi des travaux
- La réception des espaces verts

L'écologue sera rattaché à Faubourg Promotion du début à la fin du projet et la gouvernance mise en place lui permettra de formuler ses exigences de manière libre afin de garantir un point de vue objectif sur le site et les préconisations écologiques.

Faubourg Promotion s'engage sur la base des études de l'écologue à travailler l'implantation de ses projets pour préserver les écosystèmes existants. Au-delà de la réglementation, les espaces hors emprise du bâtiment, jugés intéressants par l'écologue, seront conservés et protégés durant toute la phase chantier.

Faubourg Promotion ainsi que les entreprises impliquées sur le projet devront justifier de la réponse à l'ensemble des préconisations écologiques faites. L'écologue évaluera systématiquement à la livraison la qualité du projet par rapport à ses préconisations.

Aménagement des espaces verts

En complément des préconisations écologiques, des aménagements seront prévus systématiquement sur les projets de Faubourg Promotion. Ils seront adaptés et positionnés par l'écologue, qui sera le seul à pouvoir justifier d'une dérogation éventuelle en cas de non-pertinence des éléments ci-dessous :

- Pour l'ensemble des projets non urbains, plantation de haies champêtres composées d'arbres et d'arbustes sur deux rangées, sur un linéaire au moins équivalent à 60 % de la limite de propriété.

- Au moins 70 % du linéaire de haies est composé d'essences favorables aux pollinisateurs. Le traitement paysager du site devra permettre de fournir la faune en nourriture plus de 8 mois par an.
- La pollution lumineuse fera l'objet d'un traitement particulier, tous les sites livrés devront prendre en compte les trames noires et mettre en place des systèmes de pilotages fins permettant de limiter les éclairages au minimum réglementaire. Tous les éclairages extérieurs devront être gradables et pilotables par détection de présence (selon un asservissement modulable).

Labélisation sur la biodiversité

Afin d'acter de la qualité écologique des projets par un organisme tiers, l'ensemble des projets de Faubourg Promotion seront labélisés Biodivercity. Le niveau de labélisation sera fixé avec l'écologue en fonction de la parcelle et des enjeux associés.



ETUDE D'ENTREE DE VILLE POUR LA
COMMUNE DE CHAMPIGNY (51)

Juin 2025

SOMMAIRE

I – PREAMBULE 4

II – GENERALITES 5

III – LE SITE 6
Topographie du site 6
Visibilité générale du site 7
Visibilité du site par ses axes de communication 7

IV – LE PAYSAGE 8
Grand paysage 8
Composition du paysage rapproché 9
Patrimoine remarquable 10
Enjeux environnementaux 11
Occupation des sols dominante et parcelles agricoles sur le site 11

V – CONTRAINTES REGLEMENTAIRES 12
L'entrée de la ville et le PLU 12
La nécessité d'une adaptation du PLU de Champigny 12
Servitude 13
I4 – Lignes électriques 13
Monument historique 14
Risques naturels 15
Risques anthropiques 16
Étude acoustique 17
Qualité de l'air 17

VI – LE PROJET 18
Le parti d'aménagement 20
Le projet 21
L'influence du projet sur les milieux naturels 22

VII – LA PRISE EN COMPTE DES CRITERES DE VIGILANCE 23

VIII – LA TRADUCTION DANS LE PLU 25

IX – CONCLUSION 27

X – ANNEXE 28
Annexe 1 – Carte des points photo 28

I. PREAMBULE

La création d'une zone d'activité, objet de cette étude, se situe sur la commune de Champigny au croisement de deux axes de communication qui permettent d'entrer dans l'agglomération rémoise. La zone d'étude couvre près de 44 hectares. Ce projet va modifier leur paysage et la perception des premières visions de l'agglomération.

Dans un contexte élargi, les portes d'entrée dans les villes comportent généralement des espaces d'activités commerciales ou industrielles, des voies à grande circulation, des friches, mais aussi des espaces envahis par les panneaux publicitaires, peu propices à la qualité urbaine et paysagère, aux déplacements des modes actifs ; ainsi, les enjeux sont majeurs en ce qui concerne ces espaces.

Pour répondre à ces problématiques, la loi n°95.101 du 2 février 1995, dite « Loi Barnier », s'applique sur le territoire des communes traversées par une ou des voies dites à grande circulation depuis le 1er janvier 1997. Les dispositions de l'article 52 de cette loi (article L.111-6 (anciennement L.111-1-4) du Code de l'urbanisme), relatif au renforcement de la protection de l'environnement, instaurent une bande d'inconstructibilité le long de ces voies. Cet article, l'amendement Dupont, dispose que les constructions sont interdites dans une bande de 100 mètres de part et d'autre de l'axe d'une autoroute, des routes express et des déviations (code de la voirie routière) ; et de 75 mètres pour ce qui est des autres routes classées à grande circulation. Le décret n°2009-615 du 03/06/2009 définit les voies à grande circulation. Sur le secteur, sont concernées la RN31 et sa bretelle de sortie vers la RD275 (zone des Charmes) et l'A26. Les espaces concernés sont ceux situés en dehors des espaces urbanisés.
Toutefois, cette interdiction ne s'applique pas :

- aux constructions ou installations liées ou nécessaires aux infrastructures routières ;
- aux services publics exigeant la proximité immédiate des infrastructures routières ;
- aux bâtiments d'exploitation agricole ;
- aux réseaux d'intérêt public.
- aux infrastructures de production d'énergie solaire, photovoltaïque ou thermique
- à l'adaptation, au changement de destination, à la réfection ou à l'extension de constructions existantes.

L'article L.111-8 du Code de l'urbanisme dispose que le plan local d'urbanisme, ou un document d'urbanisme en tenant lieu, peut néanmoins fixer des règles d'implantation différentes de celles prévues dans l'article L.111-6 lorsqu'il comporte une étude spécifique sur une entrée de ville. Cette étude doit justifier qu'un projet dérogeant aux règles précitées serait motivé s'il prenait en compte les **nuisances**, la **sécurité** des usagers, la **qualité architecturale**, ainsi que la **qualité de l'urbanisme et des paysages**. Cette possibilité de dérogation est l'objet de cette présente étude.

La commune de Champigny et la Communauté Urbaine du Grand Reims souhaitent permettre le développement de l'urbanisation à vocation économique sur cette zone située au croisement de la N31 et de l'A26. La majorité du site est ouvert à l'urbanisation « à dominante d'activités » au sein du Plan Local d'Urbanisme (PLU) ; pour toute la partie située au Nord de la RD, un projet d'aménagement de pôle d'activité y est porté par un aménageur la SAS Champigny les Sables constitués de Nord Est Aménagement Promotion (**filiale** du Crédit Agricole du Nord-Est) et du groupe IDEC, dénommé ci-après le Groupement.
Le PLU de Champigny, adopté le 24 mars 2016 et modification approuvée le 16 décembre 2021, indique que les zones d'entrées de ville tangentées par l'A26 ou de la RN31, définies par le PLU en zones à urbaniser (AUX) ou en zones naturelles et forestières (N), sont assujetties à l'article L-111-6 en l'absence d'une urbanisation effective de ces zones. Le projet d'aménagement de l'entrée de ville le long de la RN31 est un élément clé du projet urbain de Champigny ; il nécessite donc l'étude d'entrée de ville suivante.

La méthode choisie pour cette étude s'est déployée en différentes phases :

- Une analyse du site dans son territoire élargi
- Le parti de projet et ses impacts
- La prise en compte des impacts du projet au regard de l'amendement Dupont



À noter :
La circonscription des Infrastructures et du Patrimoine (CIP) Nord, s'occupant du secteur rémois, dépend du Conseil départemental de la Marne. Elle gère les routes départementales, l'aménagement de leurs abords, et leur exploitation. C'est également elle qui délivre les autorisations de voirie en cas d'aménagement concernant ces routes.
Indépendamment de l'application du L111.6 du CU, la CIP Nord examine au cas par cas et peut recommander ainsi des reculs des constructions (15 m sur la RD275 et RD275 a par exemple).
Ces reculs s'appliquent le long de ces RD, en dehors des secteurs bâti existants (au droit du rd-point de la Garenne ou de la zone des Charmes)

II. GENERALITES

L'entrée de ville dans le contexte de l'agglomération

La communauté urbaine du Grand Reims, regroupant 143 communes, regroupe 296 749 habitants (Sources : Insee, RP2014 et RP2020 exploitations principales en géographie au 01/01/2023). Elle est le résultat d'une fusion de neuf structures intercommunales en janvier 2017. Il s'agit de la deuxième intercommunalité du Grand Est après Strasbourg Eurométropole, et la seule communauté urbaine de la région. Cela fait donc d'elle un pôle majeur de la région, et du quart Nord-Est de la France en général. Son dynamisme, notamment commercial, favorisé par l'accès TGV en 1h depuis Paris, se traduit par une bonne attractivité et une pression foncière accrue depuis plusieurs années.

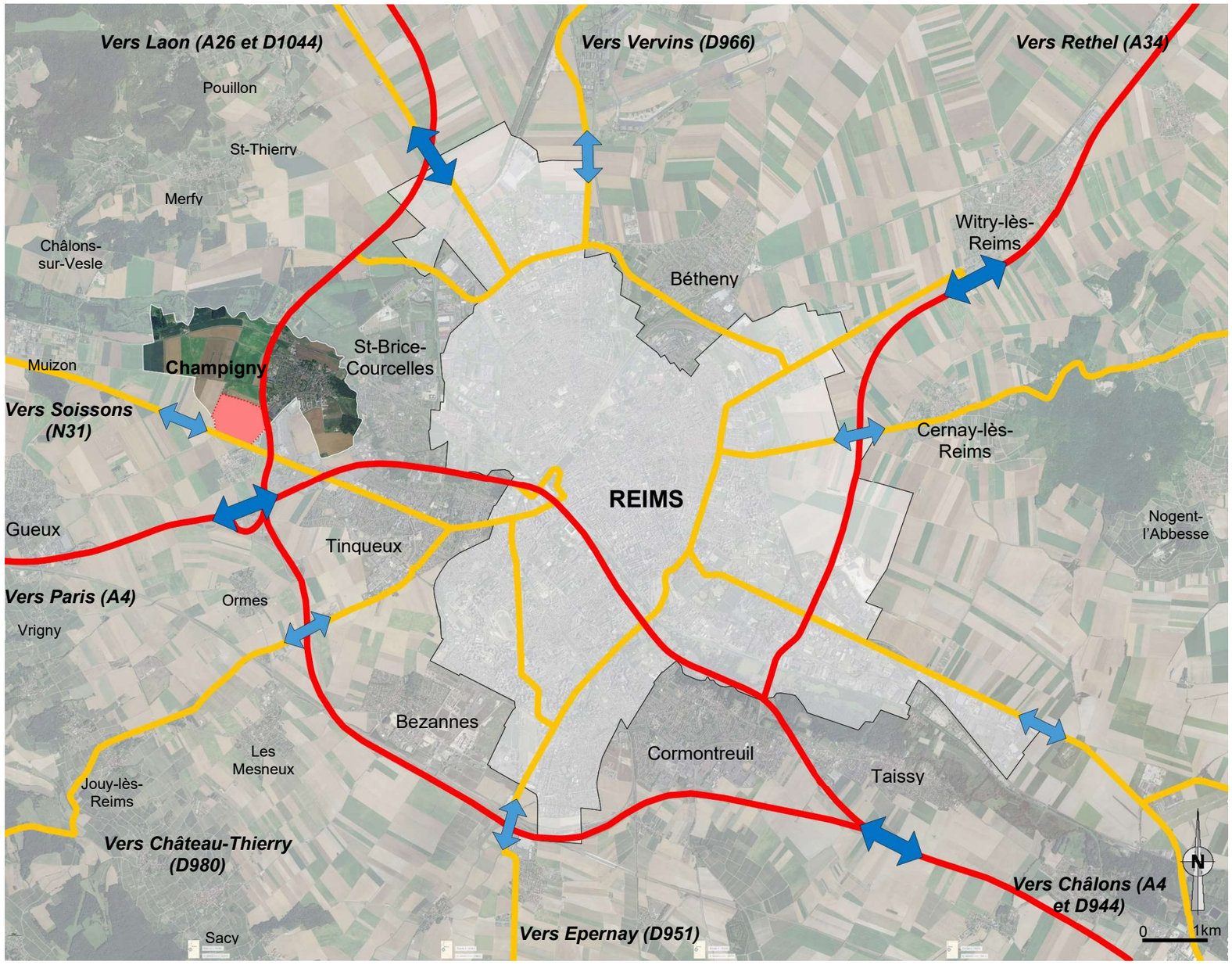
La commune de Champigny est située à l'ouest de l'agglomération centrale de Reims. Cette commune, de 1 585 habitants (Source : INSEE 2020), occupe une place importante dans la communauté urbaine. La commune est caractérisée comme la « porte Ouest » de l'agglomération dans le PLU communal. Le territoire est dynamique en termes d'emploi salarié, notamment grâce à la proximité immédiate de la zone commerciale Champéa, spécialisée en produits pour la maison. Le SCoT de la communauté urbaine (« SCoT2R ») place Champigny dans la catégorie de la rurbanisation, en tant que village dans la proche banlieue de la grande ville de Reims. Champigny se positionne en tant que territoire privilégié d'interface entre la ville et la campagne : elle est considérée comme « bourg structurant » dans le SCoT2R.

La carte ci-contre permet de resituer la commune de Champigny dans le territoire de Reims, et de comprendre son rôle en tant qu'entrée de ville. Champigny se situe au croisement de l'A26 qui relie Calais à Troyes, et de la N31, en provenance de Soissons.

C'est dans ce contexte que se situe le site qui fait l'objet de cette étude d'entrée de ville. Le lieu, à la jonction entre la N31 et l'autoroute A26, constitue une friche libre de toute occupation et où l'activité agricole a cessé en 2019 et est dépourvu d'aménagements. Seuls sont présents en limite sud le long de la RN31 et de la D275, un bâti (restaurant de la Garenne), un bassin de gestion des eaux départemental et une zone d'activité (sur la commune de Thillois).

Le territoire métropolitain du Grand Reims est structuré par de grands axes routiers et autoroutiers, qui en font un espace de circulation et de connexions.

La zone d'étude dans le contexte de l'agglomération et de ses principaux axes



Le territoire rémois est traversé par de nombreuses voies principales :

- Les autoroutes A26, A4 et A34
- Les Nationales N31 et N51
- Les principales départementales D951, D980, D151, D966, D944
- Des routes de desserte à faible flux, comme la D8, D26, D9 et les routes communales

III. LE SITE

Topographie du site

Le territoire du Grand Reims et de Champigny se situe en limite de la plaine de Champagne Crayeuse et des coteaux viticoles de la Montagne de Reims, sur les flancs de la Cuesta d'Ile-de-France. Dans cette plaine, le relief est assez faible, constitué de douces ondulations aux variations de quelques dizaines de mètres. Les champs en *open-field* et de rares bosquets boisés sont constitutifs du paysage. Tout cela participe de vues panoramiques du haut de ces ondulations, qui permettent d'apprécier ce grand paysage ouvert.

Le site de l'étude présente comme particularité un fort dénivelé, entre 85m au point le plus bas, et 114m avec la présence d'une colline qui propose un marqueur et un repère en relief. Cette colline a cependant déjà été aménagée pour être traversée par l'autoroute A26, ce qui la coupe en deux parties avec un important déblai sur son côté Est.

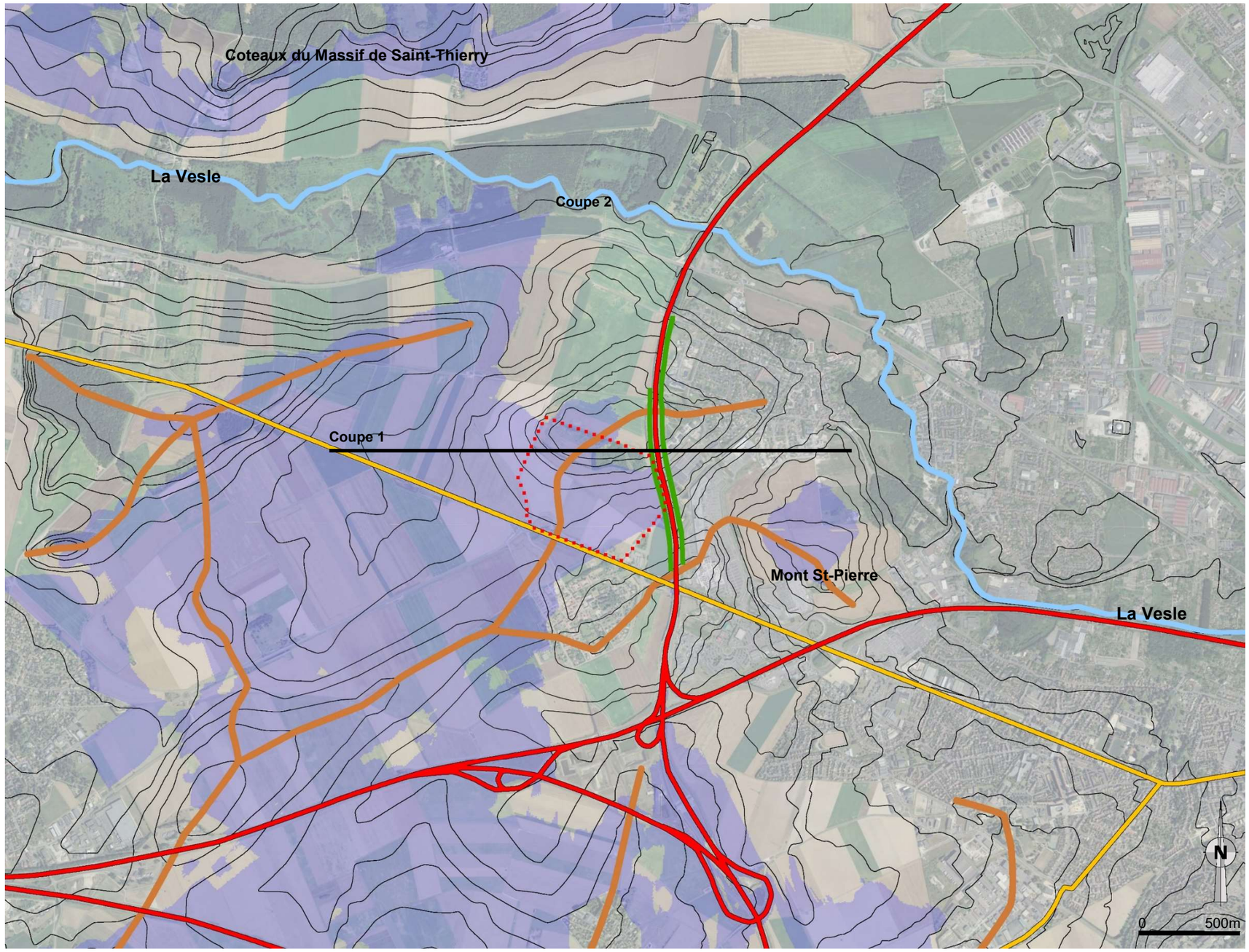
Visibilité générale du site

La configuration du site dans son territoire lui offre une large visibilité vers l'Est et le Sud. Ici, le site est visible avec reconnaissance sur des distances de 4 à 5 kilomètres.

Au nord, la ripisylve de Vesle interrompt momentanément sa continuité visuelle qui réapparait discrètement depuis les coteaux du Massif de Saint-Thierry.

À l'Est, une frange boisée située au sommet du déblai de l'autoroute A26 rompt toute relation visuelle avec ce côté de l'agglomération. La carte de visibilité ci-contre illustre bien ce principe.

Seule la butte du Mont St-Pierre, culminant à 104m au Sud-Est de la zone d'étude, offre une visibilité de la parcelle. À noter que le Mont St-Pierre est actuellement une zone agricole dénuée de bâtiments (sauf un monument de commémoration) située juste en surplomb de la zone d'activités Champéa.



Zone de visibilité du site
Zone d'étude
Ligne de crête
Autoroute
Nationale
Boisement sur talus autoroutier



Coupe 1 – Échelle 1/50000ème

Visibilité du site par ses axes de communication

Le site est fortement visible depuis la N31, dans le sens de Soissons ou en sortie de Reims, car la route se situe en contrebas de la colline. Il s'agit donc de prendre cela en compte pour l'aménagement du projet : de très nombreux conducteurs verront la zone de projet qui se doit donc de présenter une image qualitative, indiquant l'entrée dans l'agglomération rémoise. Il est à noter qu'à l'heure actuelle, aucune barrière naturelle (talus…) n'est présente le long de cette route. En provenance de Soissons, la vue est dégagée vers le grand bâtiment d'Ikea, situé juste au-delà de l'autoroute A26.

Depuis l'autoroute A26, la visibilité est faible dans la proximité immédiate du site, car l'autoroute est située en déblai par rapport à la colline. Cependant, des vues existent en s'éloignant de la zone, que ce soit en venant du Sud, ou à travers des interruptions dans le bandeau boisé le long de l'autoroute. En venant du Nord seul l'arrière de la limite parcellaire est lisible de par la présence de la coiffe arborée, et ce sur une courte séquence routière.

De fait, depuis la N31 à proximité du site de l'étude, il est possible d'apercevoir les tours de l'emblématique Cathédrale de Reims. Cela renforce la position de Champigny en tant que porte d'entrée Ouest de la ville de Reims.



Photo n°17 : Sur l'autoroute A26 en venant du SUD le site apparait sur une courte séquence entre le tissu urbain de Thillois et le bandeau boisé longeant la route



Photo n°2 : le bandeau boisé présent en haut du talus masque son sommet depuis l'autoroute A26



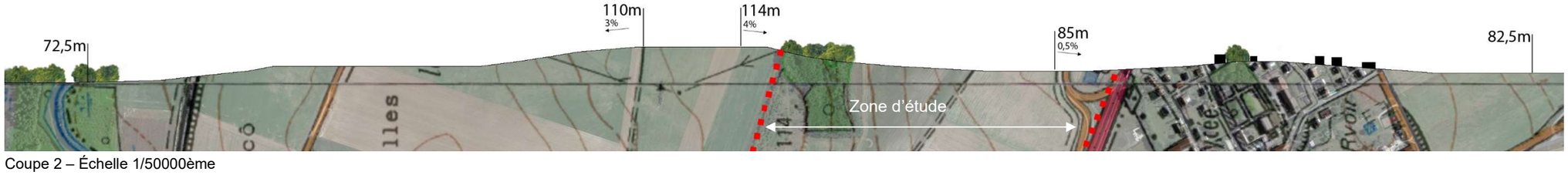
Photo n°3 : la vue sur le site depuis le pont de la N31 qui enjambe l'A26 : une autre surface d'activités est présente en covisibilité avec le site



Photo n°4 : les vues lointaines depuis la N31 offrent une bonne visibilité sur la zone de projet



Photo n°5 : un exemple de vue ouverte sur la plaine et la Cuesta en arrière-plan



Coupe 2 – Échelle 1/50000ème

IV. LE PAYSAGE

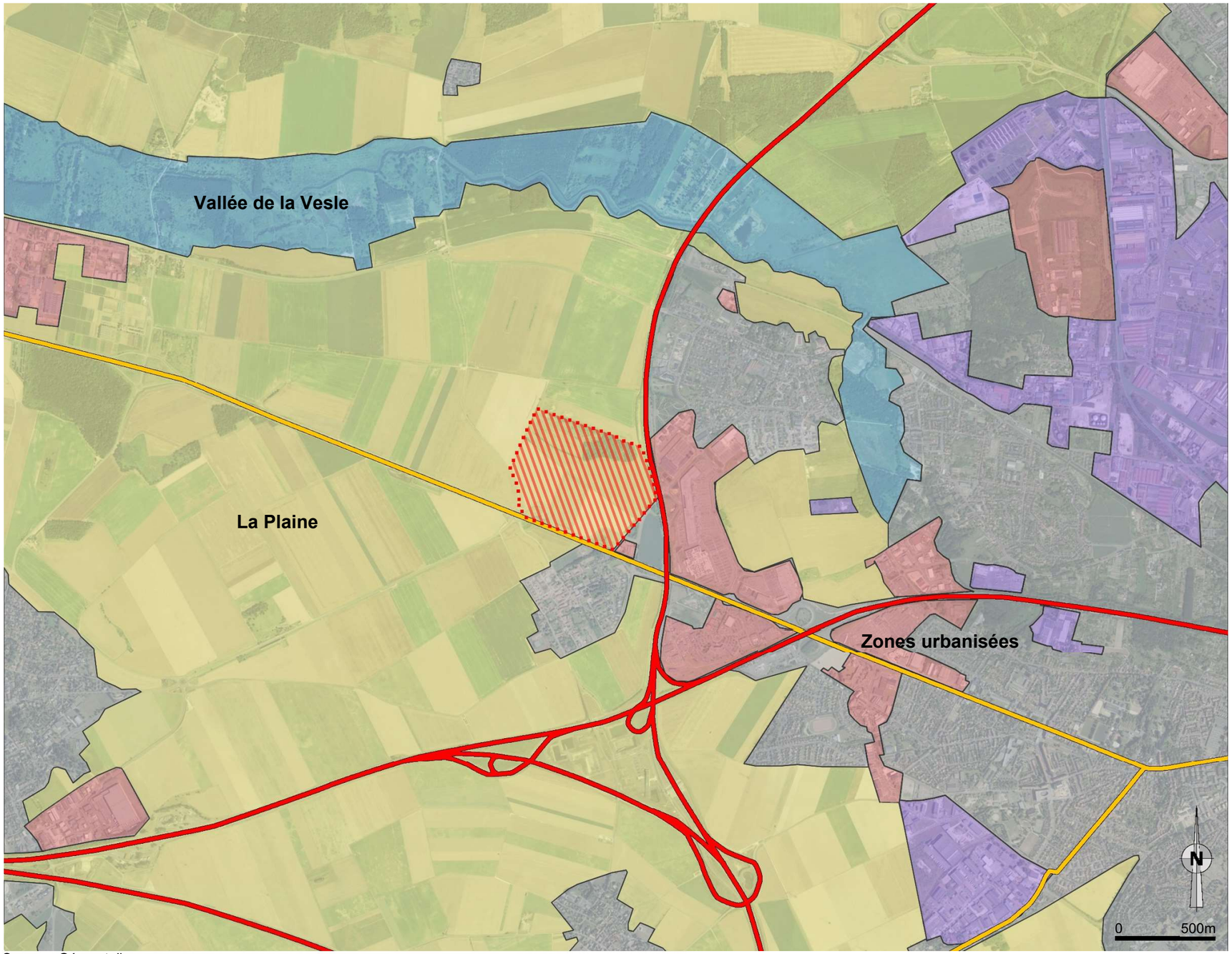
Grand paysage

Le grand paysage aux alentours de la zone d'étude est caractéristique de l'interface entre ville et campagne.

On peut distinguer trois grands ensembles :

- **La plaine** : paysage caractéristique de la Champagne crayeuse, de vastes champs en open field se succèdent dans un espace peu dénivelé, composé de douces ondulations dont les lignes de crête offrent alternativement des points de vue dégagés sur les alentours, ou des horizons fermés. De rares bosquets boisés ponctuent les champs sillonnés par les routes.
- **La vallée de la Vesle** : petit ruisseau, affluent de l'Aisne, la Vesle est abritée dans une épaisse couverture boisée (ripisylve), qui représente une zone naturelle d'importance.
- **Les zones urbanisées** : Reims constitue un cœur métropolitain d'importance ; des communes satellites (Thillois, Tinqueux, Champigny, Gueux...) sont situées aux alentours et desservies par des axes secondaires. La présence des zones d'activités ou industrielles à proximité de la zone d'étude souligne la cohérence de l'aménagement dans l'organisation générale de l'agglomération. La zone d'étude est située en limite entre la zone urbanisée à dominante d'activité et la zone de la plaine, agricole. Elle s'inscrit en continuité avec le tissu urbanisé alentour.

Ainsi, le projet de pôle d'activités viendrait étendre le tissu urbain de l'agglomération rémoise au-delà de la zone d'activités Champéa et de l'autoroute A26.
Elle représenterait, depuis la N31, la première zone visible de l'agglomération et de Champigny, en avant plan de la zone commerciale de Champéa et de l'infrastructure autoroutière. Elle ferait écho à l'urbanisation du village de Thillois situe au Sud de la RN31.
Il s'agit donc de traiter de façon qualitative l'aménagement du site pour faire de cette entrée de ville une vitrine de l'attractivité de la métropole.



Source : Géoportail

Tissu urbanisé – Dominante Habitations
Tissu urbanisé – Zones d'activités commerciales
Tissu urbanisé – Zones industrielles
Vallée de la Vesle
Champagne crayeuse
Zone d'étude
Autoroute
Route nationale

Composition du paysage rapproché

À l'Est de l'A26, au Nord-Est du site, le territoire est composé d'habitats peu denses, de quartiers résidentiels aux maisons individuelles avec jardin. Des quartiers ont été construits récemment en périphérie de la commune.
En vis-à-vis de la zone d'étude, se situe la récente zone commerciale et d'activités de la Charme, regroupant supermarché, commerces et bureaux, qui agit comme un tampon entre l'autoroute et les habitations.

Immédiatement à l'Est du site se situe la zone d'activités commerciales dite de Champéa, avec notamment la présence du magasin IKEA qui attire beaucoup de visiteurs, issue du département voire de plus loin. Les grands bâtiments caractéristiques de telles zones commerciales bloquent la visibilité en direction du site. Les bâtiments du projet viendraient ainsi s'inscrire dans une zone intercommunale de développement économique et de pôle d'activités. D'autres zones commerciales ou d'activités environnent le site, comme Reims Champigny ou le parc d'affaires Reims Champagne.

Il faut souligner que cette zone d'activités ne présente que de très faibles relations visuelles avec le site de projet. Depuis cette zone, seule la frange supérieure du houppier du boisement existant apparait ponctuellement au-dessus des bâtiments.

On remarque qu'à l'heure actuelle, depuis la N31, c'est le grand bâtiment d'Ikea qui est le plus visible et marque l'entrée dans l'agglomération. On peut supposer que les bâtiments du pôle d'activité ne seront donc pas surprenants dans un environnement similaire.

À l'approche de l'A26, le resserrement de l'urbanisation aux abords de la RN31 avec les extensions récentes du village de Thillois au Sud et la ZA existante au droit de la RD275 au Nord annonce l'entrée dans l'aire urbaine, qui s'intensifie à la traversée de l'A26.

La zone d'études offre actuellement des espaces ouverts issus d'anciennes terres cultivées aujourd'hui en friches, où seuls sont présents des chemins servant les activités agricoles alentour et des constructions et aménagements ponctuels le long de la RN31 (restaurant de la Garenne et bassin dans le prolongement des activités présentes le long de la RD275).
L'importance des grands axes dans le secteur et leur caractère fonctionnel et routier (grandes vitesses) prend le pas sur les ambiances paysagères et urbaines.

Le projet de pôle d'activité envisagé semble répondre aux aménagements situés immédiatement de l'autre côté de l'autoroute A26, à l'Est, avec les zones d'activités commerciales. La présence de l'autoroute et de la N31, mais aussi de la départementale D275 en bordure du site, représente un atout pour la création d'une zone à vocation d'activités.


Photo n°6 : la plaine et ses grandes cultures sont ponctuées de bosquets boisés


Photo n°7 : la ripisylve de la Vesle crée une frontière naturelle avec les champs et le réseau routier


Photo n°8 : les zones d'activités sont très fréquentes en périphérie urbaine, et forment un vis-à-vis direct avec la plaine


Photo n°9 : le boisement classé de la parcelle de projet émerge depuis la zone d'activités de Champéa


Photo n°10 : de nouveaux lotissements en bordure des communes


Photo n°11 : la densité du bâti ancien des centres-bourgs masque des vues vers la plaine

Patrimoine remarquable

Patrimoine naturel

Les zones de patrimoine naturel (ZNIEFF, PNR, NATURA 2000…) sont situées à plus de 1km du site. Aucune ne concerne la zone d'étude.

Un boisement est présent sur le site : il coiffe par sa silhouette arborée le sommet de la colline et est perceptible dans le paysage.
Formé de robiniers faux acacias (espèce invasive), il s'est constitué spontanément. Ses qualités naturelles (boisement en plaine, spot pour certaines espèces communes de faune) en font un élément structurant dont il convient de préserver la silhouette sur la tête du coteau.
En revanche, par défaut d'entretien et de gestion, il offre des qualités écologiques et floristiques très modestes et pourrait être ponctuellement aménagé dans le cadre du projet envisagé et valorisé à terme par une meilleure gestion et la plantation de nouveaux sujets assurant sa continuité vers l'A26.
Son déclassement (il est partiellement inscrit en EBC au PLU de Champigny) est donc envisagé, pour à la fois :

- Supprimer l'incohérence de la réalité du boisement (périmètre EBC non concordant avec le boisement existant)
- Prendre en compte sa qualité écologique modeste et les aménagements ponctuels autorisés. Une reconstitution des parties éventuellement atteintes par le projet pourrait être réalisée avec des essences plus adaptées à une valorisation écologique à long terme.

Patrimoine bâti ou culturel

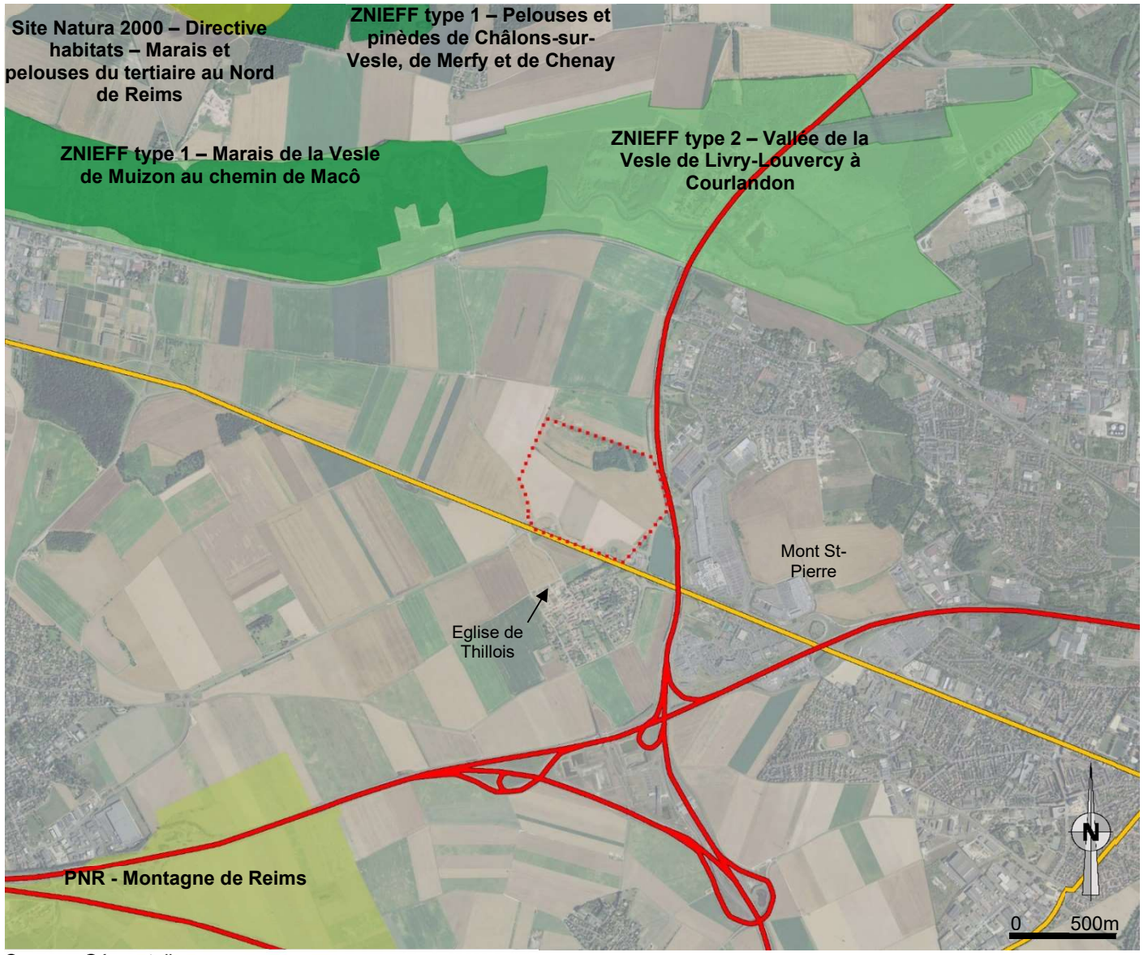
Il faut aussi noter qu'un périmètre de 500m de protection de la visibilité aux abords de l'Église de Thillois, dont les ruines du 13e siècle sont classées aux Monuments historiques, s'applique sur le sud du site.
Ce périmètre se superpose à la frange Sud de la zone. La visibilité du site depuis l'église de Thillois est inexistante. Le site ne dispose d'aucun cône de visibilité depuis la commune de Thillois.

L'église de Thillois présente une covisibilité avec le site depuis des routes mineures, majoritairement des dessertes agricoles ainsi que la route communale reliant Gueux et Thillois ; seul le haut du clocher est visible avec la zone de projet dans un panorama élargi. Cette partie de l'église n'est ni classée ni inscrite à l'inventaire des Monuments historiques. De plus, la zone de projet n'est pas visible directement en arrière-plan depuis l'église.

Enfin, aucun point de vue vers la zone de projet n'est possible depuis le centre du village de Thillois. Une vue rapprochée de l'église, dans le sens de la zone de projet, ne permet aucune covisibilité grâce à une ligne de crête au sortir du village.

Le monument commémoratif présent sur le Mont Saint-Pierre possède un point de vue sur la zone de projet. Cependant ni le monument ni la colline ne sont inventoriés aux Monuments historiques. Ils surplombent déjà la zone d'activités Champéa et Maison+.

Le patrimoine naturel dans le secteur d'entrée de ville Ouest



Source : Géoportail



Photo n°13 : la vue depuis le parc à proximité de la zone d'activités des Charmes domine l'autoroute et donne sur la bande boisée du talus en bord de parcelle



Photo n°14 : la vue depuis le monument du Mont Saint-Pierre : la zone Champéa, l'autoroute et un grillage sont déjà présents

Enjeux environnementaux

Une étude des impacts sur la biodiversité (faune et flore) a été menée sur le site par des BE écologues (BIOTOPE et AUDICCE) à partir :

- D'un diagnostic établi par des inventaires naturalistes « 4 saisons » en 2018 actualisé en 2022 (BIOTOPE)
- D'un état des lieux des enjeux (BIOTOPE et AUDICCE)
- D'une évaluation des impacts bruts et résiduels du projet, conformément aux dispositions du code de l'Environnement. (AUDICCE)

L'analyse des enjeux écologiques dans la zone d'étude du projet révèle des niveaux d'enjeu écologique faibles pour les habitats naturels, la flore, les insectes, et les mammifères terrestres, et aucun enjeu pour les amphibiens.

Pour la flore, les enjeux écologiques sont globalement modestes, avec trois espèces considérées comme patrimoniales. Mais, aucune espèce végétale n'est classée comme protégée sur le site.

Pour les oiseaux, en particulier pendant la période de reproduction, la zone présente des enjeux moyens, et forts ponctuellement (diversité d'espèces nicheuses) sur certains secteurs limités au niveau de la friche et des lisières du boisement existant. En revanche, en période internuptiale, les enjeux pour l'avifaune diminuent considérablement.

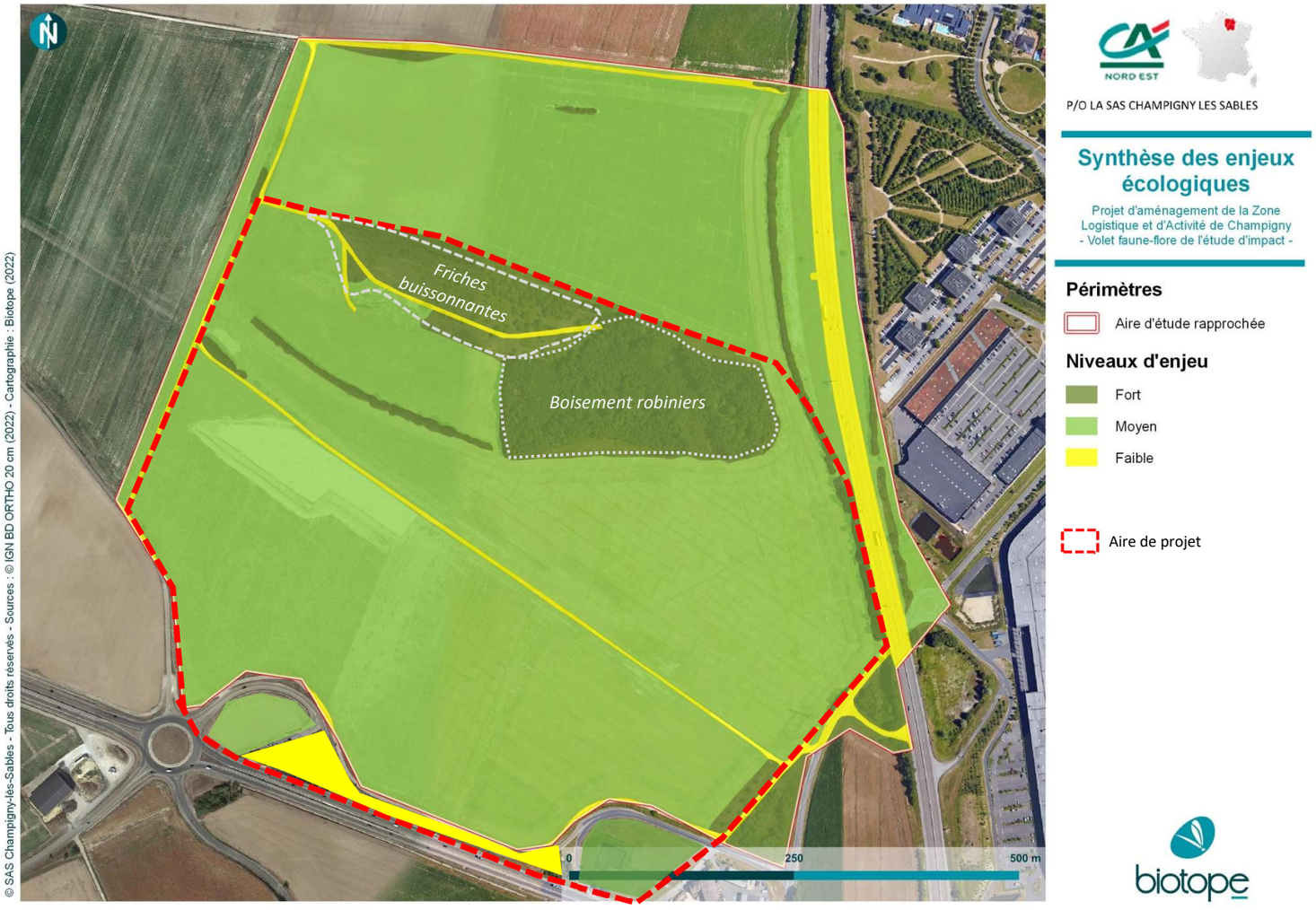
En ce qui concerne les chiroptères, la zone d'étude présente un enjeu écologique moyen, pouvant être fort ponctuellement notamment pour certaines espèces de chauves-souris qui utilisent les lisières de la zone boisée et les haies comme corridors pour accéder à leur zone de chasse. On notera la présence de trois espèces de chauves-souris plus vulnérables (le Grand Rhinolophe, la Noctule commune et la Pipistrelle de Nathusius), qu'il convient de prendre en compte par des mesures de préservation d'arbres à cavités en lisières du boisement existant et de préservation ou reconstitution de haies sur le projet.

En ce qui concerne les reptiles, la diversité herpétologique de la région est faible à moyen localement. On notera la présence de trois espèces (dont une est quasi menacée), protégées et patrimoniales au niveau de la friche, au Nord du site.

Enfin, il n'a pas été identifié de zones humides sur le site.

En synthèse, les enjeux écologiques les plus importants sont identifiés au nord du site sur la friche buissonnante et sur des linéaires arborés en contact avec les milieux ouverts (lisières du boisement ou haies existantes).

L'analyse « Eviter/Réduire/Compenser » menée sur la zone d'études (cf. étude d'impact et évaluation environnementale du PLU) ont permis de minimiser les impacts du projet sur ces espaces à enjeux. Parmi ces mesures, on peut notamment retenir l'évitement et la préservation des friches buissonnantes et d'arbres à cavités, la présence d'espaces boisés préservés et/ou ponctuellement redessinés le cas échéant au Nord (aménagement, valorisation de l'existant, continuité boisée à développer et redessiner vers l'A26 et ses abords avec des essences plus adaptées et propices à la biodiversité…). De ce fait, la DREAL a estimé qu'aucune espèce et habitat protégés n'étaient atteints dans le cadre de l'aménagement global de la zone, exemptant ainsi le projet d'aménagement d'une demande de dérogation spéciale au titre du Code de l'Environnement.



Occupation des sols dominante et parcelles agricoles sur le site

Lors de la révision de son PLU, la commune de Champigny a fait le choix d'inscrire la zone d'étude en zone d'urbanisation future à vocation économique, au regard d'un bilan avantages-inconvénients des perspectives d'évolution du site.
En effet, outre les atouts du site en termes de développement économique (desserte, continuité de l'urbanisation…), la pérennité des exploitations s'avérait plutôt réduite par la faible probabilité de reprise : les exploitants en place en 2019 étant pour la plupart proches de la retraite, doublement actif, avec de faibles surfaces de culture… concluant à un réel risque de déprise agricole sur le site.

Aussi, les activités agricoles et cultures sur le site ont cessé en 2019.
Depuis, ces espaces ont laissé place au développement de friches annuelles nitrophiles. Assise sur des sols typiques de la Champagne crayeuse (dite aussi « pouilleuse »), ces formations sont constituées de formations herbacées de 50 cm à 1 m et d'une végétation naturelle, mais assez « pauvre » sur le plan écologique et peu diversifiée au niveau paysager.

V. CONTRAINTES REGLEMENTAIRES

L'entrée de ville et le PLU

Par délibération du 16 décembre 2013, le Grand Reims a identifié le secteur d'études (sur un périmètre plus large d'environ 54 ha) en « Zone d'intérêt communautaire », pour des aménagements à vocation économique métropolitains, sous le nom « Les Sables ».

Champigny participe ainsi à renforcer l'attractivité des sites économiques à l'échelle métropolitaine : avec l'aménagement de la zone pour des activités économiques, celles-ci se trouveraient davantage équilibrées sur l'ensemble du territoire de la communauté urbaine, et moins concentrées sur l'Est de l'agglomération. Elles s'appuient également sur une logique de couloir de développement vers l'Aisne (G10).

Ainsi, lors de sa révision en 2016, le Plan local d'urbanisme (PLU) de Champigny inscrit une grande partie du site identifié « Zone d'intérêt communautaire », en zone « 2AUX » (seule une petite zone « N » concerne la construction existante du restaurant de la Garenne).

La zone 2AUX est définie dans le règlement du PLU de Champigny de 2016 comme une « zone à urbaniser à dominante d'activités ». Elle constitue ainsi une réserve foncière permettant le développement futur d'activités économiques s'inscrivant dans la logique urbaine favorable aux espaces économiques aux abords d'axes structurants comme l'A26 et la RN 31.

Mais, elle est constructible sous réserve d'une modification du PLU permettant notamment de préciser le règlement de zone en adéquation avec un projet de développement économique intégré.

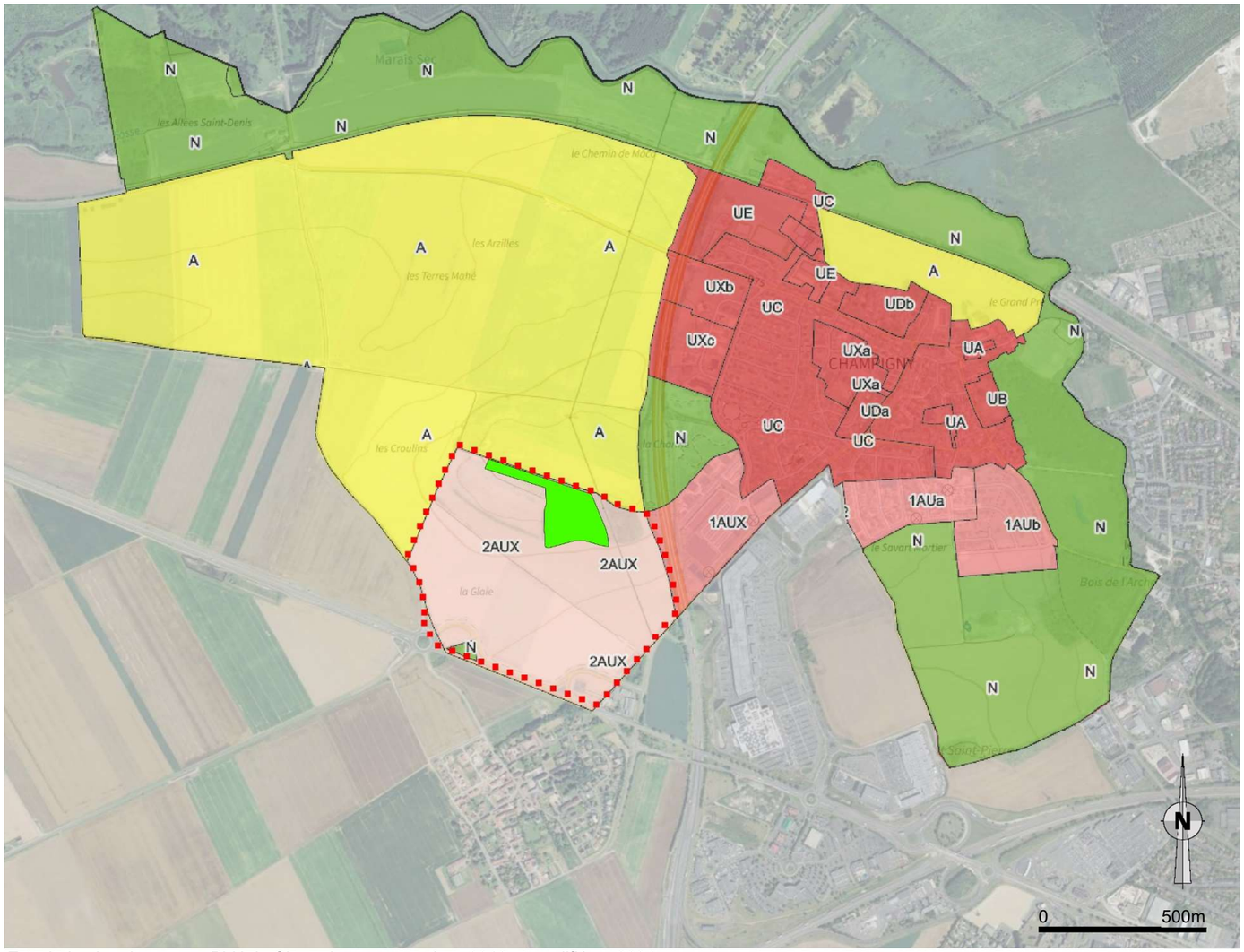
La nécessité d'une adaptation du PLU de Champigny

La réalisation du projet envisagé nécessite l'adaptation du PLU de Champigny adopté en 2016 puis modifié en 2021. Une procédure de mise en compatibilité du PLU par déclaration de projet a donc été lancée par la CUGR en mars 2022 dans le but de :

- Définir les dispositions règlementaires de zone permettant sa constructibilité par son classement futur en 1AUX
- Définir et modifier les OAP pour les adapter au projet envisagé
- Déclasser l'espace boisé classé (EBC) inscrit au PLU, étant précisé que :
    - le périmètre identifié en EBC au plan de zonage ne correspond pas à la réalité du terrain
    - faute d'intérêt forestier ou écologique du boisement (développement spontané de robiniers-faux acacias, espèce invasive), cette règlementation telle qu'inscrite au PLU n'est pas adaptée à une réelle valorisation du milieu.

Le site étant concerné par les dispositions « entrée de ville – amendement Dupont » issues des articles L111.6 à 8 du CU, cette procédure intègre la présente étude pour définir les aménagements et dispositions applicables aux abords de la RN31 (et sa bretelle de sortie vers la RD275-zone des Charmes) et de l'A26.

Le zonage réglementaire du PLU de Champigny – *en vigueur avant DPMEC en cours*



Extrait du plan de zonage PLU de Champigny approuvé en 2016 et modifié en 2021

Espace boisé classé

Zone d'étude

Servitudes

Les seules servitudes qui concernent le site sont liées :
I4 – Lignes électriques
AC1- monuments historiques

I4 – Lignes électriques

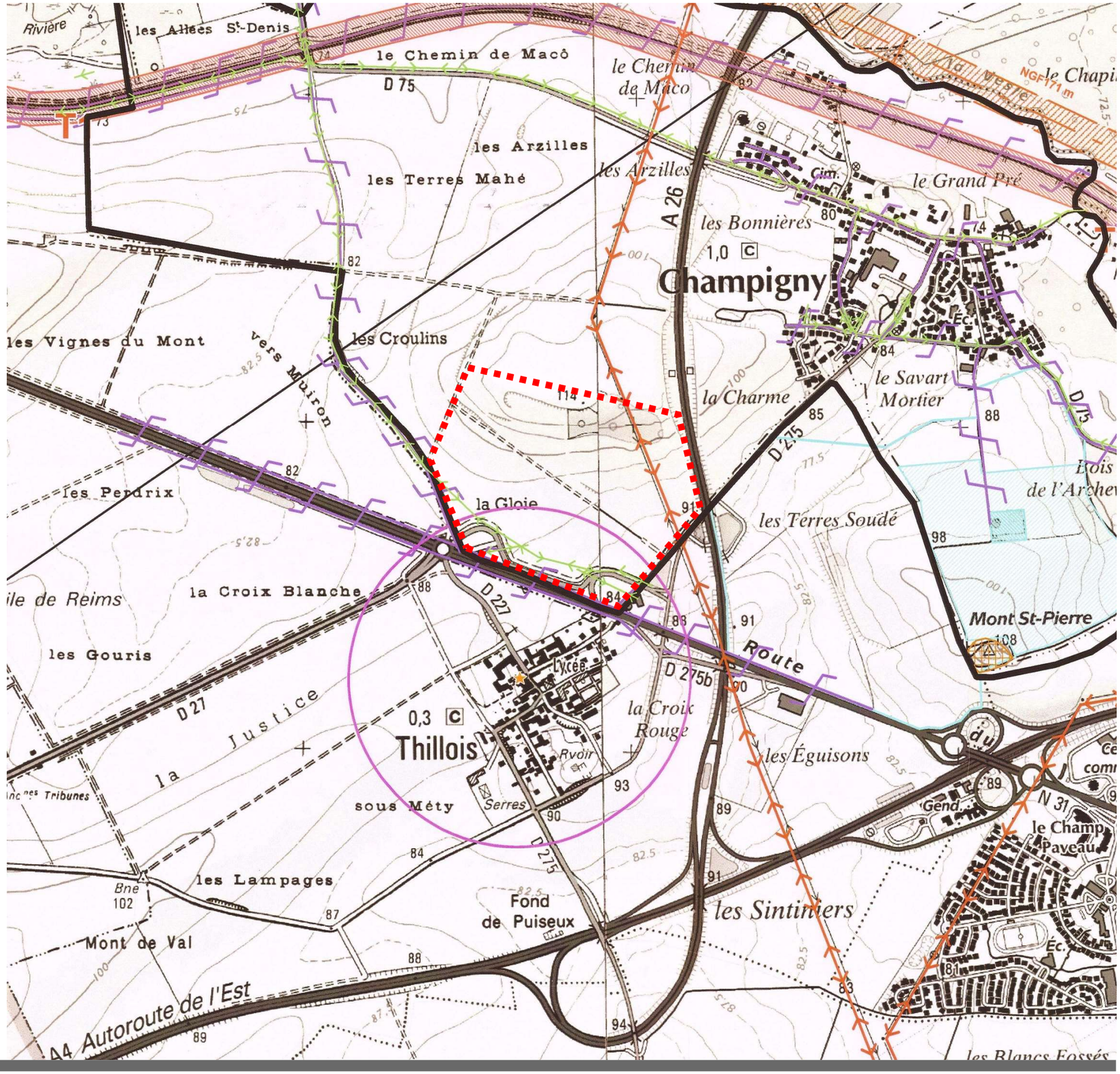
La parcelle étudiée est l'objet de servitudes d'utilité publique qu'il convient de prendre en compte dans le projet.

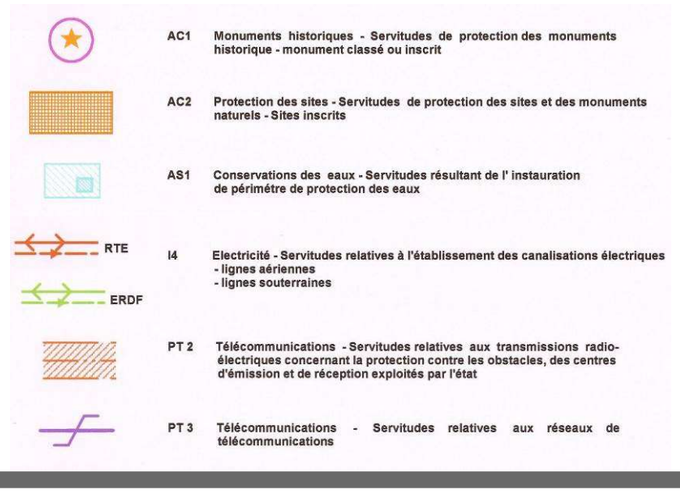
Le site est traversé par une ligne à haute tension de 63kV, avec la présence de deux pylônes (Servitude I4).
Tout projet d'aménagement aux abords d'une ligne électrique doit respecter les distances imposées par l'Arrêté technique interministériel du 17 mai 2001. Les distances à respecter dépendent du niveau de tension de la ligne électrique et de la nature des obstacles concernés.

Le Sud de la zone d'étude est également concerné par une ligne à basse ou moyenne tension Enedis (I4) qui longe la N31.

Des contraintes propres à chaque ligne s'appliquent autour des pylônes (zone de 35 m dans laquelle les travaux seront soumis à l'accord de RTE). Ces deux lignes ne représentent pas de danger en termes de champ d'électromagnétique pour une zone économique (exposition non permanente et diffuse).

Les servitudes d'utilité publique (*PLU de Champigny – en vigueur)*





AC1 - Monument historique

Une servitude de protection des monuments historiques s'applique autour de l’église de Thillois, dont les ruines sont classées au titre des Monuments Historiques. La servitude de protection (périmètre de 500 m) se superpose partiellement à la frange Sud de la zone d’étude.
Aussi, l’avis (conforme) de l’ABF sera sollicité sur les autorisations d’urbanisme pour l’aménagement du projet (Permis d’Aménager puis Permis de construire interceptant le périmètre des 500 m).

Il convient de préciser que :

La visibilité de la zone d’étude depuis le monument classé est inexistante. La zone d’étude ne dispose d’aucun cône de visibilité depuis la commune de Thillois.

L’église de Thillois présente une covisibilité avec la zone d’étude depuis des routes mineures, majoritairement des dessertes agricoles ainsi que la route communale reliant Gueux et Thillois ; seul le haut du clocher est visible avec la zone d’étude dans un panorama élargi. Cette partie de l’église n’est ni classée ni inscrite à l’inventaire des Monuments historiques. De plus, la zone d’étude n’est pas visible directement en arrière-plan depuis l’église.
Enfin, aucun point de vue vers la zone d’étude n’est possible depuis le centre du village de Thillois. Une vue rapprochée de l’église, dans le sens de la zone d’étude, ne permet aucune covisibilité grâce à une ligne de crête au sortir du village.



Photo n°18 : depuis une vue rapprochée de l'église, aucune covisibilité avec la zone d’étude ne peut être perceptible.

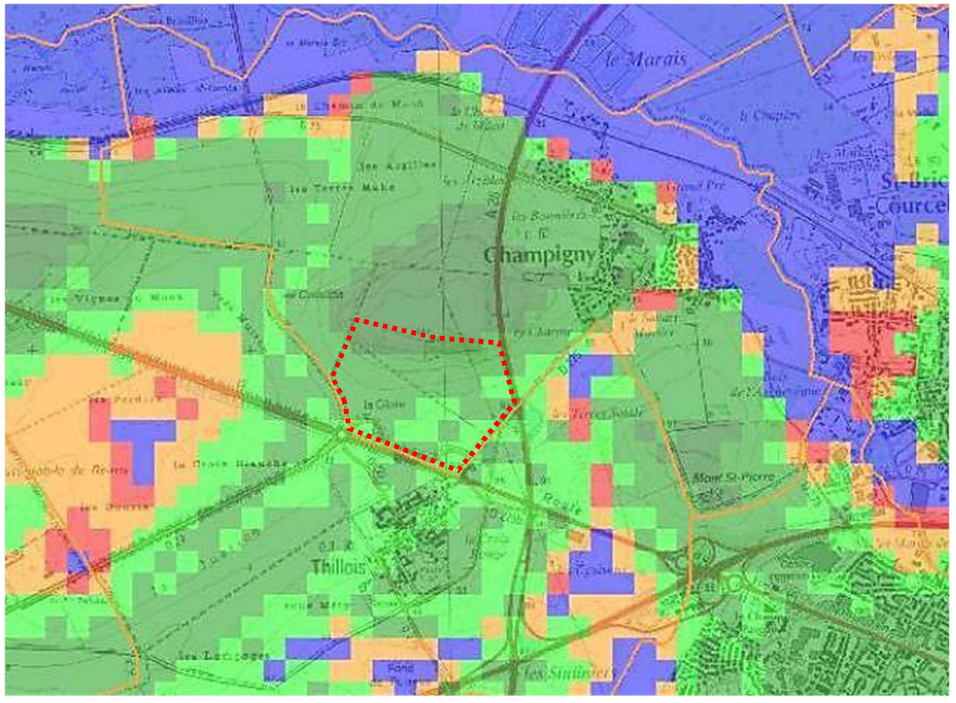


Photo n°19 : la covisibilité entre l’église de Thillois et la zone d’étude, depuis la route communale Gueux-Thillois : seule une partie du clocher est visible.

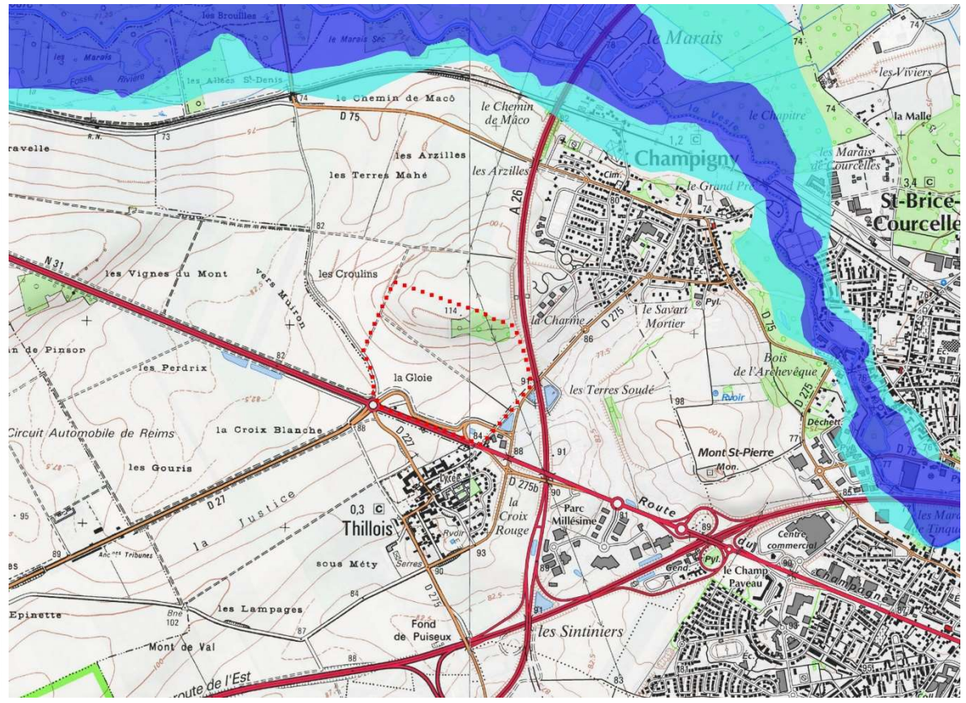
Risques naturels

Inondations

La zone d'étude est située en dehors de l'Atlas des Zones inondables (AZI) de la Vesle, ce qui signifie qu'il n'a jamais subi d'inondations.
La carte ci-contre des remontées de nappes phréatiques indique également une sensibilité allant de très faible à inexistante pour la parcelle.



Cartes des nappes affleurantes, Source : georisques.gouv.fr



Carte de l'atlas des zones inondables de la Vesle, Source : PLU de Champigny

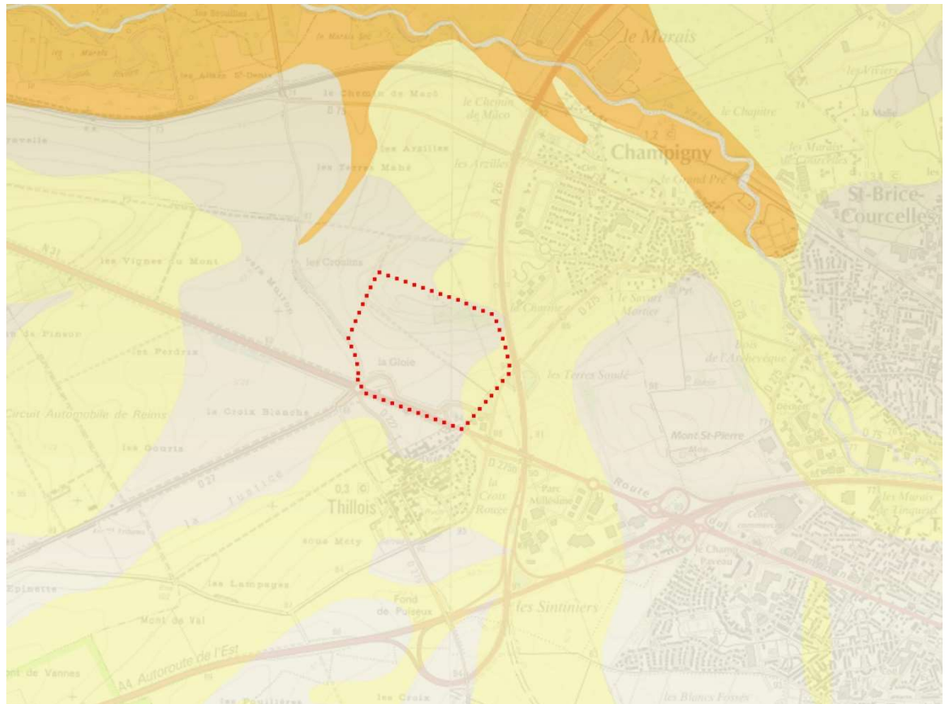
Gonflement des argiles

La zone d'étude est concernée par un risque très faible de gonflement des argiles : l'aléa est inexistant sur la majeure partie de la parcelle, et faible sur son côté Est.
Le haut du talus de ce côté, et son arrière, sont également classés en aléa faible, comme c'est le cas pour le reste de la commune de Champigny.

Cet aléa est dû à un retrait par assèchement des sols argileux lors d'une sècheresse, ce qui peut occasionner des déformations de la surface des sols et l'apparition de fissures.
Les zones où l'aléa est qualifié de faible sont concernées dès lors qu'une sècheresse importante intervient ; toutefois, les désordres ne toucheraient que rarement les bâtiments, et majoritairement ceux qui présentent des défauts de construction (source : Géorisques).

Sismicité

Le zonage sismique classe la commune et la zone d'étude en catégorie 1, à risque sismique très faible.



Cartes des risques liés à la présence des argiles, Source :georisques.gouv.fr

Risques anthropiques

Installations industrielles

Aucune installation industrielle n'est présente sur la zone d'étude ou dans sa proximité immédiate, comme les usines Seveso (Source : Géorisques). Elle n'est donc pas soumise aux risques d'explosions, de dégagement de produits chimiques ou d'incendies.

Transport des matières dangereuses

Vient ensuite le risque du transport de matières dangereuses, ou TMD, associé aux grands axes routiers et aux infrastructures de transports de produits dangereux (gazoducs, oléoducs, etc.). Aucun réseau de transport de gaz, d'hydrocarbures ou de produits chimiques n'est présent sur la zone étudiée et ses environs (Source : Cartélie).

Ce risque est présent à travers l'autoroute A26. Il peut se manifester à travers une explosion, un incendie, un dégagement de nuage toxique, mais aussi à la pollution du sol ou des eaux ainsi qu'à l'irradiation et la contamination, à cause du transport de matières chimiques. Ce risque est cependant diffus pour la zone d'étude, car l'autoroute, à proximité, est située dans un déblai, et isolée par un bandeau boisé le long de la zone.

Nuisances sonores

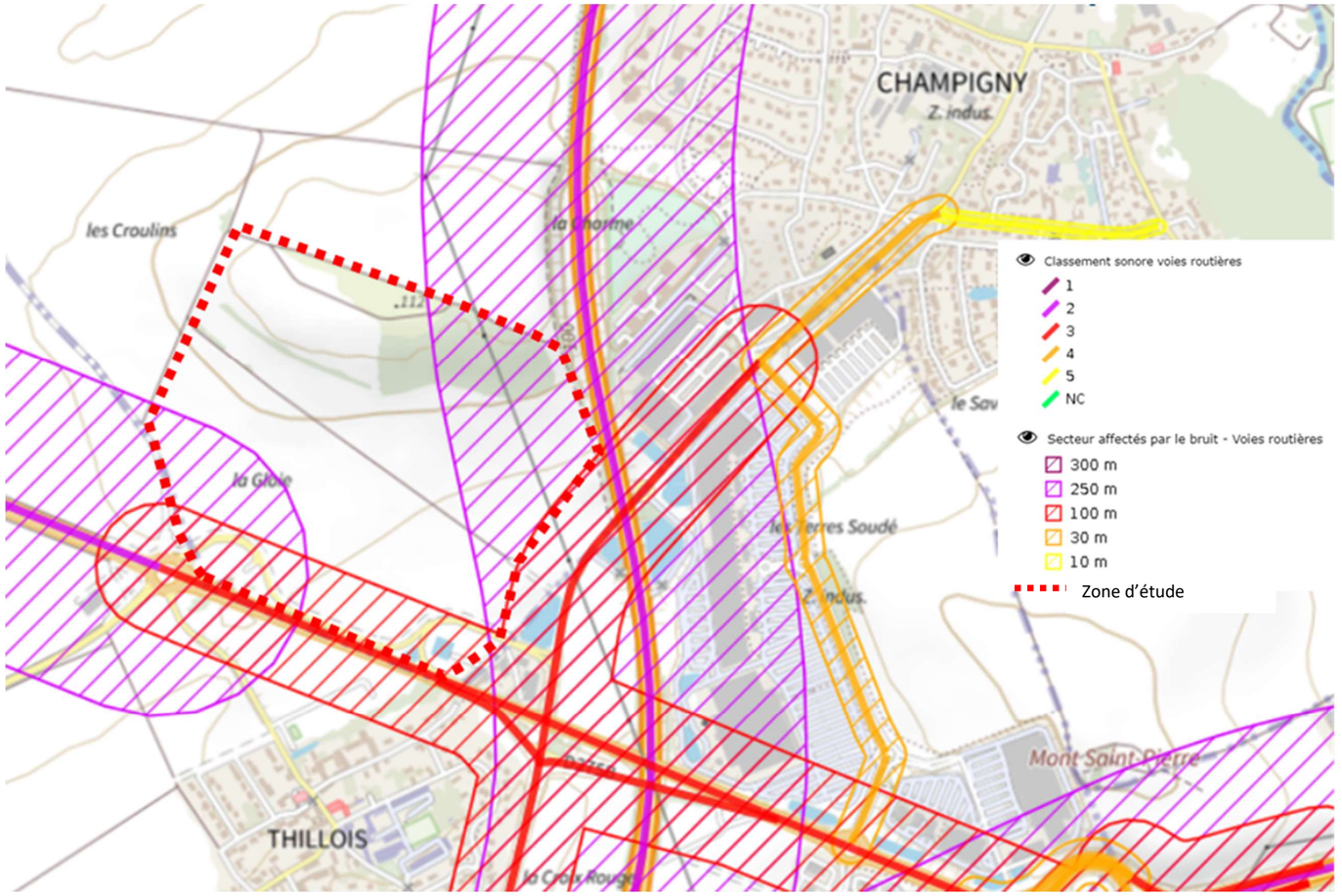
La proximité des axes routiers à grande circulation occasionne des nuisances sonores sur la zone d'étude, comme indiqué sur la carte ci-contre.

L'arrêté préfectoral du 17 janvier 2024 portant révision du classement sonore des infrastructures de transports terrestres – Réseau routier et lignes de tramways page 3 et son annexe 1 pages 2 et 9 indiquent que la zone soumise aux nuisances sonores s'étend sur 100 m puis 250m le long de la N31 (route de catégorie 3 puis 2), et sur 250 m de long de l'A26 (catégorie 2). Cet arrêté prescrit ce tableau de prise en compte du niveau sonore aux abords des routes pour la construction de tout bâtiment.

Niveau sonore de référence LAeq (6 heures-22 heures) en dB(A)	Niveau sonore de référence LAeq (22 heures-6 heures) en dB(A)	Catégorie de l'infrastructure	Largeur maximale des secteurs affectés par le bruit de part et d'autre de l'infrastructure
L > 81	L > 76	1	d = 300 m
76 < L ≤ 81	71 < L ≤ 76	2	d = 250 m
70 < L ≤ 76	65 < L ≤ 71	3	d = 100 m
65 < L ≤ 70	60 < L ≤ 65	4	d = 30 m
60 < L ≤ 65	55 < L ≤ 60	5	d = 10 m

Un doublement de trafic se traduit par une augmentation de 3 db.

Ces zones de bruit concernent plus fortement les secteurs Est et Sud de la zone d'étude, mais restent tout à fait compatibles avec l'installation d'activités sur la zone, sous réserve des mesures d'isolation acoustique réglementaires à respecter.



Extrait du Classement sonore de la Marne – Réseau routier et tramways – Direction Départementale des Territoires de la Marne

Étude acoustique sur le site

Par ailleurs, une étude acoustique a été réalisée dans le cadre du projet. Un état initial des niveaux sonores a donc été établi à partir de relevés et mesures sur site.
L'état initial établi par *SPC Acoustique* en 2019 conforte cet état des lieux.

L'état initial acoustique de référence réalisé aux abords du futur parc d'activités à Champigny (51) a permis de fixer :

- Les niveaux sonores résiduels (avant implantation) en limite de propriété du futur site,
- Les objectifs sonores à respecter dans la prise en compte de l'impact sonore lié au flux PL/VL pouvant modifier l'ambiance sonore actuelle.

L'impact acoustique du projet d'aménagement et des futures activités dans l'environnement doit attirer l'attention de l'exploitant sur des points suivants :

Le paysage sonore actuel est influencé par les bruits diffus du trafic routier l'A 26 et la RN 31

Dans les zones où les bruits de plusieurs installations s'ajoutent, il convient de tenir compte de leurs contributions sonores respectives afin d'estimer la marge d'augmentation sonore éventuellement disponible (par exemple, le bruit routier et le bruit des équipements ou encore d'exploitation).

Les véhicules de transport, les matériels de manutention et les engins de chantier utilisés sur le site d'exploitation doivent être conformes aux dispositions en vigueur les concernant en matière de limitation de leurs émissions sonores.

L'usage de tout appareil de communication par voies acoustiques (sirènes, avertisseurs, haut-parleurs, etc.) gênant pour le voisinage est interdit, sauf si leur emploi est exceptionnel et réservé à la prévention ou au signalement d'incidents graves ou d'accidents.

Atouts : En période diurne, les niveaux sonores mesurés sont principalement caractérisés par les bruits diffus provenant des voies de circulation desservant le futur parc d'activité.

Contraintes : Les niveaux sonores mesurés sont relativement homogènes sur l'ensemble de la zone de projet, sauf le long de la RN 31 où la zone d'ambiance sonore est considérée comme « Non modérée ». Les niveaux sonores mesurés constituent un niveau de référence sur lequel les objectifs sonores devront être respectés afin de ne pas dégrader la situation sonore actuelle.

Qualité de l'Air

À l'échelle du département de la Marne, les principaux secteurs émetteurs de polluants atmosphériques sont le secteur 'Résidentiel/Tertiaire' (PM2,5, benzène, benzo[a]pyrène), l'Agriculture (PM10), le transport routier (NOx) et le secteur 'Industrie et Déchets' (SO2).

Au cours des dernières années, le département de la Marne a connu divers déclenchements des procédures d'information-recommandations et d'alerte (3 en 2017, 12 en 2018 et provisoirement 8 en 2019). Ces déclenchements de procédures impliquent les PM10 et l'Ozone. Selon les mesures des stations ATMO Grand-Est :

- Pour les PM10, la valeur seuil est respectée en condition de fond urbain et trafic depuis de nombreuses années
- Pour les PM2,5, la valeur-seuil est respectée depuis plusieurs années en condition trafic et urbain, mais le nombre de dépassement en moyenne journalière recommandé par l'OMS est dépassé dans les 2 situations.

Par ailleurs, la tendance générale est à la diminution (ou la stagnation, selon les stations) des teneurs moyennes annuelles, induisant une amélioration (ou une non-dégradation) de la qualité de l'air sur le secteur. De manière logique, les teneurs mesurées en conditions de trafic sont plus élevées que les teneurs de fond.

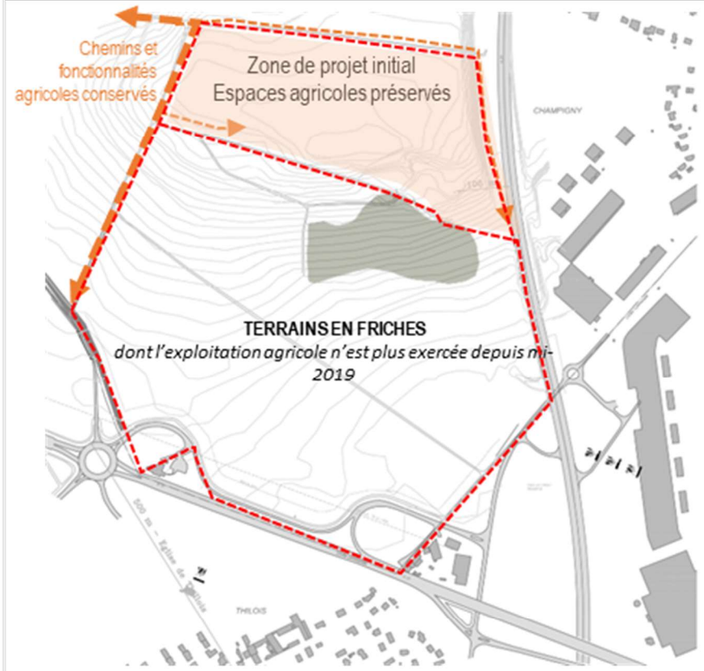
Selon les modélisations ATMO Grand-Est, dans la zone d'étude, la valeur limite en NO2 n'est dépassée que le long des axes routiers à fort trafic (c'est-à-dire l'A26 et la N31). L'objectif de qualité des PM10 est également dépassé le long de ces voies. En tout état de cause, les concentrations en NO2 et en PM10 respectent ces seuils partout ailleurs.

Par ailleurs, des mesures in situ ont été réalisées par le *BE TECHNISIM* sur 7 points sur le secteur des Sables, du 5 au 20 novembre 2019.
Il ressort de cela que les recommandations journalières de l'OMS pour les particules ont été respectées pendant la campagne et que les niveaux de pollution sont donc réduits.

VI. LE PROJET

Fort de la situation et de l'état initial du site, le projet repose sur des fondements ayant guidé sa conception. Ces fondements sont les suivants :

EVITER LES TERRES, PRÉSERVER LES FONCTIONNALITÉS AGRICOLES

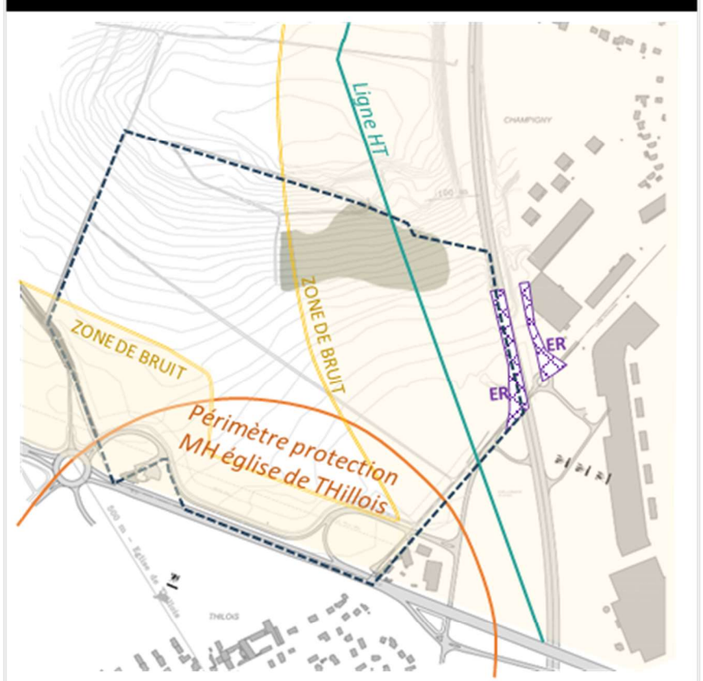


Un périmètre d'études initial = 57 - 58 hectares
Reconnu d'intérêt communautaire par délibération du Grand Reims du 16 décembre 2013.

Périmètre de projet actuel = 44 hectares
Suivant la zone d'urbanisation future 2AUX délimitée au PLU de Champigny en 2016.

→ ***Réduction de l'enveloppe d'extension urbaine prévue d'environ 14 ha et préservation des chemins et fonctionnalités agricoles environnantes.***

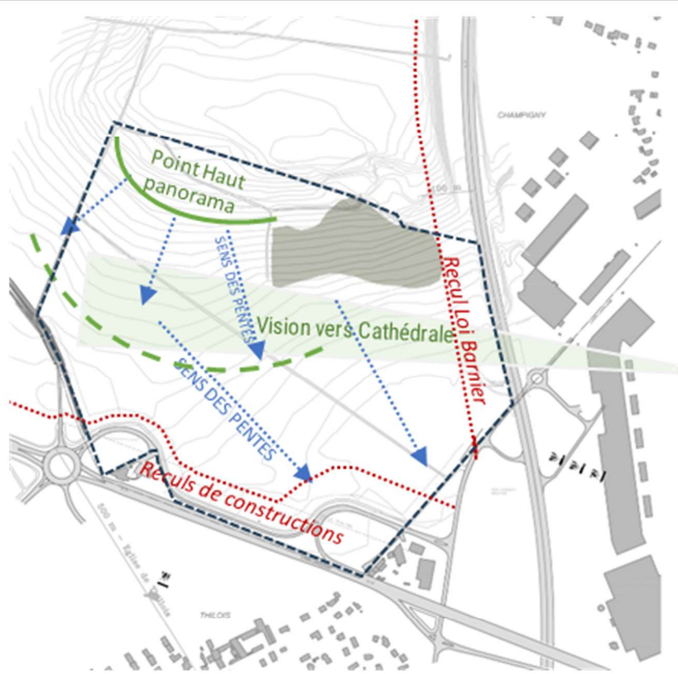
PRENDRE EN COMPTE LES CONTRAINTES ET NUISANCES



Eléments de contexte à prendre en compte pour le futur aménagement du site :

- ***Les zones de bruit** le long des deux axes routiers limitrophes (250 m de l'A26, 100m puis 250 m de la RN31)*
- *Le passage d'une **ligne haute tension***
- ***Des emplacements réservés** (ER) pour aménagements routiers liés à l'échangeur autoroutier*
- ***Le périmètre de protection Monument Historique** de l'Eglise de Thillois*

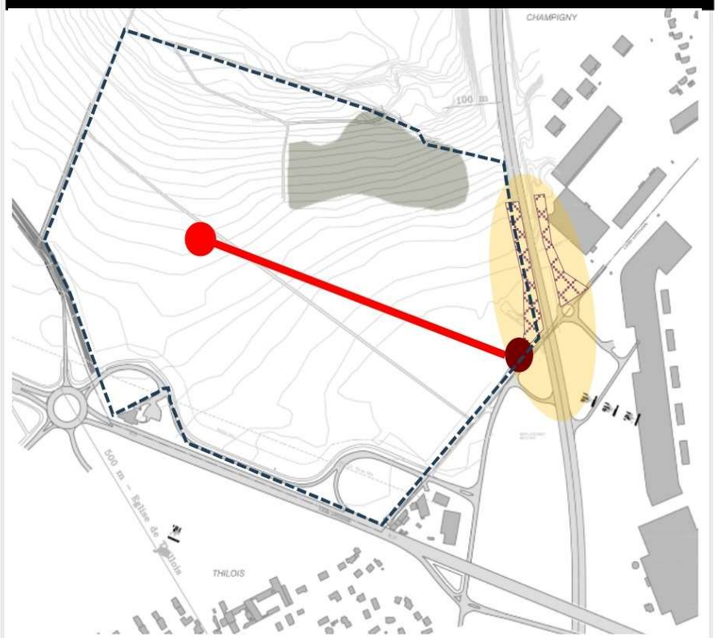
AMÉNAGER L'ENTRÉE DE VILLE



Une topographie structurante qui offre des atouts pour une entrée de ville qualitative :

- ***Panoramas et perspectives** sur le Grand Paysage et ses repères (cathédrale, clocher de Thillois, coteaux et vignobles, circuit de Gueux…)*
- ***Gestion hydraulique gravitaire** à mettre en scène suivant les pentes dominantes vers les points bas concernés par des reculs à valoriser le long des grands axes*
- ***Inscription des constructions via des « architectures de pentes »** (niveaux semi – enterrées, terrasses successives, modelés paysagers, etc.)*

CRÉER LES BONNES CONDITIONS DE DESSERTE



Desserte interne au parc d'activités réalisés par l'Aménageur

Accès d'entrée de zone aménagé par le Grand Reims

Etudes en cours

principe Echangeur (SANEF) **– *tracé non défini***

Une desserte du projet assurée à partir de la RD275, adaptée aux différents modes de déplacements (Poids-lourds, véhicules légers, cycles et piétons)

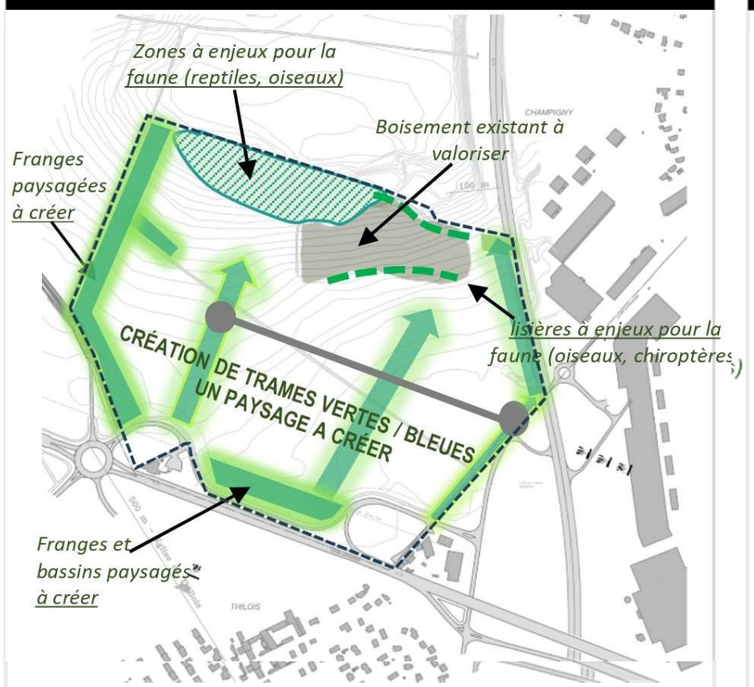
Des réflexions pour des mobilités et transports vertueux, complémentaires aux projets d'entrée d'agglomération :

- *Aire de covoiturage, Parking relais (environ 100 places)*
- *station de mobilités décarbonées*
- *Liaisons douces (schéma cyclable « Grand Reims à Velo »*

Des mobilités en mutation avec des projets en réflexion :

- *Echangeur autoroutier = faisabilité étudiée par le Grand Reims et la SANEF*
- *Ligne de Bus à Haut Niveau de Service (BHNS) et parking relais sur la zone commerciale de Thillois.*
- *Réflexions en cours avec les services de l'Etat sur projet global de desserte du secteur (modification des infrastructures existantes, report modal vers les transports en commun et lien avec le développement des projets précités*

DÉFINIR UNE TRAME VERTE À PARTIR DES CARACTÉRISTIQUES NATURELLES ET BIODIVERSITÉ



L'aménagement du site doit garantir une trame d'espaces naturels, végétalisés et/ou paysagés, constituée à partir des caractéristiques et éléments naturels à enjeux présents.

*Ainsi il prévoit la constitution de **trames vertes (paysage et biodiversité, continuités écologiques) et bleues (gestion hydraulique, parcours de l'Eau)** venant structurer et cadrer l'organisation du futur parc d'activités et les surfaces artificialisées pour l'implantation des futures entreprises.*

Outre l'abandon de 14 ha de terres agricoles au Nord du site, cette trame verte et bleue s'appuie notamment sur :

- *La préservation de la friche buissonnante intéressante pour la faune (reptiles, oiseaux notamment)*
- *La présence et valorisation d'espaces boisés en partie haute et en direction de l'A26, avec une attention particulière sur la préservation de certaines lisières et arbres à cavités existants*
- *la conservation en partie du caractère naturel par le maintien d'espaces végétalisés judicieusement plantés (déclinaison de Savarts sous différentes strates adaptées aux usages et paysages) et la reconstitution de haies propices à la biodiversité locale formant des continuités écologiques et lieux de parcours de l'Eau (sens des pentes pour les écoulements gravitaires)*

LIMITER L'ARTIFICIALISATION DES SOLS



Hypothèses de surfaces aménagées et bâties : constructions, accès, voies, aires de livraison, stationnements…

Espaces végétalisés, propices au maintien et développement de la biodiversité et gestion hydraulique

Continuités écologiques

*Le projet repose sur la volonté **d'un certain équilibre entre surfaces végétalisées/paysagées et surfaces artificialisées densifiées** et donc maîtrisées pour les futures entreprises.*

*Les premières, **surfaces végétalisées** :*

- *préservent les secteurs écologiques à plus enjeux forts*
- *développent des espaces propices à une biodiversité renouvelée et adaptée aux milieux urbains sur le principe de la Nature en Ville,*
- *apportent des qualités paysagères à l'entrée de ville*
- *ont une fonction hydraulique pour la gestion naturelle et gravitaire des eaux (mise en scène du parcours de l'Eau)*

*Les secondes, **surfaces artificialisées :***

- *seront limitées pour accueillir les constructions et aménagements de leurs abords (parkings, aires de livraison, quais, accès, etc.)*
- *optimiseront les surfaces imperméabilisées pour en réduire l'impact hydraulique ou GES : constructions en hauteurs, surfaces et revêtements drainants, toitures végétalisées ou solarisées, etc.*

Le parti d'aménagement

Plan de composition d'ensemble du projet - *Vue 3D d'ensemble avec hypothèses d'implantation du bâti*

Friche buissonnante intéressante pour la faune (reptiles, oiseaux à préserver)

Voie principale à créer pour la desserte du parc d'activités

Espaces boisés valorisés atteinte aux boisements à limiter + extension vers A26

Haies à préserver et valoriser

Franges végétalisées composées d'une mosaïque de Savarts (arbustifs, arborés, prairies, haies)

Espaces réservés pour aménagement échangeur A26 à terme

Entrée sécurisée aménagée (avec accord du CD51)

Potentiel d'accueil d'activités (hors PA)

Services et station mobilités décarbonées à privilégier en entrée de zone

Trames vertes Parcours de l'eau (noues)

Trames vertes (Savarts de differentes strates) et ouvrages de gestion des eaux (noues, bassins)

Surfaces artificialisées pour l'accueil des entreprises

Trames vertes continuités écologiques

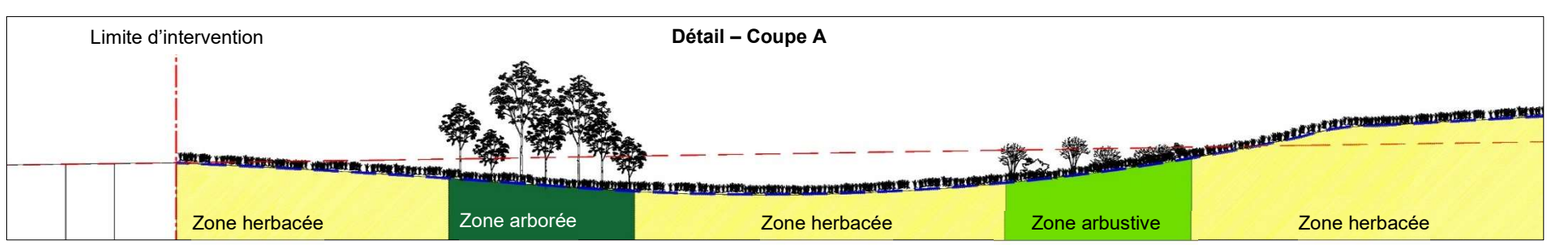
Principes d’insertion urbaine et paysagère du projet dans le site

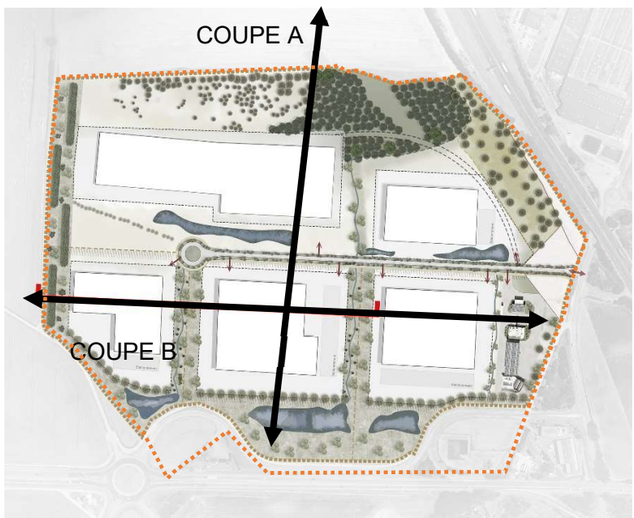
La zone d’étude de 44 ha et d’une dénivelée de 25m est particulièrement visible depuis la route départementale. Le rapport au paysage de ce projet tient principalement dans la lecture de ses volumes bâtis depuis cet axe de circulation, la commune de Thillois et le paysage de la plaine. Les volumes bâtis épousent la forme de la pente avec un épannelage en cascade et la recherche d’un équilibre d’espaces artificialisés s’insérant dans un système paysager global qui assume leur présence comme des émergences dans un paysage de Savart, travaillé et décliné sur différentes strates (herbacée, arbustive et arborée).

En effet, le Savart est le paysage naturel et spontané de Champagne Crayeuse. Les savarts recouvraient l’essentiel de la plaine de champagne avant la Première Guerre mondiale. Initialement sa **strate** la plus reconnue est **herbacée**. Il s’agit des anciens lieux de pâtures des troupeaux de moutons qui présentent une unité visuelle que l’on peut qualifier de steppe. On peut l’appeler le **savart herbacé**.
L’absence de pâturage laisse apparaitre lentement et de manière éparse des arbustes au long développement. On peut parler de **savart arbustif**.
Quand ces surfaces sont laissées à leurs libres développements pendant quelques dizaines d’années, les **savarts** deviennent **arborés**. Là aussi ce sont des arbres de milieux calcaires qui vont se développer lentement.

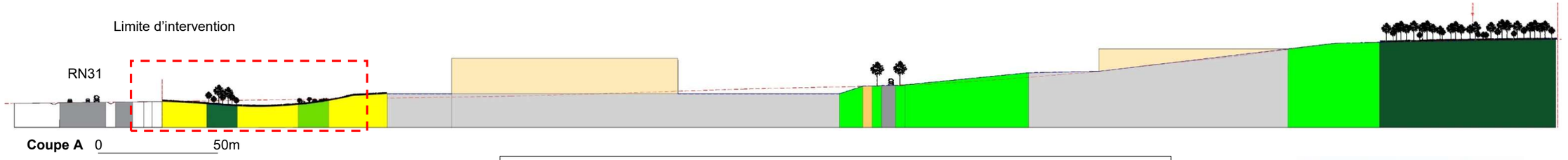
C’est à partir de ces trois strates d’origines naturelles en Champagne que le nouveau paysage du projet est conçu sur le versant sud de cette colline.
Ces Savarts vont être déclinées sous forme d’une mosaïque alternant les 3 strates décrites, sans ordonnancement particulier pour présenter un camaïeu de surfaces régulières aux densités variables. Les lanières végétales ainsi créées sont un clin d’œil aux **anciennes trames foncières** ou les petites parcelles se succédaient dans leurs formats étroits et longs en Champagne Crayeuse.
À l’intérieur de ce système paysager, quelques bâtiments vont émerger de cette trame végétale.

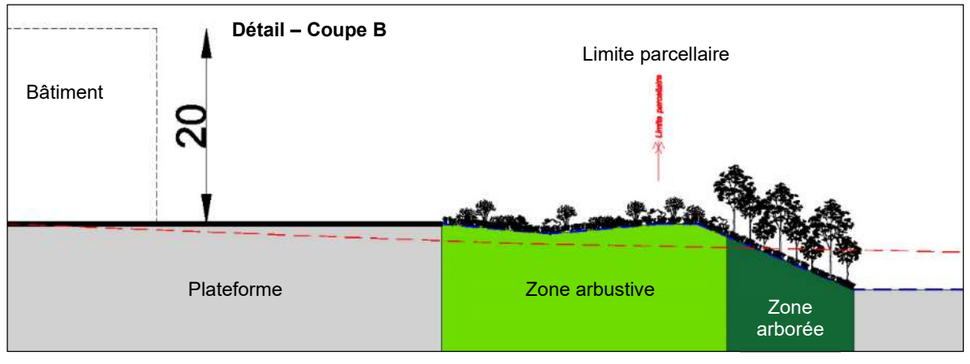
Enfin, une succession de silhouettes arborées de haut jet va accompagner la voie unique de desserte du site pour composer un axe végétal qui relie l’ensemble des bâtiments

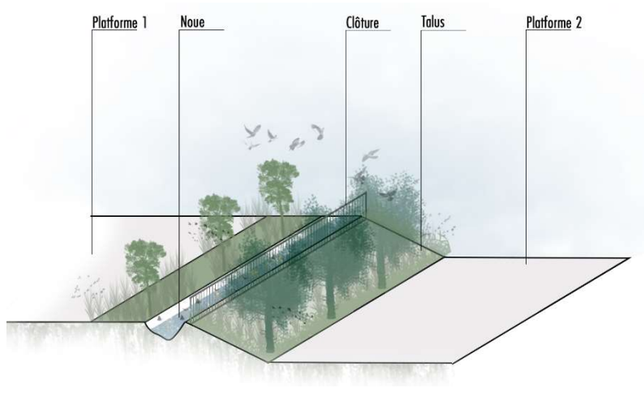


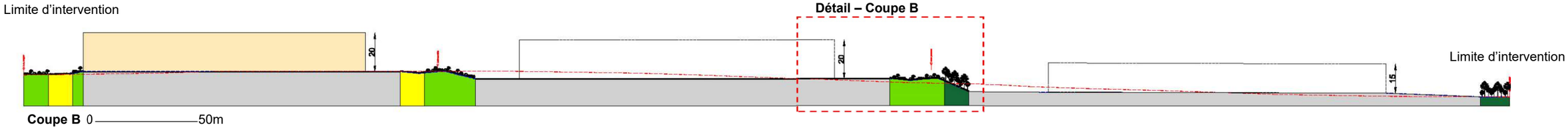


Limite d’intervention









L'influence du projet sur les milieux naturels

Le projet cherchera à réduire au maximum son impact sur l'environnement.

Le projet s'inscrit dans la continuité de la topographie actuelle du site. Ainsi, les remblais et déblais de terre devront s'équilibrer au maximum pour rester en accord avec les pentes existantes. Cela permet de respecter le plus possible l'aspect actuel de la colline.

Des certifications environnementales seront recherchées pour les projets de constructions, afin de mettre en œuvre des principes de développement durable sur les différents aspects des constructions. Le projet cherche également à valoriser la végétation présente sur le site, ainsi qu'à maintenir des surfaces végétalisées. Cela contrastera avec la forte imperméabilisation qui caractérise généralement les zones d'activités. Des traces du boisement ou des haies seraient encore visibles depuis la route, et viendraient s'intercaler entre les surfaces bâties, créant un certain équilibre. L'artificialisation des sols nécessaire au projet est importante. Le ruissellement des eaux pluviales occasionné par l'imperméabilisation des sols a été pris en compte à travers la création de bassins permettant la gestion des eaux sur site (forte capacité d'infiltration sur le site)

Insertion du projet dans son environnement : L'influence visuelle et le rapport au paysage

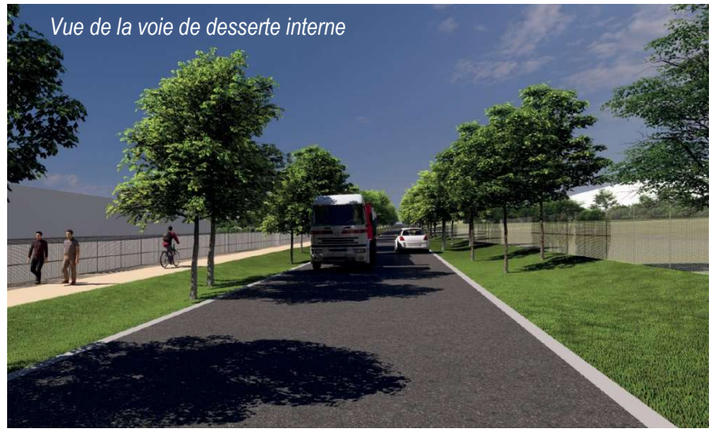
La hauteur des bâtiments (plafonnée à 20m maximum) augmente la visibilité du site aux alentours de façon ponctuelle. La visibilité n'est pas augmentée dans les villages proches du site (Champigny, Thillois, Gueux).

Les zones de visibilité accrues se situent en majorité dans des zones agricoles de la Plaine crayeuse.

La conservation de végétation arborée sur le talus de l'A26 permet de bloquer les vues depuis l'Est de la zone d'étude.

Au-delà de la visibilité du site, ce dernier va considérablement évoluer pour passer d'un paysage agricole à un paysage urbain composé de bâtiments qui peuvent être imposants. On peut toutefois noter que ces dimensions trouvent un rapport simple au grand paysage par la constitution de nouvelles lignes horizontales qui s'inscrivent de manière très simple dans le paysage.

Un travail d'accompagnement végétal en équilibre avec la qualité architecturale des bâtiments va permettre de composer un nouveau paysage en rapport avec les grandes ouvertures visuelles du site. Il ne s'agira pas de tenter de masquer ce projet, mais au contraire d'assumer sa légitimité territoriale dans ce paysage, grâce à des traitements de qualité urbaine, paysagère et architecturale.



Vue de la voie de desserte interne



Vue de la zone depuis l'Ouest du site – la mosaïque de Savart sur les franges du parc d'activités



Vue depuis la RN31 en venant de l'Ouest



Vue de l'A26

VII. LA PRISE EN COMPTE DES CRITÈRES DE VIGILANCE

Reprenant les différents critères énoncés à l'article L111.8 du CU, le tableau suivant analyse et expose la manière dont ils seront pris en compte dans l'aménagement faisant l'objet de la déclaration de projet.

CRITÈRES	*DÉFINITION*	*ENJEUX*	*ACTIONS, ORIENTATIONS ET MESURES*
Nuisances	Tout ce qui peut nuire à la qualité de vie et/ou de travail sur la parcelle aménagée, et les espaces environnants	**Sonores** Des nuisances sonores sont présentes avec la proximité des grands axes routiers en bordure de parcelle (A26 et N31).	Dans le cadre de l'étude d'impact associée au projet, un volet acoustique a été réalisé. Il conclut à des enjeux faibles (niveaux sonores essentiellement liées aux infrastructures de transports structurantes). D'une part, les obligations réglementaires aux abords des voies bruyantes (bande 250 m de l'A26 et 100 m et 250 m de la RN31) sont appliquées (reportées dans le PLU). D'autre part, il s'appuie sur les dispositions de conceptions du projet : reculs importants des bâtiments vis-à-vis des sources de bruit routières, création de végétation importante et trames vertes favorisant des écrans sonores naturels, orientation des locaux sociaux dans les futurs projets de constructions (référentiels issus du Code du travail seront respectés, voire enrichis)…
		Qualité de l'Air La présence des infrastructures importantes engendrent également des émissions polluantes qui peuvent entraîner des nuisances sur la qualité de l'Air. La qualité de l'Air observée reste toutefois bonne et en-deçà des seuils limites réglementaires	A l'instar de la thématique acoustique, un volet Air Santé a été intégré à l'étude d'impact pour évaluer les pollutions et émissions sur la qualité de l'Air du secteur. L'augmentation des circulations avec l'implantation de nouvelles activités va entraîner des émissions complémentaires dans l'Air (particules fines, CO2, etc.). Afin de conserver une qualité globale conforme aux seuils réglementaires de l'OMS et ARS, la conception du projet doit permettre de limiter les impacts de ces émissions sur l'environnement et notamment aux abords des zones sensibles (habitat, équipements…) et pour les futurs salariés au sein de la zone : reculs importants des bâtiments vis-à-vis des sources de pollutions routières, création de végétation importante et trames vertes favorisant des écrans naturels, connexion et développement de modes de transports moins polluants (développement du covoiturage et du vélo, connexion aux parkings relais et lignes BHNS, réflexion sur la réalisation d'une station hydrogène…)
		Biodiversité Les enjeux écologiques sont jugés globalement faibles et moyens ponctuellement pour certaines espèces au Nord de la zone d'étude	Dans le cadre de l'étude d'impact associée au projet, un volet « Faune/flore/biodiversité » a été réalisé. Il émet des mesures d'aménagement et de gestion des travaux dans le cadre du processus « éviter /réduire /compenser ». Parmi ces mesures figurent notamment : - L'évitement de la friche buissonnante (habitat des reptiles et oiseaux) et création de gîtes artificiels pour ces espèces - Maintien de surfaces boisées sur le Nord du site, en partie haute et valorisation du boisement existant avec un plan de gestion et des plantations plus adaptées à la biodiversité (transition du boisement de robiniers en boisement plus diversifié) - Adaptation des périodes de travaux en fonction des périodes propices aux espèces - Lutte contre les espèces envahissantes ou invasives - Opérations de débroussaillage doux et balisage des secteurs à enjeux - Absence d'usages de produits phytosanitaires - Choix de palette végétale propice aux espèces présentes ou environnantes - Clôtures spécifiques assurant des perméabilités pour la faune - Limitation des nuisances pour la faune (éclairage, bruit…) - … Beaucoup de ces mesures pourront être reprises dans l'autorisation de projet car elles revêtent un caractère opérationnel (hors champ du PLU). Dans ce cas elles figureront dans les documents relatifs au projet (PA, Cahier des Charges…) Certaines relevant du PLU, seront traduites dans les pièces du document d'urbanisme (cf. partie suivante)
Sécurité	Pour les biens et personnes. Cela englobe les dispositions relatives : - à la sécurité routière (accès, risques accidentogènes…) - aux risques naturels (inondations, glissements de terrain...) - aux risques technologiques (ICPE, transports matières dangereuses, sites pollués, pyrotechnie, lignes HT…)	**Sécurité routière** Le projet apporte des circulations supplémentaires sur le secteur (PL et VL et 2 roues). Des aménagements routiers sont donc prévus (nouvelles voies et carrefours) et doivent être conçus pour intégrer les nouveaux flux sans aggraver les situations actuelles parfois difficiles aux heures de pointe en entrée de Reims.	Des aménagements de circulations sont créés dans le cadre du projet (voies, carrefour d'entrée de zone, circulations douces…) Une étude de trafics et de circulations a été réalisée pour définir les ouvrages et leur dimensionnement en vue de réduire les risques pour la fluidité des trafics et la sécurité (carrefour d'entrée de la zone conçu avec l'accord des services du CD51, liaisons douces et connexions aux réseaux de transports en commun en développement dans le secteur de la zone commerciale de Champéa et du plan de déplacements du Grand Reims…). Les modélisations réalisées intègrent des réflexions complémentaires connexes au projet dans une vision à long terme (scénarios autour de l'aménagement de la RD275, réflexion SANEF sur la création d'accès sur l'A26…) Ces aménagements concourent à une meilleure circulation des véhicules et un impact réduit sur les flux dans les environs du site. Au sein de la zone, une voie de desserte intégrant les différents modes de déplacements (véhicules motorisées, cycles, piétons) est créée pour desservir de manière sécurisée l'ensemble des lots et futures entreprises. Les accès depuis les voies départementales sont interdits (à l'exception de la desserte des parties sud au droit de la Garenne et de la zone des Charmes)

CRITÈRES	DÉFINITION	ENJEUX	ACTIONS, ORIENTATIONS ET MESURES
		Risques naturels et technologiques Les risques naturels et technologiques sont réduits sur la parcelle. On notera toutefois, la présence de lignes électriques à prendre en compte et vestiges pyrotechniques issus de la 1ère guerre dans les sols.	Peu de risques sont identifiés. On précisera toutefois que les lignes électriques (MT au bas du site et HT le long de l'A26) sont prises en compte dans l'aménagement. Enfin, lors de la réalisation des travaux, une procédure de gestion des risques pyrotechniques sera mise en œuvre conformément à la règlementation sécurité en vigueur.
Qualité de l'urbanisme	L'organisation et la réflexion du projet doivent être cohérentes en termes de hiérarchie viaire, d'espaces publics, d'espaces de stationnement, ceux réservés aux modes actifs, au déplacement des personnes à mobilité réduites, mais aussi pour ce qui est de la lisibilité de l'espace, leur ambiance globale.	Plusieurs enjeux sont identifiés en termes de qualité urbaine : - limiter l'artificialisation et l'imperméabilisation des sols - intégration dans la topographie du site (équilibres déblais/remblais à rechercher) - création de trames vertes importantes - création d'une vitrine urbaine harmonieuse notamment le long de la RN31	Le projet vise à limiter l'imperméabilisation des sols en préservant plus de 6 ha en partie basse et au moins 5 ha en partie haute dans le cadre d'aménagements de trames vertes et de préservation des espaces naturels à enjeux (friche buissonnante et espaces boisés). Ces zones libres de construction destinées à la végétalisation et au paysagement du site (systèmes de trames vertes et bleues) composées à la fois de franges paysagères, traitées en espaces largement plantés et pouvant accueillir des bassins de gestion des eaux pluviales (parcours de l'Eau gravitaire) créant des transparences vers le Nord et le haut du terrain et des continuités écologiques reliant les espaces végétalisés de la zone et de ses abords. Une épaisseur végétale conséquente est créée aux points bas du site le long de la RN31 et RD275, donnant ainsi des ambiances végétales à la vitrine du futur projet depuis la RN. Ces trames vertes viennent structurer et ordonnancer les implantations bâties. Seules pourront être prévues des constructions en extension de l'existant sur les deux parties au droit de la Garenne et de la zone des Charmes. Les espaces enrobés ou imperméabilisés seront réduits à un strict dimensionnement utilitaire (accès, voies, aires de manœuvres, cours de livraison…). Des espaces seront réservés aux cheminements piétons le long des voies créées dans le respect des normes en vigueur (PMR notamment). D'une manière générale, les zones aménageables ou constructibles seront limitées et feront l'objet d'un calage topographique pour assurer leur meilleure insertion dans les pentes (systèmes de plateformes en terrasses au plus près du terrain naturel et où l'équilibre déblais/remblais sera recherché).
Qualité des paysages	Il s'agit de la protection des espaces remarquables, qu'ils soient naturels ou non, et l'insertion du projet dans son environnement.	La parcelle est actuellement un espace ouvert majoritairement composés de prairies et friches herbacée. Un boisement et quelques haies constituent des marqueurs du paysage sur la colline. La topographie est également un élément fort qui façonne le paysage du site et doit être respecté.	La morphologie globale de la colline est respectée grâce à des déblais et remblais équilibrés sur l'ensemble du projet et une inscription des futures constructions dans les pentes (plateformes organisés en terrasses). La conservation ou plantations de sujets arborés et des espaces végétalisés permettra de créer une interface entre espace urbanisé et espace agricole, typique des zones d'entrées de ville. L'urbanisation dans ce secteur va permettre de faire passer ce paysage d'agricole à « urbain économique », et ainsi faire de Champigny une réelle porte d'entrée de l'agglomération rémoise. L'équilibre entre les masses végétalisées et la qualité architecturale des bâtiments va créer un paysage global. La création de la trame plantée, avec des hauts sujets qui vont se développer dans le temps permettra de placer les végétaux en relation avec la volumétrie bâtie. Le cahier des charges et le règlement de lotissement, destinés aux futurs acquéreurs, insisteront sur la prise en compte du traitement paysager au sein des parties privées : obligations de plantations, palette végétale proposée, modalités d'entretien en lien avec les enjeux écologiques cités plus haut, etc.
Qualité architecturale	La qualité architecturale couvre autant le rapport des bâtiments avec la parcelle (occupation des sols, volumes, qualité environnementale du bâti, respect des normes), et avec les autres bâtiments (implantation, aspect esthétique...). Les bâtiments du Sud du site se trouvent dans le périmètre de 500m de protection au titre des Monuments Historiques de l'église de Thillois.	Par leurs dimensions, les bâtiments d'activités peuvent créer un effet visuel «imposant ». L'insertion architecturale passe par un travail sur les volumes bâtis, leur insertion dans la topographie, l'ordonnancement créé par les trames vertes, et l'harmonie de traitement et d'implantation des façades visibles depuis les grands axes et notamment la RN31 « porte d'entrée de l'agglomération ». En outre, les choix environnementaux visant le bas carbone sont également des axes de travail sur la conception architecturale qui seront imposés aux futurs lotis.	Comme énoncé ci-avant, la forte présence d'espaces végétalisés dans le projet permettra d'équilibrer l'aspect minéral « tout enrobé » ou la forte imperméabilisation communément présente dans les zones d'activités. Les bâtiments viennent s'inscrire en rapport avec la colline présente sur le site et feront l'objet d'implantation encadrée dans les espaces de constructibilité sur chaque lot à travers le cahier des charges imposé. De plus, les matériaux, les teintes et aspects choisis pour les constructions se devront de conserver une harmonie entre eux, dans la mesure où la parcelle est visible sur plusieurs kilomètres à la ronde et notamment en co-visibilité avec l'église de Thillois. A ce titre, l'architecte des bâtiments de France sera sollicité et donnera son avis sur les autorisations d'urbanisme nécessaires (permis d'aménager et permis de construire successifs). Enfin, le volet architectural du cahier des charges appliqué à chaque lot indiquera également les objectifs et dispositions à favoriser pour des bâtiments bas carbone et répondant à des certifications environnementales.

VIII. LA TRADUCTION DANS LE PLU

A partir de cette analyse, le PLU peut fixer des dispositions et règles d'implantation différentes de celles prévues par l'article L. 111-6 : il les traduit dans ses différentes pièces (OAP, règlement graphique, règlement écrit…).

CRITÈRES	*PRINCIPES ET MESURES DU PROJET*	*TRADUCTION DANS LE PLU OU LE PERMIS D'AMENAGER*	*PIECES DU PLU CONCERNÉES*
Nuisances	**Volet sonore** Les enjeux sur l'environnement sonore restent globalement faibles sur le site du projet (cf volet acoustique de l'étude d'impact et évaluation environnementale du PLU). Ils sont principalement liés au bruit des circulations routières sur les axes bruyants environnants (RN31, A26), le projet n'étant pas destiné à accueillir des activités bruyantes. **La déclaration de projet prévoit :** - le respect des dispositions et obligations d'isolation phonique de l'arrêté sur les voies bruyantes	Un rappel des dispositions de l'arrêté sur les voies bruyantes est indiqué dans le PLU. Et, les zones concernées mentionnées sur un plan réglementaire.	- Règlement de zones AUXa2 - Plan de zonage (bandes sonores)
	- des reculs importants des bâtiments vis-à-vis des sources de bruit routières (RN31 et A26), - la création de végétation importante et de trames vertes favorisant des écrans sonores naturels,	Du fait des trames vertes imposées dans l'OAP le long de la RN31, la majorité des constructions nouvelles seront situées en retrait des axes bruyants. Ces trames vertes seront largement paysagées créant des écrans naturels. Les constructions seront en recul d'au moins : - 100 m de l'axe de l'A26 - 40 m à compter de l'axe de la RN31 et sa bretelle, sauf pour les 2 sites au sud de la RD275a et au droit du rond-point de la Garenne et de la zone des Charmes pour lesquels le recul sera porté à 15 m ; - 15 m à compter de l'axe des routes départementales (RD275, 275a).	- OAP - Règlement de zone : AUXa 6, AUXa13
	Qualité de l'Air L'augmentation des circulations avec l'implantation de nouvelles activités doit entraîner des émissions complémentaires dans l'Air (particules fines, CO2, etc.). Afin de conserver une qualité globale conforme aux seuils réglementaires de l'OMS, la conception du projet permet de limiter les impacts de ces émissions sur l'environnement et notamment les zones sensibles avec : - des reculs importants des bâtiments vis-à-vis des sources de pollutions routières, - la création de végétation importante et trames vertes favorisant des écrans naturels, - connexion et développement de modes de transports moins polluants (développement du covoiturage et du vélo, connexion aux parkings relais et lignes BHNS, réflexion sur la réalisation d'une station hydrogène…)	Les constructions seront implantées au-delà des trames vertes prévues le long de la RN31 et en recul important de l'A26. Les plantations et aménagements d'espaces verts ainsi imposés (au moins 6ha dans la moitié Sud de la voie centrale et au moins 5 ha au Nord) créent des milieux à fort potentiel limitant les pollutions atmosphériques. L'aménagement de voies propres aux cycles et piétons accompagnent les voies créées et favorisent les modes doux, moins polluants.	- OAP - Règlement AUXa 6, - OAP, - AUXa 3
	Biodiversité Le volet « faune/flore » de l'étude d'impact du projet fait ressortir des actions, prescriptions en faveur de la préservation et valorisation de la biodiversité telles que décrites ci-avant. Celles-ci sont à prendre en compte à différents niveaux du projet (conception, travaux, exploitation…) : elles seront déclinées dans différents documents liés au projet (PLU, PA) et imposées aux futurs acquéreurs/constructeurs de lots (règlement et cahier des charges de lotissement, consultations d'entreprises de travaux…).	Parmi les mesures prévues, figurent notamment celles qui peuvent être traduites dans le PLU au sein de l'OAP ou du règlement de la zone AUXa : - L'évitement de la friche buissonnante (habitats des reptiles et oiseaux) et création de gîtes artificiels pour ces espèces - Préservation d'espaces boisés au nord du site en partie haute et valorisation de ces espaces notamment vers l'A26 - Préservation ou création de haies, supports intéressants pour l'avifaune et les chiroptères notamment - Lutte contre les espèces envahissantes - Choix de palette végétale propice aux espèces présentes ou environnantes - Clôtures spécifiques assurant des perméabilités pour la faune	- OAP Règlement de zone : - AUXa 11, (clôtures propices à la faune) - AUXa 13
Sécurité	**Sécurité routière** Le projet prévoit des aménagements de circulations pour la desserte et l'accès aux futures activités dans de bonnes conditions : - l'accès à la zone sera aménagé depuis la RD275 avec un carrefour dont la configuration répondra aux prescriptions du Département (maître d'ouvrage de la RD) : carrefour à feux dans un premier temps puis giratoire à l'horizon 2030 (dont la configuration intègrera la connexion à l'échangeur sur l'A26 selon la décision de réalisation par la SANEF). - une voie centrale intégrant les différents modes de déplacements (véhicules motorisées, cycles, piétons) permet de desservir l'ensemble des lots et futures entreprises de manière sécurisée.	Ces principes de desserte et de sécurité routière sont déclinés dans différentes pièces du PLU : - L'OAP définit le schéma de desserte avec la création d'une voie centrale pour l'accès aux différents lots. Elle inscrit le principe de l'accès principal depuis la RD275 par un aménagement de carrefour adapté et limite ainsi les accès privatifs des lots depuis les RD limitrophes. Elle précise l'emplacement indicatif de la réalisation de l'échangeur avec l'A26 en cours d'étude avec la SANEF.	- OAP Règlement de zone : - AUXa 3, Plan de zonage - Emplacement réservé maintenu

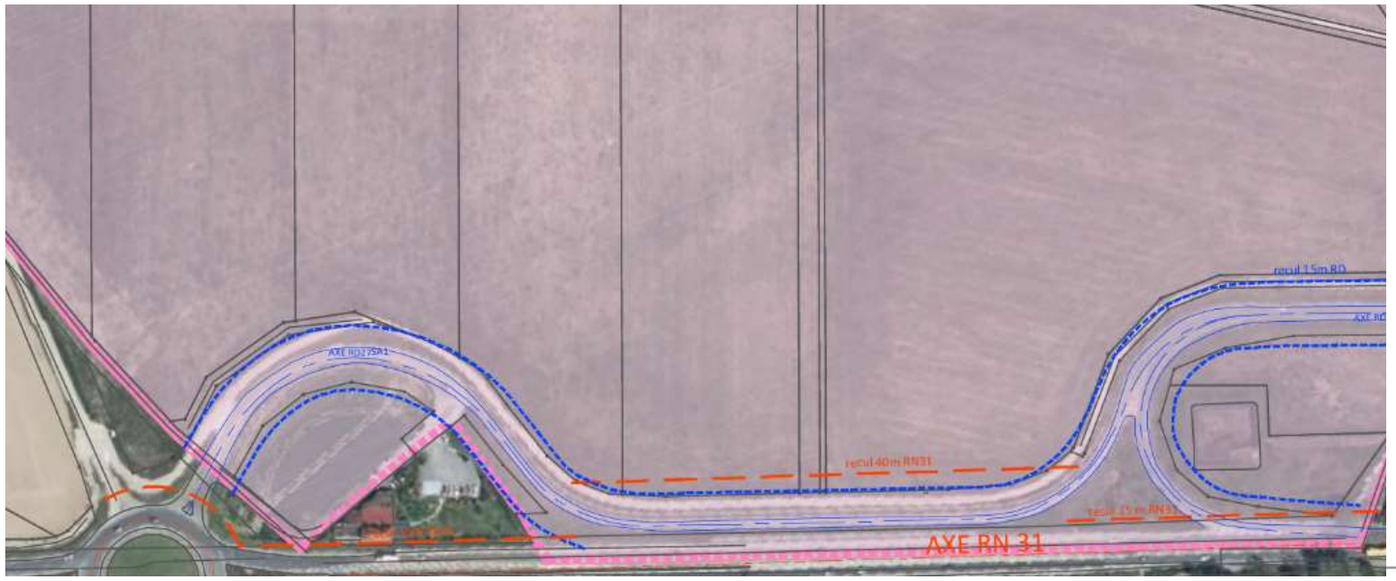
CRITÈRES	PRINCIPES ET MESURES DU PROJET	TRADUCTION DANS LE PLU OU LE PERMIS D'AMENAGER	PIECES DU PLU CONCERNÉES
	- les accès directs aux lots depuis les voies départementales limitrophes sont interdits (à l'exception de la desserte des parties au sud de la RD275 au droit de la Garenne et de la zone des Charmes), afin de ne pas multiplier les entrées/sorties sur ces voies empruntées. Le projet tient également intègre la volonté de réaliser 1 échangeur sur l'A26 au droit de la zone (réserves foncières permettant sa réalisation le cas échéant)	- Le règlement dans son article 3 énonce les dispositions pour la création de voies et d'accès aux lots et interdit notamment les accès directs depuis la RN31 et le Nord de la RD275. Cette interdiction d'accès ne s'applique pas au sud de la Rd 275 pour les deux sites partiellement construits au droit de la Garenne et des Charmes. - Enfin le plan de zonage maintient l'emplacement réservé pour la réalisation de l'échangeur futur et inscrit cette intention dans l'OAP.	
	Risques naturels et technologiques Peu de risques sont identifiés sur le site de projet. Les lignes électriques (MT au bas du site et HT le long de l'A26) sont prises en compte dans l'aménagement. Les constructions industrielles sont autorisées. Les risques et dangers éventuellement associés seront pris en compte dans le cadre de l'application de règlementations spécifiques (Installations classées pour l'environnement, SPANC notamment). Enfin, lors de la réalisation des travaux d'aménagement ou de construction, une procédure de gestion des risques pyrotechniques sera mise en œuvre conformément à la règlementation sécurité en vigueur.	Les servitudes associées à ces ouvrages seront appliquées (accès, passage, etc) : les constructions au droit de ces ouvrages seront limitées ou contraintes par des règles particulières issues de ces servitudes.	Servitudes liées aux ouvrages de transports d'électricité
Qualité de l'urbanisme	Situé en entrée de ville, le site se trouve à l'interface entre milieux urbains et milieux agricoles ruraux : le projet s'inscrit dans un espace de transition urbaine et paysagère entre ces deux espaces. Afin d'accompagner qualitativement cette transition, le projet urbain intègre une végétalisation d'espaces conséquente (environ 6 ha en partie basse sur la moitié au Sud de la voie centrale et plus de 5 ha en partie haute au-delà de la voie centrale à créer) constituant une armature naturelle importante, support de trames vertes et bleues. Ces zones libres de construction seront traitées en espaces végétalisés largement plantés, et pourront accueillir des ouvrages hydrauliques, de gestion naturelle des eaux. Elles doivent créer des transparences ou « fenêtres » végétales orientées vers le Nord et le haut du terrain et pourront servir au parcours gravitaire de l'Eau dans le sens des pentes. Notamment, ces zones libres seront conséquentes aux points bas du site le long de la RN31 et RD275, pour créer ainsi une épaisseur végétale au 1er plan devant les constructions. Seules pourront être prévues des constructions en extension de l'existant sur les deux parties au droit de la Garenne et de la zone des Charmes. Ce système de trames vient structurer et ordonnancer les futures implantations bâties et leurs abords. Les espaces enrobés ou imperméabilisés seront relayés en 2nd plan et réduits aux fonctions économiques et utilitaires (accès, voies, aires de manœuvres, cours de livraison…). D'une manière générale, les zones aménageables ou constructibles seront limitées et feront l'objet d'un calage topographique pour assurer leur meilleure insertion dans les pentes (systèmes de plateformes en terrasses au plus près du terrain naturel et où l'équilibre déblais/remblais sera recherché). L'ensemble du projet est structuré par un espace commun central dédié à la desserte des futurs lots et activités. Il intègre des cheminements piétons et cyclables sécurisés le long des voies créées dans le respect des normes en vigueur (PMR notamment).	Le schéma d'aménagement global figure dans l'OAP. Il reprend les grands axes de composition évoqués ci-contre et identifie les principes de : - Préservation et valorisation des espaces naturels à enjeux écologiques au Nord du site (friche buissonnante et partie des espaces boisés) - Trames vertes et bleues - Franges paysagères - Perspectives et percées visuelles Nord/Sud - Espace commun central pour la desserte des futurs terrains constructibles Le règlement AUXa traduit ces principes de composition avec des dispositions particulières sur : - Règlementation des occupations du sol et vocations autorisées pour répondre aux objectifs de développement économique du secteur (habitat limité et exceptionnel, entrepôts encadrés et limités aux besoins de l'activité principal ou liés aux activités de Champagne, …) - L'implantation des constructions par rapport aux voies, différenciées sur les voies (voies à créer, RN31, bretelle de la RN31, A26, RD275, RD275a) - L'implantation par rapport aux limites séparatives - La hauteur des constructions et leur adaptation au terrain naturel en pente - Les espaces libres et plantations à réaliser - L'avis de l'Architecte des Bâtiments de France sur les autorisations d'urbanisme nécessaires (permis d'aménager et permis de construire successifs). ***Il convient de préciser que :*** *Le cahier des charges et le règlement de lotissement, destinés aux futurs acquéreurs pourront préciser ces prescriptions sur les lots privées :* - *implantation particulière,* - *hauteur compatible avec perspectives,*	OAP Règlement AUXa Autres (hors PLU)
Qualité des paysages	La morphologie globale de la colline est respectée grâce à des déblais et remblais équilibrés sur l'ensemble du projet et une inscription des futures constructions dans les pentes (plateformes organisés en terrasses). Par ailleurs, le projet vise à limiter l'imperméabilisation des sols en préservant plus de 6 ha en partie basse (moitié au Sud de la voie centrale) et au moins 5 ha en partie haute dans le cadre d'aménagements de trames vertes et préservation d'espaces sensibles pour la faune locale. Ces trames vertes accompagnent les franges du projet en contact avec les espaces agricoles et les axes routiers. Par ailleurs, elles structurent et séquencent la trame bâtie en créant des perspectives paysagères du Nord au Sud accompagnant les limites séparatives des futurs lots. Ces paysages visent la transition harmonieuse entre espace urbanisé et espace agricole, typique des zones d'entrées de ville. L'urbanisation dans ce secteur va permettre de faire passer ce paysage d'agricole à «urbain économique », et ainsi faire de Champigny une réelle porte d'entrée de l'agglomération rémoise.		

CRITÈRES	PRINCIPES ET MESURES DU PROJET	TRADUCTION DANS LE PLU OU LE PERMIS D'AMENAGER	PIECES DU PLU CONCERNÉES
	L'équilibre entre les masses végétalisées et la qualité architecturale des bâtiments va créer un paysage global. La création de la trame plantée, avec des hauts sujets qui vont se développer dans le temps permettra de placer les végétaux en relation avec la volumétrie bâtie, notamment au 1er plan le long de la RN31. Elles seront constituées de milieux paysagers typiques de la Champagne, sous forme de savarts (différentes strates prévues).	- *respect des trames vertes,* - *etc.* *Ils insisteront sur la prise en compte du traitement paysager au sein des parties privées : obligations de plantations, palette végétale proposée, modalités d'entretien en lien avec les enjeux écologiques cités plus haut, etc.*	Autres (hors PLU)
Qualité architecturale	Comme énoncé ci-avant, la présence volontariste d'espaces végétalisés dans le projet permet d'équilibrer l'aspect urbanisé très minéral et la forte imperméabilisation des sols qui caractérise généralement dans les zones d'activités. La vocation de la zone conduit à des architectures typiques des fonctions économiques de production, d'industries, d'innovation et d'activités diverses. Ces architectures doivent être assumées (volumes et gabarits inhérents aux usages, parfois conséquents) et seront travaillées avec simplicité de volumes, sobriété architecturale et qualité de traitement de matériaux. Ainsi, - les bâtiments doivent s'inscrire en rapport avec la colline présente sur le site et feront l'objet d'implantation dans des périmètres de constructibilité définis sur chaque lot à travers le cahier des charges ou règlement de lotissement imposés. - Des perspectives vers les éléments patrimoniaux et historiques alentours seront considérés - les matériaux, les teintes et aspects choisis pour les constructions doivent assurer une harmonie entre eux, dans la mesure où la parcelle est visible sur plusieurs kilomètres à la ronde et notamment en co-visibilité avec l'église de Thillois. - Le volet architectural du cahier des charges appliqué à chaque lot veillera à favoriser des bâtiments bas carbone et répondant à des certifications environnementales. - Etc.	*Ils pourront comporter un volet architectural adapté à chaque projet, précisant notamment :* - *le rapport avec la colline et la topographie et définir l'implantation dans des périmètres de constructibilité définis selon la situation, les pentes.* - *le respect des perspectives vers les éléments patrimoniaux et historiques alentours* - *les matériaux, les teintes et aspects choisis pour les constructions pour assurer une harmonie entre eux, dans la mesure où la parcelle est visible sur plusieurs kilomètres à la ronde et notamment en co-visibilité avec l'église de Thillois.* - *Recommandations en faveur de bâtiments bas carbone, répondant à des certifications environnementales.*	

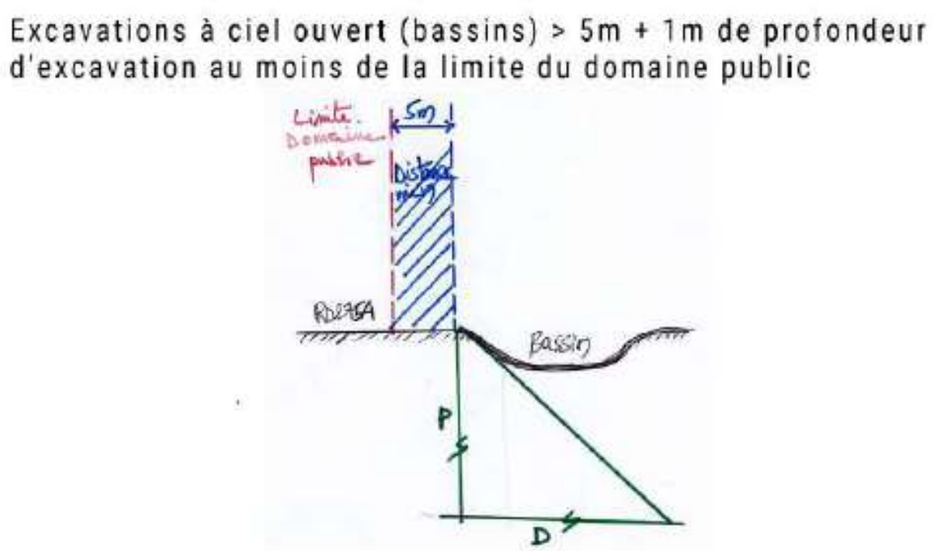
IX. CONCLUSION

- Cette étude d'entrée de ville permet de justifier de la dérogation à l'article L.111-6 en ce qui concerne la bande d'inconstructibilité de 100m le long de l'autoroute A26, ainsi que celle de 75m le long de la N31 et de sa bretelle d'accès.
  Une dérogation partielle pourrait concerner des parties de surfaces artificialisées sur lesquelles viendront s'installer les bâtiments d'activités, en respectant les reculs figurant sur les plans et coupes ci-après, à savoir :
  - 100 m de l'axe de l'A26
  - 40 m de de l'axe de la RN31 et sa bretelle, sauf pour les 2 sites au sud de la RD275a au droit du rond-point de la Garenne et de la zone des Charmes pour lesquels le recul sera porté à 15 m, pour assurer la cohérence urbaine avec la présence de constructions existantes en moindre recul et dans le respect de règlement départemental ;
  - 15 m à compter de l'axe des routes départementales (RD275, 275a).

Zoom sur les reculs applicables le long de la RN31 et sa bretelle et des RD



Prescriptions complémentaires le long des RD



Implantation des arbres à haute tige en retrait d'au moins 4 à 7 m de la chaussée départementale (selon situations).

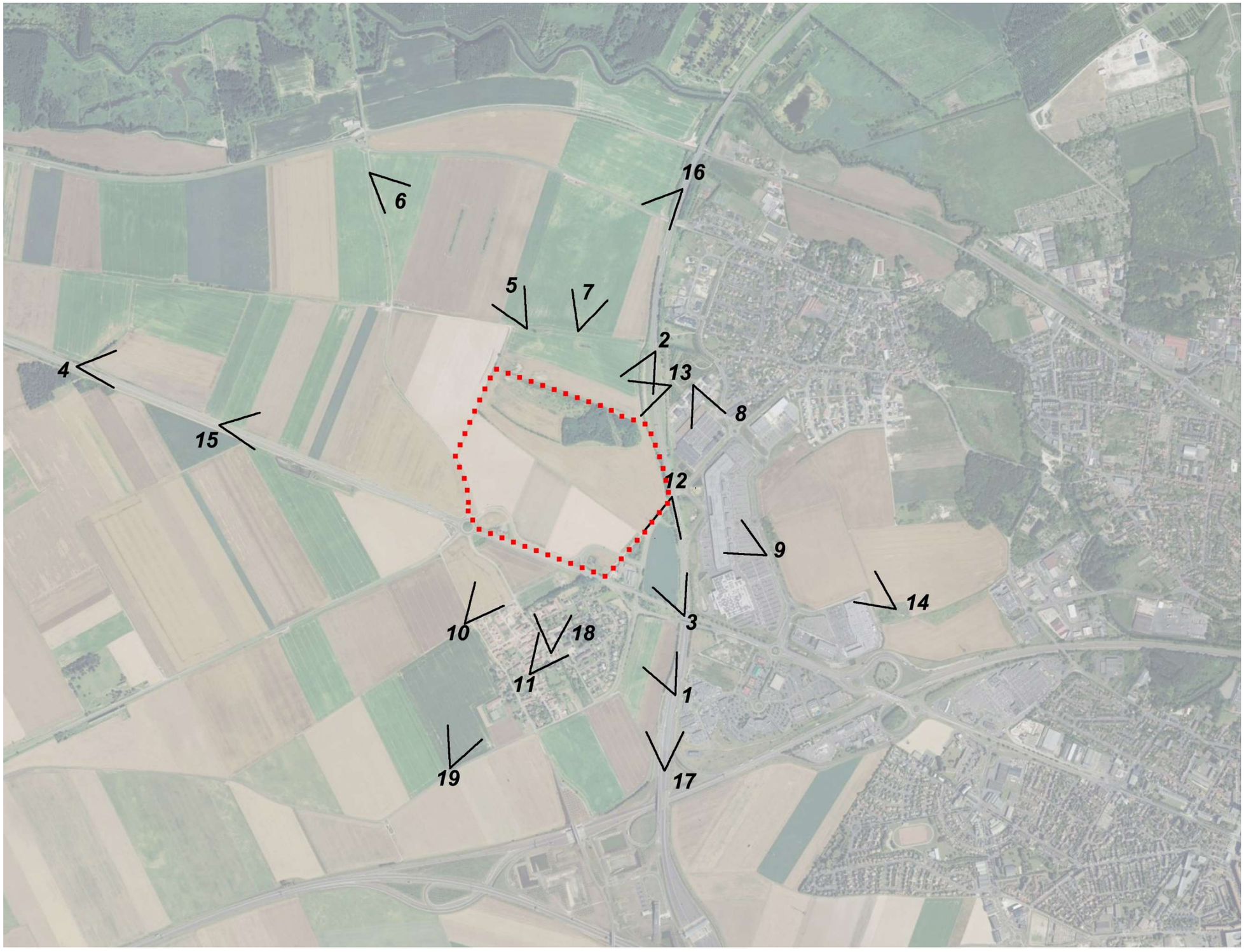
- Un avis conforme de l'ABF est nécessaire pour la construction des bâtiments dans le périmètre de protection de l'église de Thillois compte tenu de la superposition de ce périmètre sur la zone de projet.

- En termes d'impact sur le paysage, il est indéniable que ce projet va proposer une nouvelle identité au site. Pour autant, la structuration du projet recompose cette colline avec des principes d'aménagement et d'échelle qui sont en étroite relation avec le grand paysage environnant. Ils sont notamment présentés en page 20.

- L'urbanisation de la parcelle, aujourd'hui support de friches non cultivées depuis 2019, permettra au site de se positionner en tant que porte-Ouest de l'agglomération rémoise.
  La transformation de la zone en tant que zone urbaine dédiées aux activités économiques, l'accueil d'environ 800 emplois, offrirait à cette parcelle une vraie place dans le tissu urbain. L'attractivité de Champigny et de l'agglomération rémoise s'en trouveront renforcées. La commune tirera ainsi pleinement profit de son positionnement stratégique au carrefour de l'A4 et de l'A26, et de grands axes nationaux. Cela entre en cohérence avec le Programme d'Aménagement et de Développement Durables (PADD) du PLU de la commune en cohérence avec les documents supra-communaux comme le SCOT ou le Projet de Territoire de la CUGR, qui souhaite dynamiser l'économie et l'emploi sur le territoire. Ce projet d'aménagement d'entrée de ville servira aussi de « vitrine » du dynamisme économique en la porte Ouest de l'agglomération et de la commune, en tant que zone d'activités à vocation métropolitaine.

X. ANNEXE

Annexe 1 ***Carte des points photos utilisés dans l'étude d'entrée de ville***



1. Préambule ou Introduction

La présente estimation de génération de trafic pour les lots 4 et 5 a été réalisée en cohérence avec les documents de référence définissant les principes de desserte de la ZAC, à savoir la note de genèse du projet ainsi que l'étude d'entrée de ville réalisée en décembre 2023 pour la commune de Champigny.

Ces documents définissent les principes d'organisation de la desserte de la zone d'activités, avec un accès principal depuis la RD275 et une voirie interne structurante réalisée dans le cadre de l'aménagement de la ZAC. L'étude d'entrée de ville précise notamment les aménagements routiers retenus et rappelle que le dimensionnement de la desserte a été établi à partir d'une étude de trafic réalisée à l'échelle de l'opération.

L'estimation de trafic présentée ci-après vise ainsi à vérifier que les flux générés par l'implantation des lots 4 et 5 restent compatibles avec les hypothèses de circulation prises en compte lors de la conception de la desserte de la zone.

2. Étude de trafic – Projet de parcs d'activités (Lots 4 et 5)

2.1. Hypothèses de génération

Élément	Valeur
Programme	Parc d'activités – lots 4 et 5
Accès	1 accès unique sur la voirie de la ZAC
VL	Déplacements domicile–travail
PL	Livraisons réparties sur la journée
Répartition VL	35 % sur la pointe matin / 35 % sur la pointe soir
PL	Diffus sur environ 10 h d'exploitation

2.2. Génération Journalière

Type de véhicules	Lot 4	Lot 5	Total
VL (visites/jour)	120	101	221
VUL (visites/jour)	20	6	26
PL (visites/jour)	10	6	16

Conversion en mouvements voirie (entrée + sortie)

Type	Mouvements/jour
VL	442
VUL	52
PL	32
TOTAL	526

Trafic journalier du projet

© Arkham Ingénierie

La majorité du trafic généré par le projet correspond à des véhicules légers liés aux déplacements domicile–travail des salariés. Les poids lourds représentent environ **6 % du trafic total**.



2.3. Heure de pointe du matin (08h–09h)

Mouvement	VL	VUL	PL	Total
Entrées	77.4	9.1	1.6	88.1
Sorties	11.1	1.3	1.6	14.0
Total (2 sens)	88.55	10.4	3.2	102.1 véh/h

2.4. Heure de pointe du soir (17h–18h)

Mouvement	VL	VUL	PL	Total
Entrées	11.1	1.3	1.6	14.0
Sorties	77.4	9.1	1.6	88.1
Total (2 sens)	88.55	10.4	3.2	102.1 véh/h

3. Conclusion

L'exploitation des lots 4 et 5 du parc d'activités génère environ 221 visites de véhicules légers, 26 visites de véhicules utilitaires et 16 visites de poids lourds par jour, soit environ 526 mouvements de véhicules par jour en comptabilisant les entrées et les sorties du site.

Aux heures de pointe du matin et du soir, le trafic généré par l'ensemble des deux lots atteint environ 102 véhicules par heure tous sens confondus.

Les déplacements de véhicules légers correspondent principalement aux déplacements domicile–travail des salariés, ce qui explique leur concentration aux heures de pointe du matin et du soir. Les poids lourds correspondent aux opérations de livraison et d'expédition liées aux activités présentes sur le site ; leur circulation est répartie sur la journée, limitant leur contribution aux pointes de trafic.

Ces niveaux de trafic restent modérés à l'échelle d'une zone d'activités et demeurent compatibles avec la capacité d'une voirie interne de ZAC.

Par ailleurs, la voirie principale de desserte de la ZAC et son accès ont été dimensionnés dans le cadre des études préalables de l'opération, notamment dans l'étude d'entrée de ville réalisée pour la commune de Champigny. Les flux estimés pour les lots 4 et 5 s'inscrivent dans les hypothèses de circulation prises en compte lors de ces études et ne remettent pas en cause le fonctionnement de la desserte prévue.

© Arkham Ingénierie

Au regard de ces éléments, le trafic généré par l'aménagement des lots 4 et 5 apparaît compatible avec les caractéristiques de la voirie de la ZAC et ne nécessite pas d'aménagement particulier au niveau de l'accès au site.

4. Annexes

Annexe 1 – Étude d'entrée de ville (2023)

Annexe 2 – Genèse de projet – ZAC des Sables

© Arkham Ingénierie

NOTICE HYDRAULIQUE – LOT 4

LES SABLES

CHAMPIGNY (56150)

Indice	Date	Auteur	Modifications
A	25/02/2026	RGE	Document initial

ARKHAM INGENIERIE

32 route de Chambray

27220 VERNON

TABLE DES MATIERES

1. Préambule sur le principe de gestion des eaux pluviales envisagé 5
2. Données d'entrée du projet 6
2.1. Localisation du projet 6
2.2. Données d'Infiltration 7
2.3. Cadre réglementaire 8
2.3.1. Grand Reims 8
2.4. Données pluviales 10
3. Gestion des eaux pluviales 11
3.1. Bassins Versants 11
3.2. Calcul du volume à stocker BV1 13
3.3. Calcul du volume à stocker BV2 16
3.4. Calcul du volume à stocker BV3 18
3.5. Calcul du volume à stocker BV4 20
3.6. Calcul du volume à stocker BV5 22
3.7. Calcul du volume à stocker BV6 24
3.8. Calcul du volume à stocker BV7 26
3.9. Calcul du volume à stocker BV8 28
3.10. Calcul du volume à stocker BV9 30
3.11. Calcul du volume à stocker BV10 32
4. Résumé général des Bassins Versants 34
5. Détail des ouvrages projetés 35
5.1. Les jardins de Pluie ou Espaces Verts Creux 35
5.2. Les Noues 36
5.3. Les Regards 37
5.4. Les Descentes EP 37
6. Traitement des pollutions 48
6.1. Evaluation de la charge polluante 48
6.2. Les seuils d'acceptabilité 49
6.3. Evaluation de la charge polluante (selon méthode SETRA 2006) 51
6.4. Incidence sur les eaux souterraines 53
6.5. Traitement des pollutions chroniques 53
7. Liste des Annexes 55

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : Site du projet (Source : Géoportail) 6
Figure 2 : Vue aérienne (Source : Géoportail) 6
Figure 3 : Extrait Rapport G2 (Source : GINGER) 7
Figure 4 : Plan de repérage des sondages (Source : GINGER) 7
Figure 5 : Repérage zone d'infiltration (Source : Zonage Pluvial de Thillois) 8
Figure 6 : Zone d'infiltration (Source : Zone Pluvial de Thillois) 9
Figure 7 : Règlement Zone INF 02 (Source : Règlement de zonage du Grand Reims) 10
Figure 8 : Coefficients de montana (Source : Météo France) 10
Figure 9 : Repérage des espaces verts creux qui serviront à la gestion EP (Source : Arkham Ingénierie) 11
Figure 10 : Repérage des sous-bassins versants (Source : Arkham Ingénierie) 12
Figure 11 : Localisation du Bassin Versant n°1. Source : Arkham Ingénierie 13
Figure 12 : Tableau des surfaces du Bassin Versant n°1. Source : Arkham Ingénierie 14
Figure 13 : Tableau résultats du Bassin Versant n°1. Source : Arkham Ingénierie 15
Figure 14 : Localisation du Bassin Versant n°2. Source : Arkham Ingénierie 16
Figure 15 : Tableau des surfaces du Bassin Versant n°2. Source : Arkham Ingénierie 16
Figure 16 : Tableau résultats du Bassin Versant n°2. Source : Arkham Ingénierie 17
Figure 17 : Localisation du Bassin Versant n°3. Source : Arkham Ingénierie 18
Figure 18 : Tableau des surfaces du Bassin Versant n°3. Source : Arkham Ingénierie 18
Figure 19 : Tableau résultats du Bassin Versant n°3. Source : Arkham Ingénierie 19
Figure 20 : Localisation du Bassin Versant n°4. Source : Arkham Ingénierie 20
Figure 21 : Tableau des surfaces du Bassin Versant n°4. Source : Arkham Ingénierie 20
Figure 22 : Tableau résultats du Bassin Versant n°4. Source : Arkham Ingénierie 21
Figure 23 : Localisation du Bassin Versant n°5. Source : Arkham Ingénierie 22
Figure 24 : Tableau des surfaces du Bassin Versant n°5. Source : Arkham Ingénierie 22
Figure 25 : Tableau résultats du Bassin Versant n°5. Source : Arkham Ingénierie 23
Figure 26 : Localisation du Bassin Versant n°6. Source : Arkham Ingénierie 24
Figure 27 : Tableau des surfaces du Bassin Versant n°6. Source : Arkham Ingénierie 24
Figure 28 : Tableau résultats du Bassin Versant n°6. Source : Arkham Ingénierie 25
Figure 29 : Localisation du Bassin Versant n°7. Source : Arkham Ingénierie 26
Figure 30 : Tableau des surfaces du Bassin Versant n°7. Source : Arkham Ingénierie 26
Figure 31 : Tableau résultats du Bassin Versant n°7. Source : Arkham Ingénierie 27
Figure 32 : Localisation du Bassin Versant n°8. Source : Arkham Ingénierie 28
Figure 33 : Tableau des surfaces du Bassin Versant n°8. Source : Arkham Ingénierie 28
Figure 34 : Tableau résultats du Bassin Versant n°8. Source : Arkham Ingénierie 29
Figure 35 : Localisation du Bassin Versant n°9. Source : Arkham Ingénierie 30
Figure 36 : Tableau des surfaces du Bassin Versant n°9. Source : Arkham Ingénierie 30
Figure 37 : Tableau résultats du Bassin Versant n°9. Source : Arkham Ingénierie 31
Figure 38 : Localisation du Bassin Versant n°10. Source : Arkham Ingénierie 32
Figure 39 : Tableau des surfaces du Bassin Versant n°10. Source : Arkham Ingénierie 32
Figure 40 : Tableau résultats du Bassin Versant n°10. Source : Arkham Ingénierie 33
Figure 41 : Récapitulatif résultat GEP des bassins versants (Source : Arkham Ingénierie) 34
Figure 42 : Détail type d'un espace vert creux (Source : Arkham Ingénierie) 35
Figure 43 : Coupe de principe d'une noue type sur le projet (Source : Arkham Ingénierie) 36
Figure 52 : Détail regard à fond perdu (Source : Arkham Ingénierie) ..... **Erreur ! Signet non défini.**
Figure 53 : Regard de surverse à grilles (Source : Arkham Ingénierie) ..... **Erreur ! Signet non défini.**
Figure 54 : Récupération des eaux en surface (Source : Arkham Ingénierie) 43
Figure 55 : Récupération des eaux sous dalle (Source : Arkham Ingénierie) 43
Figure 56 : Regard descente de gouttière déversoir (Source : Arkham Ingénierie) 44
Figure 57 : Regard descente de gouttière déversoir en eau (Source : Arkham Ingénierie) 44
Figure 58 : Vue en coupe descente EP sur voirie (Source : Arkham Ingénierie) 45
Figure 59 : Vue en plan descente EP sur voirie (Source : Arkham Ingénierie) 45
Figure 60 : Vue en 2D descente EP sur voirie (Source : Arkham Ingénierie) 46
Figure 61 : Vue en 3D descente EP sur voirie (Source : Arkham Ingénierie) 46
Figure 62 : Coupe et profil caniveau à grille pour accompagner descente toitures (Source : Arkham Ingénierie) 47

Figure 63 : Vue 3D caniveau à grille pour accompagner descente toitures (Source : Arkham Ingénierie) 47

1. Préambule sur le principe de gestion des eaux pluviales envisagé

L'assainissement pluvial de l'opération se base essentiellement sur la mise en œuvre des techniques alternatives dont les principes fondamentaux sont les suivants :

- Respecter les écoulements naturels ;
- Stocker l'eau à la source ;
- Favoriser l'infiltration et/ou le débit de fuite régulé ;
- Prendre en compte des épisodes exceptionnels ou à la répétition d'épisodes pluvieux.

Ce système présente l'avantage d'annihiler les ruissellements et la vitesse de l'eau, de permettre une mise en scène de l'eau à travers la composition du plan masse ; dès lors, il n'est plus question de créer des ouvrages spécialement dédiés à l'eau, mais bel et bien d'utiliser un autre ouvrage, un autre lieu, pour lui créer une seconde fonction : la fonction hydraulique.

On parle alors de **gestion intégrée ou de pluri fonctionnalité** des ouvrages. Ce concept permet d'apporter une forte valeur ajoutée, en termes de qualité paysagère, et de respect logique de développement durable, tout en limitant les coûts d'aménagements :

- **Paysagers** : Ce concept va permettre de créer des ambiances de voies et cheminements piétons beaucoup plus qualitatives. L'eau n'est plus évacuée en sous-sol mais redevient une composante naturelle du paysage. Des espaces d'agrément naturels alliant hydraulique, paysage et environnement peuvent ainsi être réalisés.
- **Environnementaux** : La collecte des eaux pluviales au plus proche du lieu de précipitation permet de limiter au maximum le ruissellement et donc la charge polluante. Le stockage en surface, dans des espaces verts plantés d'espèces adaptées constituent des milieux temporairement en eau riches en biodiversité, ce qui est particulièrement intéressant en milieu urbain. De plus, cela permettra de désaturer les réseaux existants dans le cadre de fortes pluviométries.
- **Economiques** : Les systèmes mis en œuvre permettent de s'affranchir des réseaux EP classiques et des ouvrages associés ce qui représente une économie conséquente. En outre, aucun espace n'est spécialement dédié à la gestion des eaux pluviales ce qui représente une grande plus-value en termes d'emprise foncière. Les économies sont également présentes en matière d'entretien puisque les ouvrages de stockages et d'infiltration seront uniquement entretenus pour leur fonction primaire (espace vert, voirie, toiture ; ...).

Dans le cadre de ce projet, **l'épisode pluvieux le plus défavorable pris en compte sera l'occurrence centennale**.

L'intégralité des eaux collectées seront envisagées en infiltration in situ afin d'avoir un schéma directeur de la gestion des eaux pluviales en zéro rejet ou dit « à la parcelle ». Les eaux générées par une pluie plus importante seront gérées par débordements ponctuels sur les voiries ou espaces connexes, sans impacter les bâtiments.

Ainsi, la gestion des eaux pluviales se fera en infiltration à la parcelle, pour une période de retour de 100 ans.

2. Données d'entrée du projet

2.1. Localisation du projet

Le projet se situe sur la commune de Champigny, dans le département de la Marne en région Grand Est. Il s'agit de l'aménagement d'un parcelle d'une surface totale de 31 883 m².



Figure 1 : Site du projet (Source : Géoportail)



Figure 2 : Vue aérienne (Source : Géoportail)

2.2. Données d'Infiltration

Des essais de perméabilité de type Matsuo ont été réalisées sur le site (***voir Annexe 1 : Rapport Géotechnique G2 AVP).***

Les coefficients de perméabilité calculés à partir de ces essaies ont résumés comme suit :

Sondage	Formation	Nature du sol	Profondeur de l'essai	Coefficient de perméabilité k	
				m/s	mm/h
M1	1	Limon crayeux	0.94 – 1.50 m	$4.4.10^{-6}$	15.84
M2	2	Craie	1.87 – 2.50 m	$4.1.10^{-5}$	147.6
M3	1	Limon crayeux	0.45 – 0.65 m	$2.2.10^{-5}$	79.2
M4	2	Craie	1.94 – 2.50 m	$2.7.10^{-6}$	97.2
M5	2	Craie	2.00 – 2.50 m	$1.6.10^{-5}$	57.6
M6	2	Craie	1.01 – 1.50 m	$8.5.10^{-5}$	306
M7	2	Craie	1.85 – 2.50	$3.1.10^{-5}$	111.6

Figure 3 : Extrait Rapport G2 (Source : GINGER)

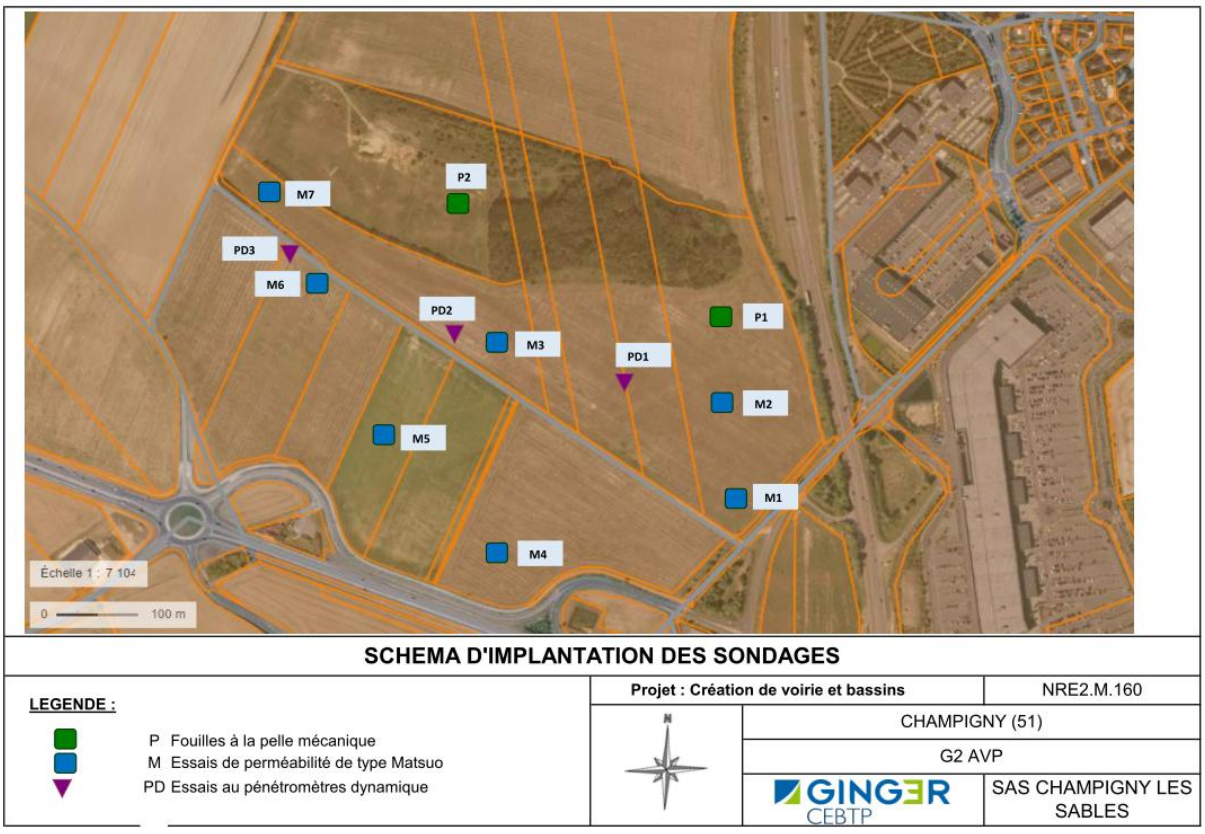


Figure 4 : Plan de repérage des sondages (Source : GINGER)

La valeur moyenne retenue sera de 2.89e-05 m/s

2.3. Cadre réglementaire

2.3.1. Grand Reims

Le projet est couvert par le Plan Pluie du Grand Reims, le document traite de la gestion des eaux pluviales du secteur.

Le Zonage Pluvial de Thillois identifie la zone d'infiltration (***voir Annexe 2 : Zonage Pluvial de Thillois).***

Le projet est situé sur la zone INF 02.

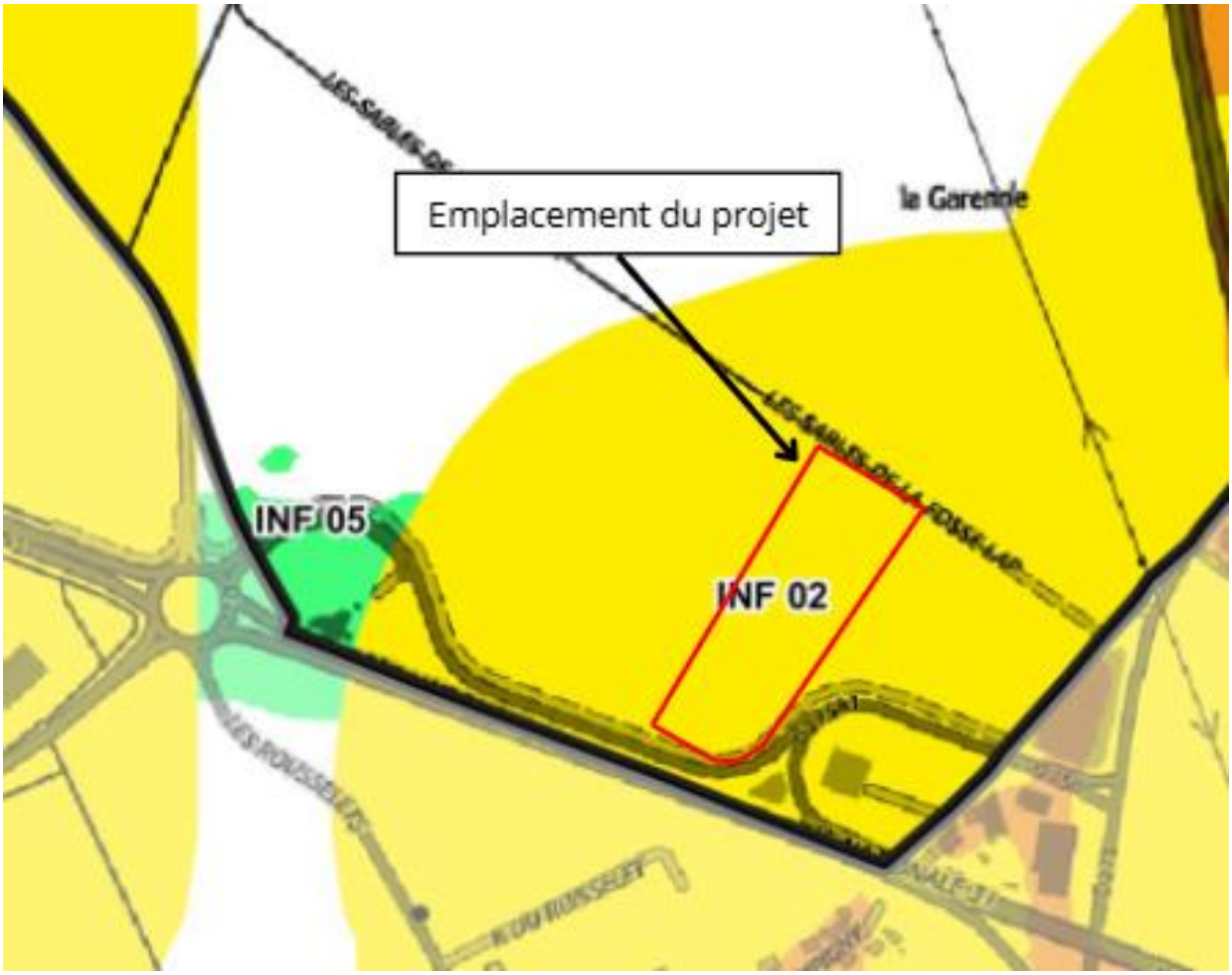


Figure 5 : Repérage zone d'infiltration (Source : Zonage Pluvial de Thillois)

PLAN PLUIE
DU GRAND REIMS
Intégrer la pluie, ressourcer le territoire

COMMUNAUTE URBAINE DU GRAND REIMS
Direction de l'eau et de l'assainissement
3 rue Arthur Deces
CS80036
51722 REIMS

Plan Pluie du Grand Reims

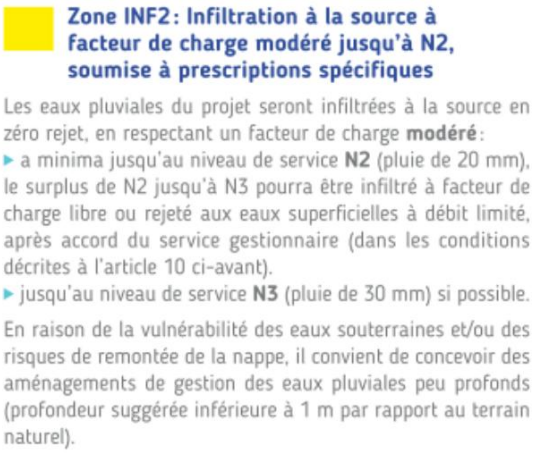
Zonage pluvial de la commune de Champigny

Légende — Zones urbanisées et à urbaniser

		DISPOSITIONS TECHNIQUES COMPLÉMENTAIRES			
		Pas de dispositions techniques complémentaires	Ouvrage de faible profondeur	Facteur de charge faible Précautions et dispositions préventives en zone RGA*	Ouvrage de faible profondeur Précautions et dispositions préventives en zone RGA*
ZONE D'INFILTRATION objectif de facteur de charge	Libre	Zone INF 1	-	Zone INF 3	-
	Moyen	Zone INF 5	-	Zone INF 6	-
	Modéré	Zone INF 7	Zone INF 2	Zone INF 8	Zone INF 4
	Faible	Zone INF 9	Zone INF 10	Zone INF 11	Zone INF 12
ZONE DE REJET infiltration ni recommandée, ni souhaitable		Zone REJ 1	Zone REJ 2	Zone REJ 3	Zone REJ 4

Figure 6 : Zone d'infiltration (Source : Zone Pluvial de Thillois)

Le règlement de zonage du Grand Reims détermine les règles qui s'appliquent à cette zone INF 02 (***voir Annexe 3 : Règlement de zonage du Grand Reims).***



Zone INF2 : Infiltration à la source à facteur de charge modéré jusqu'à N2, soumise à prescriptions spécifiques

Les eaux pluviales du projet seront infiltrées à la source en zéro rejet, en respectant un facteur de charge **modéré** :

- a minima jusqu'au niveau de service **N2** (pluie de 20 mm), le surplus de N2 jusqu'à N3 pourra être infiltré à facteur de charge libre ou rejeté aux eaux superficielles à débit limité, après accord du service gestionnaire (dans les conditions décrites à l'article 10 ci-avant).
- jusqu'au niveau de service **N3** (pluie de 30 mm) si possible.

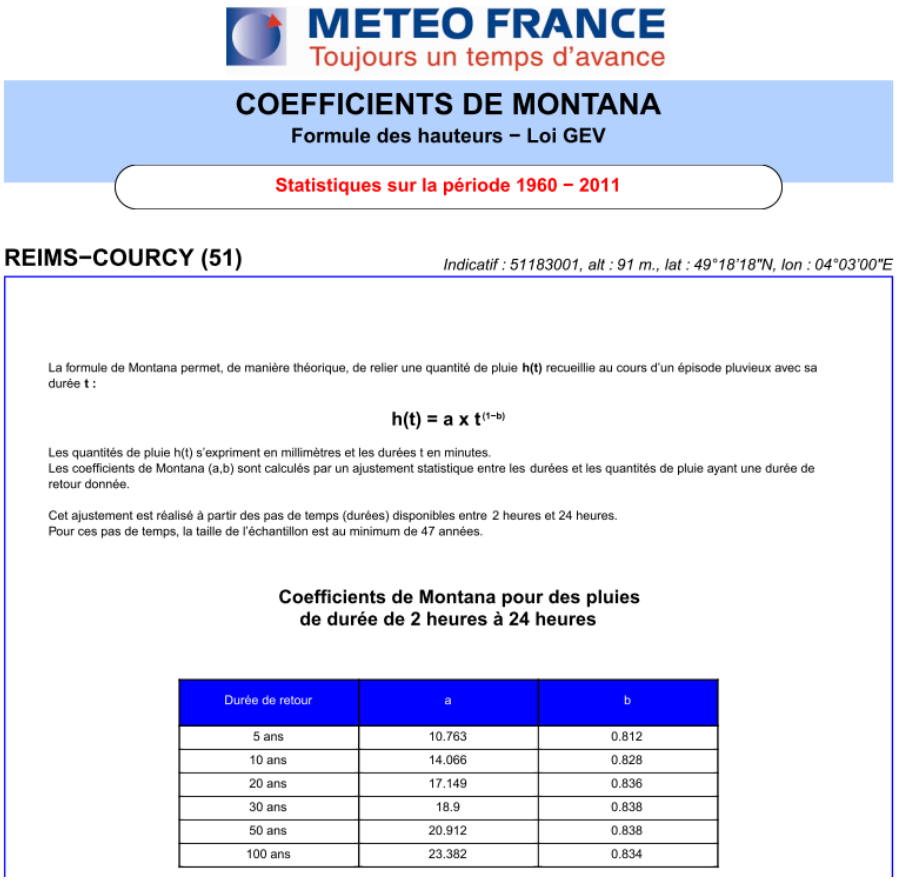
En raison de la vulnérabilité des eaux souterraines et/ou des risques de remontée de la nappe, il convient de concevoir des aménagements de gestion des eaux pluviales peu profonds (profondeur suggérée inférieure à 1 m par rapport au terrain naturel).

Figure 7 : Règlement Zone INF 02 (Source : Règlement de zonage du Grand Reims)

2.4. Données pluviales

Nous prenons en compte les données suivante pour le projet :

- Période de retour : 100 ans
- Débit de fuite : Zéro rejet et gestion à la parcelle
- Valeur d'infiltration : 2.89e-05 m/s
- Coefficients de Montana : Reims-Courcy (51)
- $A_{100\ ans}$ = 23.382 $B_{100\ ans}$ = 0.834



METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance

COEFFICIENTS DE MONTANA
Formule des hauteurs – Loi GEV

Statistiques sur la période 1960 – 2011

REIMS–COURCY (51) *Indicatif : 51183001, alt : 91 m., lat : 49°18'18"N, lon : 04°03'00"E*

La formule de Montana permet, de manière théorique, de relier une quantité de pluie **h(t)** recueillie au cours d'un épisode pluvieux avec sa durée **t** :

$$h(t) = a \times t^{(1-b)}$$

Les quantités de pluie h(t) s'expriment en millimètres et les durées t en minutes.
Les coefficients de Montana (a,b) sont calculés par un ajustement statistique entre les durées et les quantités de pluie ayant une durée de retour donnée.

Cet ajustement est réalisé à partir des pas de temps (durées) disponibles entre 2 heures et 24 heures.
Pour ces pas de temps, la taille de l'échantillon est au minimum de 47 années.

Coefficients de Montana pour des pluies de durée de 2 heures à 24 heures

Durée de retour	a	b
5 ans	10.763	0.812
10 ans	14.066	0.828
20 ans	17.149	0.836
30 ans	18.9	0.838
50 ans	20.912	0.838
100 ans	23.382	0.834

Figure 8 : Coefficients de montana (Source : Météo France)

3. Gestion des eaux pluviales

3.1. Bassins Versants

Afin de respecter le principe de gérer les eaux pluviales au plus près de leur lieu de précipitation, l'intégralité des eaux de ruissellement de l'opération s'infiltreront à travers **10 espaces verts creux.**

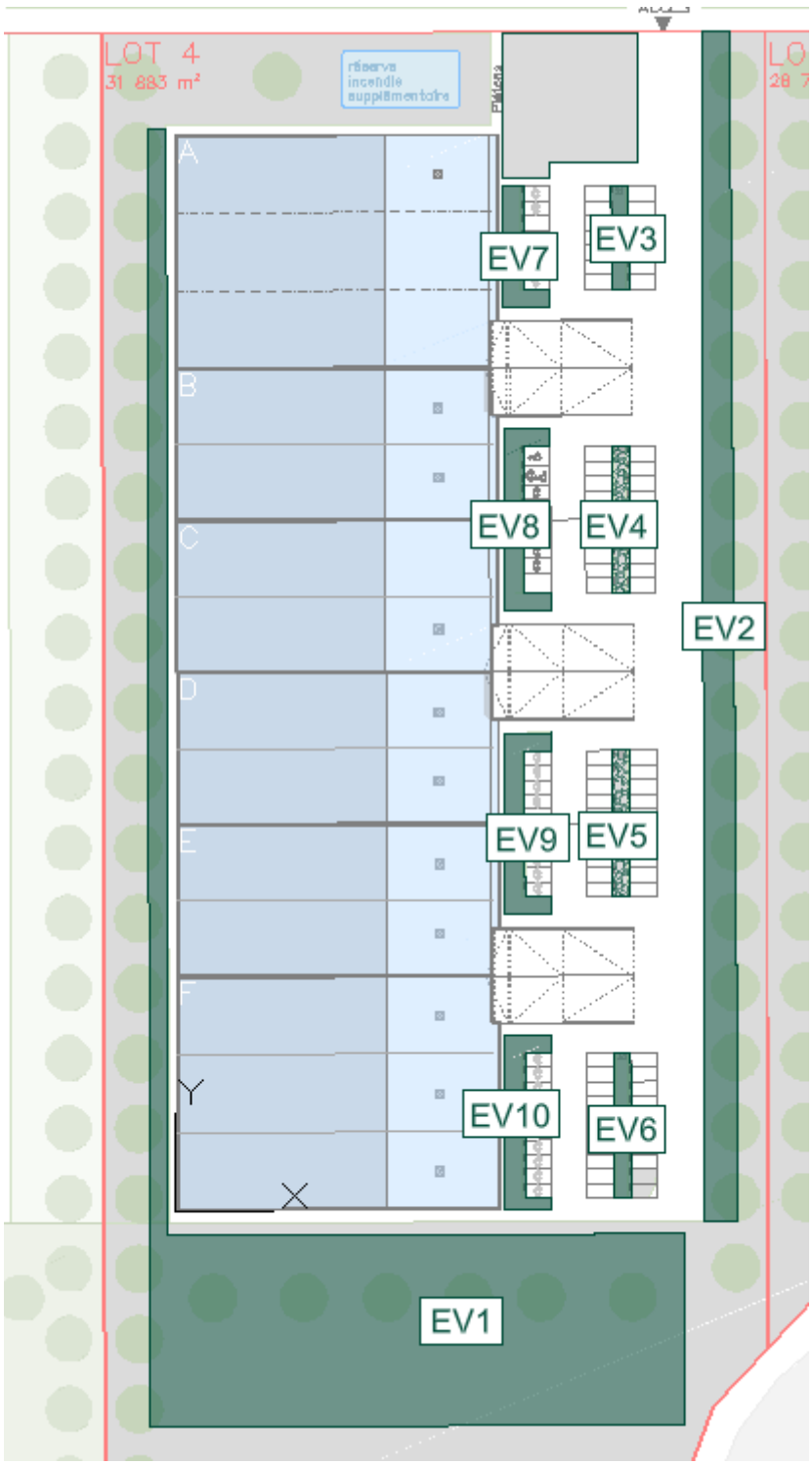


Figure 9 : Repérage des espaces verts creux qui serviront à la gestion EP (Source : Arkham Ingénierie)

A partir de ces « exutoires » il a été déterminé et selon le nivellement de l'opération, la définition des différents bassins versants de l'opérations.

Comme nous avons retenu une gestion à la parcelle et que chaque ouvrage d'infiltration est indépendant les uns des autres, il y a par conséquence autant de bassins versants qu'il y a d'espaces verts creux.

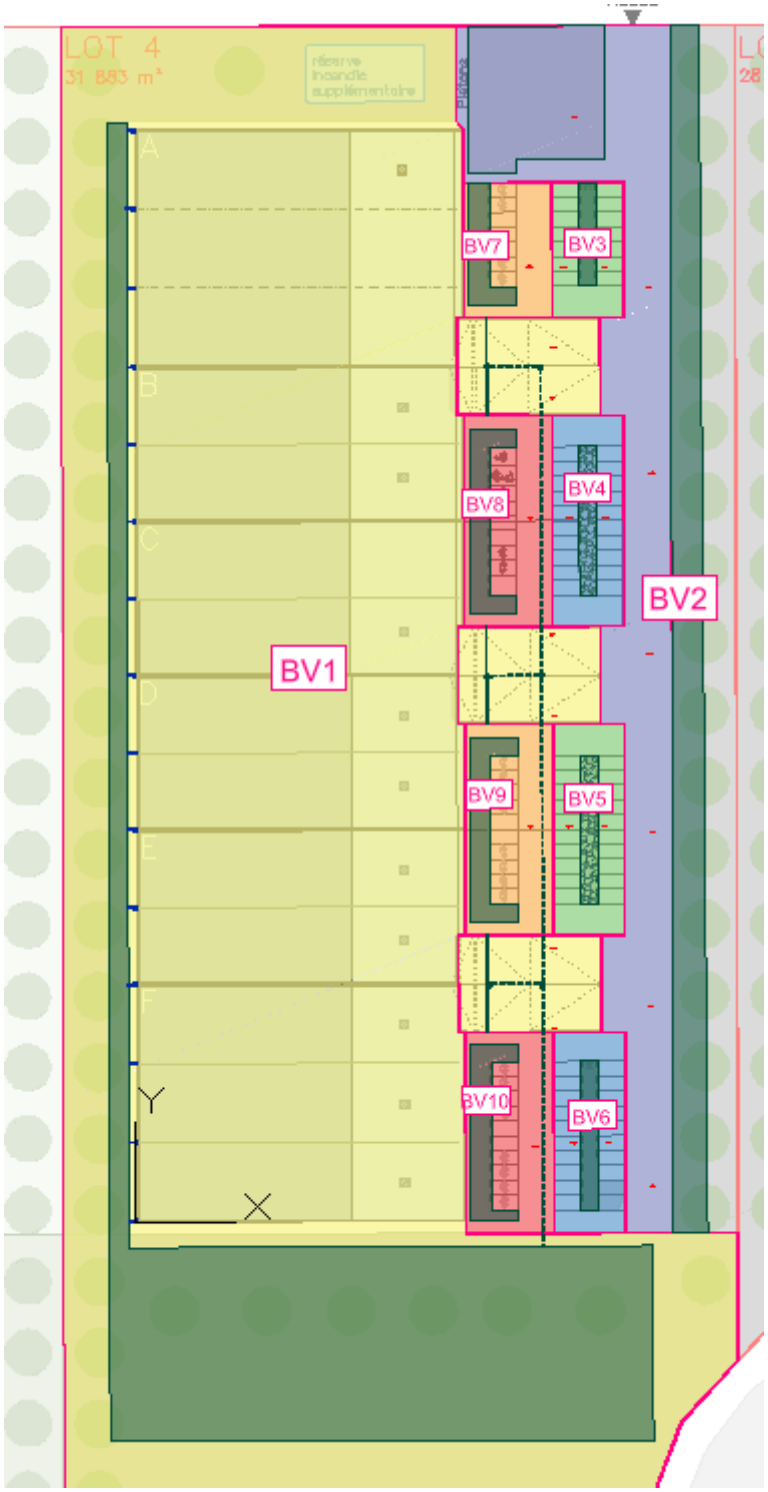


Figure 10 : Repérage des sous-bassins versants (Source : Arkham Ingénierie)

3.2. Calcul du volume à stocker BV1

Le bassin versant n°1 s'étend sur une surface totale de 14874 m². Le dispositif de gestion des eaux pluviales retenu est une noue.

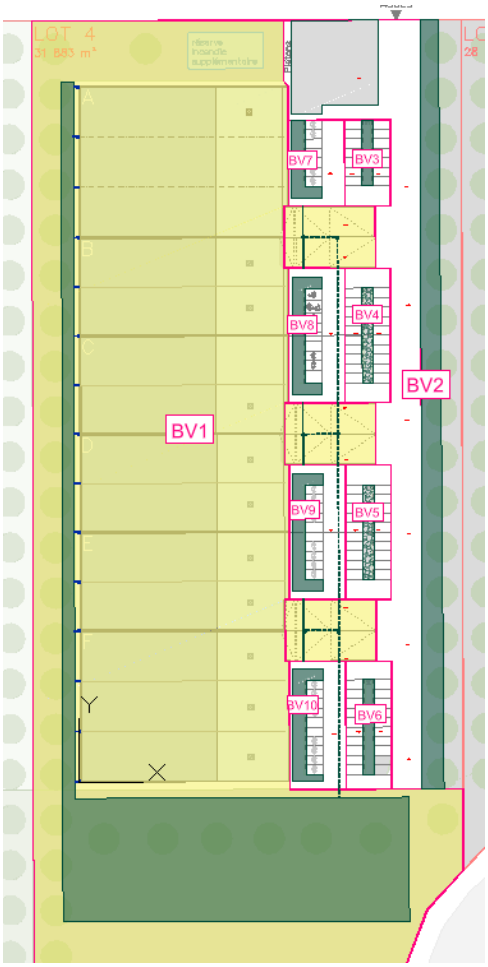


Figure 11 : Localisation du Bassin Versant n°1. Source : Arkham Ingénierie

Calcul du débit de fuite (Qf) et du volume sortant (Vs) :

Le débit de fuite est calculé de la manière suivante :

Qf [L/s] = Surface d'infiltration (en m²) x Perméabilité (en m/s) x 1 000 + $Q_{limité}$ (en L/s/ha) * Surface active (en ha)

Où $Q_{limité}$ est le débit limité de rejet au réseau, règlementaire et autorisé.

La surface d'infiltration de ce bassin versant est matérialisée par la noue, qui sert d'exutoire naturel aux eaux de ruissellement. La surface d'infiltration ainsi mobilisée est de 3598.00 m² (voir plan de principes de gestion des eaux pluviales en annexe).

Le débit de fuite est déterminé par l'infiltration :

Qf = 3598 m² × 2.89e-05 m/s × 1 000 = 103.98 L/s (~ 0.103982 m³/s).

Le volume sortant (Vs) est déterminé par le débit de fuite considéré comme constant et égal au débit maximum pouvant être évacué par le réservoir pendant la phase de remplissage et la phase de vidange de l'ouvrage de gestion des eaux pluviales

Détermination de l'intensité de pluie I(t) et du volume entrant (Ve)

En application de la méthode des volumes, l'intensité de la pluie s'exprime comme suit :

I(t) = a x t1-b,

Où a et b sont les coefficients de Montana indiqués dans les données d'entrée, pour une pluie de référence donnée.

Le volume entrant s'exprime comme suit :

Ve (en m3) = Surface active (Sa en m²) x Temps (t en s) x I(t) (i en m/s)

Ci-dessous le tableau des surfaces actives du bassin versant :

Type de surface	Coefficient de ruissellement	Superficie (m²)	Ca	Sa
Noues	0.20	3598	0.80	11877.10
Espaces Verts pleine terre	0.20	0		
Espaces Verts sur dalle	0.40	0		
Toitures	1.00	10091		
Toitures végétalisées	0.70	0		
Toitures stockantes	0.70	0		
Voiries	0.90	1185		
Revêtements perméables	0.70			

Figure 12 : Tableau des surfaces du Bassin Versant n°1. Source : Arkham Ingénierie

Calcul du volume à stocker (V)

Le calcul du volume à stocker V sera effectué à l'aide de la méthode des pluies.

Cette méthode tire profit de l'information statistique contenue dans les courbes « Intensité – Durée – Fréquence » (IDF). Elle peut faire l'objet d'une construction graphique simple qui permet d'obtenir, en sus du volume à stocker, un ordre de grandeur des durées moyennes de remplissage et de vidange.

Le calcul du volume s'effectue en différentes étapes :

- construction des courbes IDF si celles-ci ne sont pas déjà disponibles localement ;
- tracé pour chaque période de retour souhaitée de la courbe enveloppe « intensité – durée » ou « volume de pluie - durée » ;
- tracé sur le même graphique de la courbe « volume vidangé – durée ».

Le volume nécessaire pour une période de retour donnée est l'écart maximum entre la courbe « volume vidangé – durée » et la courbe « volume de pluie – durée ».

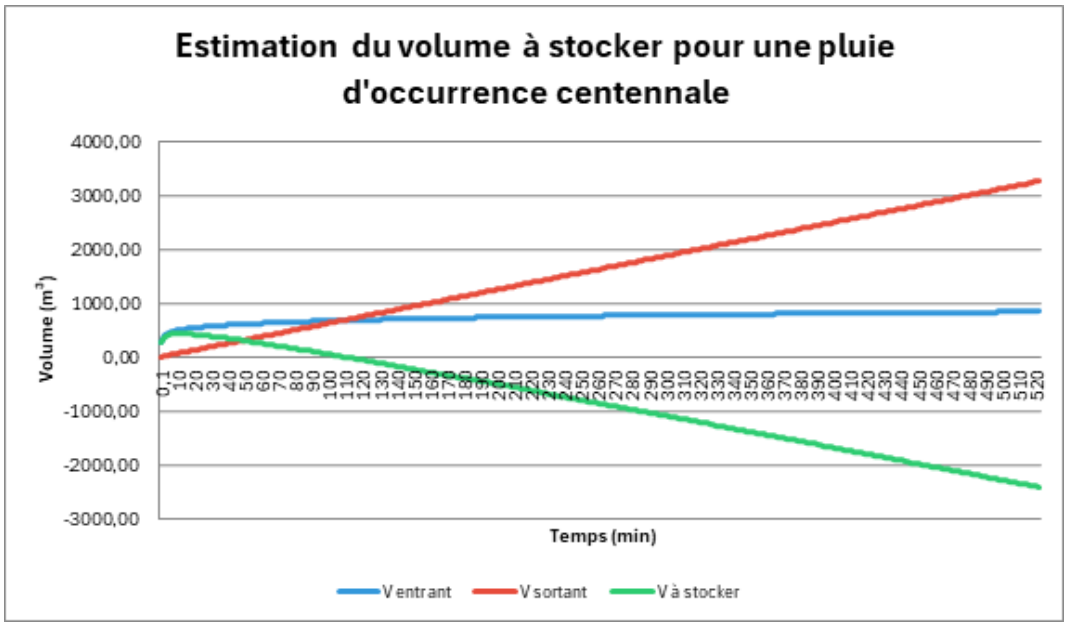
Le **volume à stocker V** est donc déterminé par le moment de la plus grande différence entre le **volume entrant Ve** et le **volume sortant Vs**.

L'hypothèse d'un débit de fuite constant et maximum sur la durée de la pluie est a priori minorant. La méthode des pluies ne tient pas compte de la forme complexe des hyétogrammes de pluie qui peuvent présenter plusieurs pics. Le débit entrant dans le bassin n'est généralement pas constant et peut éventuellement être inférieur au débit de vidange appliqué, en particulier en début d'événement.

En revanche, le volume à stocker est déterminé à partir des pluies et non des débits à l'exutoire du bassin, ce qui conduit à surévaluer les volumes à stocker. On peut tenir compte du coefficient du ruissellement en ne rapportant les hauteurs de pluie qu'à la surface active du bassin versant pour déterminer les volumes à stocker. En revanche, on ne peut pas tenir compte des pertes initiales et des processus hydrauliques liés à la propagation

des débits dans les systèmes d'assainissement (laminage des hydrogrammes, passage en charge de conduites, possibilités de stockage dans le système amont).

L'ensemble de ces hypothèses nous donne le graphique suivant :



Méthode des pluies	Montana	a	b	Qf (L/s/ha)	Qf (L/s)	t critique	V à stocker
	100 ans	23.382	0.834	0.00	103.98	11.00	**344.86 m³**

Figure 13 : Tableau résultats du Bassin Versant n°1. Source : Arkham Ingénierie

Le bassin versant 1 est équipé d'une noue assurant la gestion des volumes de ruissellement. Pour une pluie d'occurrence centennale, le volume théorique à gérer est de 344.86 m³. Toutefois, le volume dimensionnant est imposé par la méthode de PLU et s'élève à 510.09 m³. L'ouvrage en place permet de stocker 359.80 m³, couvrant le besoin de 510.09 m³, avec un temps de vidange complet estimé à 1.36 heures, soit 82 minutes.

3.3. Calcul du volume à stocker BV2

Le bassin versant n°2 s'étend sur une surface totale de 3623 m². Le dispositif de gestion des eaux pluviales retenu est une noue.

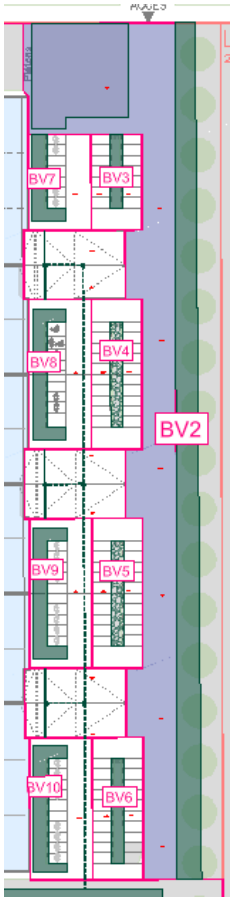


Figure 14 : Localisation du Bassin Versant n°2. Source : Arkham Ingénierie

Calcul du débit de fuite (Qf) et du volume sortant (Vs) :

Le débit de fuite est déterminé par l'infiltration :

Qf = 1073 m² × 2.89e-05 m/s × 1 000 = 31.01 L/s (~ 0.031010 m³/s).

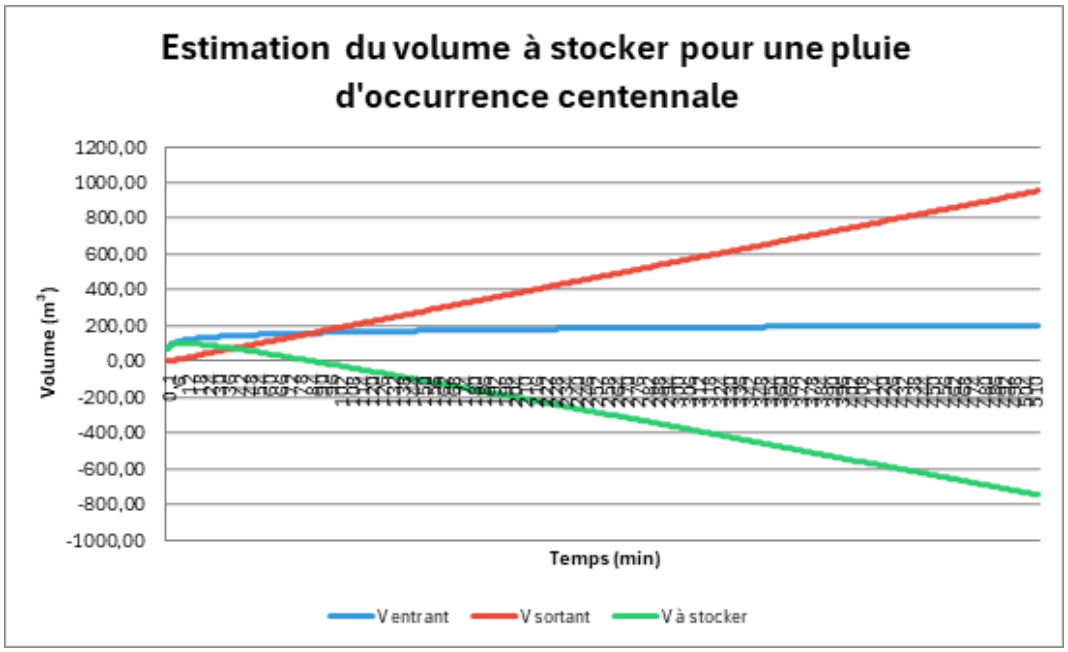
Ci-dessous le tableau des surfaces actives du bassin versant :

Type de surface	Coefficient de ruissellement	Superficie (m²)	Ca	Sa
Noues	0.20	1073	0.59	2135.80
Espaces Verts pleine terre	0.20	534		
Espaces Verts sur dalle	0.40	0		
Toitures	1.00	0		
Toitures végétalisées	0.70	0		
Toitures stockantes	0.70	0		
Voiries	0.90	2016		
Revêtements perméables	0.70			

Figure 15 : Tableau des surfaces du Bassin Versant n°2. Source : Arkham Ingénierie

Calcul du volume à stocker (V)

Le calcul du volume à stocker V sera effectué à l'aide de la méthode des pluies.



Méthode des pluies	Montana	a	b	Qf (L/s/ha)	Qf (L/s)	t critique	V à stocker
	100 ans	23.382	0.834	0.00	31.01	6.00	**56.07 m³**

Figure 16 : Tableau résultats du Bassin Versant n°2. Source : Arkham Ingénierie

Le bassin versant 2 est équipé d'une noue assurant la gestion des volumes de ruissellement. Pour une pluie d'occurrence centennale, le volume théorique à gérer est de 56.07 m³. Toutefois, le volume dimensionnant est imposé par la méthode de PLU et s'élève à 91.65 m³. L'ouvrage en place permet de stocker 107.30 m³, couvrant le besoin de 91.65 m³, avec un temps de vidange complet estimé à 0.82 heures, soit 49 minutes.

3.4. Calcul du volume à stocker BV3

Le bassin versant n°3 s'étend sur une surface totale de 272 m². Le dispositif de gestion des eaux pluviales retenu est une noue.

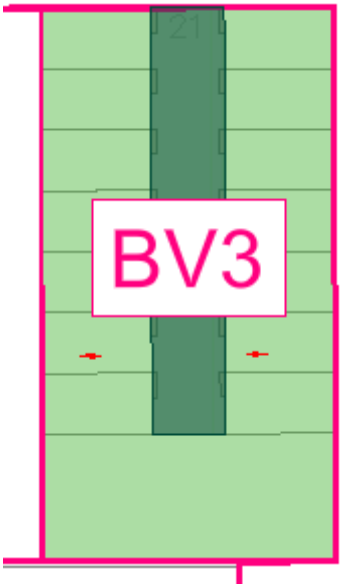


Figure 17 : Localisation du Bassin Versant n°3. Source : Arkham Ingénierie

Calcul du débit de fuite (Qf) et du volume sortant (Vs) :

Le débit de fuite est déterminé par l'infiltration :

Qf = 52 m² × 2.89e-05 m/s × 1 000 = 1.50 L/s (~ 0.001503 m³/s).

Ci-dessous le tableau des surfaces actives du bassin versant :

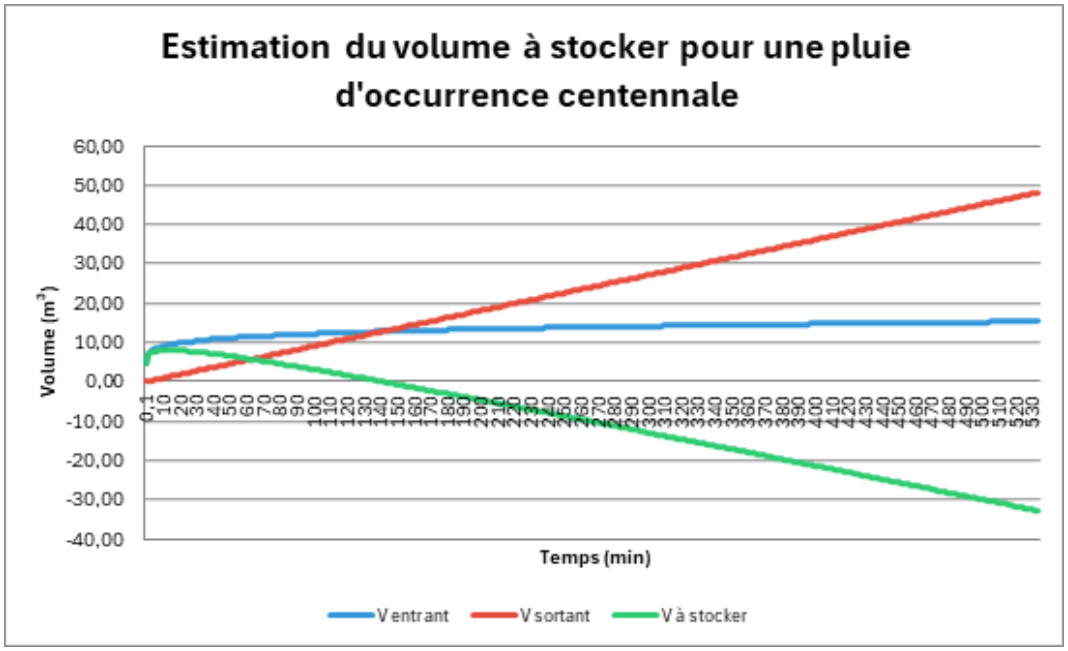
Type de surface	Coefficient de ruissellement	Superficie (m²)	Ca	Sa
Noues	0.20	52	0.77	208.40
Espaces Verts pleine terre	0.20	0		
Espaces Verts sur dalle	0.40	0		
Toitures	1.00	0		
Toitures végétalisées	0.70	0		
Toitures stockantes	0.70	0		
Voiries	0.90	220		
Revêtements perméables	0.70			

Figure 18 : Tableau des surfaces du Bassin Versant n°3. Source : Arkham Ingénierie

Calcul du volume à stocker (V)

***Le calcul du volume à stocker V sera effectué à l'aide de la méthode des pluies*.**

L'ensemble de ces hypothèses nous donne le graphique suivant :



Méthode des pluies	Montana	a	b	Qf (L/s/ha)	Qf (L/s)	t critique	V à stocker
	100 ans	23.382	0.834	0.00	1.50	13.88	**6.29 m³**

Figure 19 : Tableau résultats du Bassin Versant n°3. Source : Arkham Ingénierie

Le bassin versant 3 est équipé d'une noue assurant la gestion des volumes de ruissellement. Pour une pluie d'occurrence centennale, le volume théorique à gérer est de 6.29 m³. Toutefois, le volume dimensionnant est imposé par la méthode de PLU et s'élève à 8.95 m³. L'ouvrage en place permet de stocker 7.80 m³, couvrant le besoin de 8.95 m³, avec un temps de vidange complet estimé à 1.66 heures, soit 99 minutes.

3.5. Calcul du volume à stocker BV4

Le bassin versant n°4 s'étend sur une surface totale de 426 m². Le dispositif de gestion des eaux pluviales retenu est une noue.

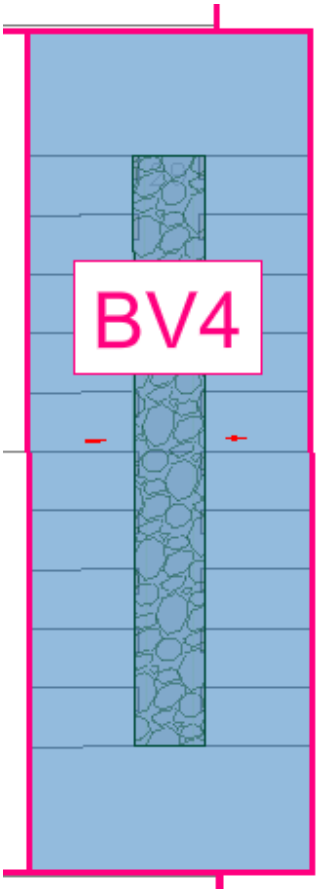


Figure 20 : Localisation du Bassin Versant n°4. Source : Arkham Ingénierie

Calcul du débit de fuite (Qf) et du volume sortant (Vs) :).

Le débit de fuite est déterminé par l'infiltration :

Qf = 75 m² × 2.89e-05 m/s × 1 000 = 2.17 L/s (~ 0.002168 m³/s).

Ci-dessous le tableau des surfaces actives du bassin versant :

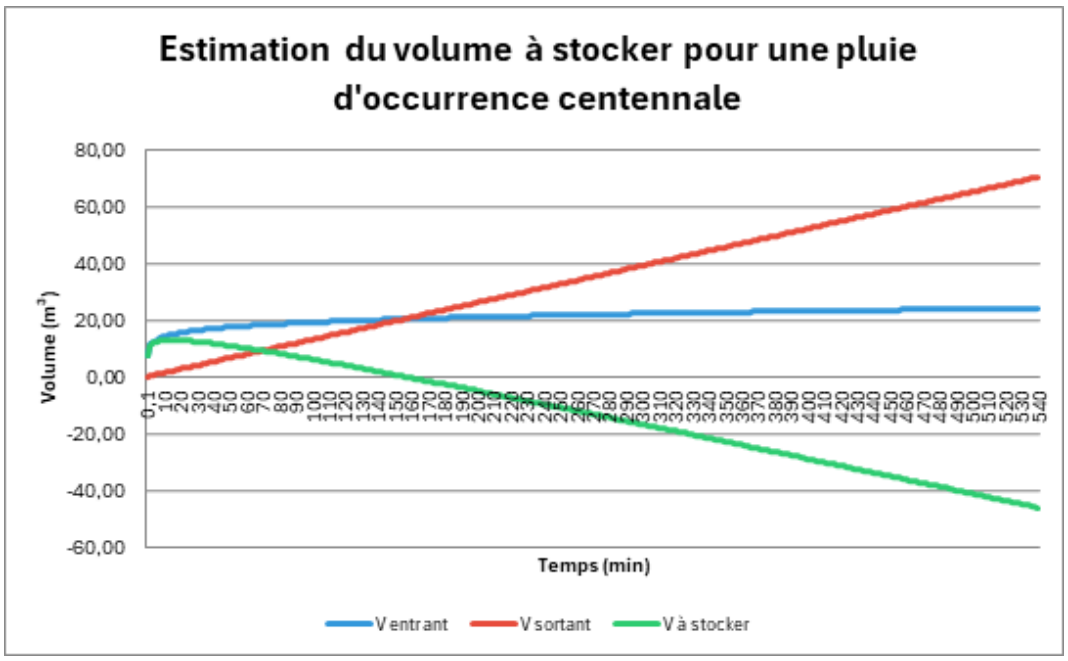
Type de surface	Coefficient de ruissellement	Superficie (m²)	Ca	Sa
Noues	0.20	75	0.78	330.90
Espaces Verts pleine terre	0.20	0		
Espaces Verts sur dalle	0.40	0		
Toitures	1.00	0		
Toitures végétalisées	0.70	0		
Toitures stockantes	0.70	0		
Voiries	0.90	351		
Revêtements perméables	0.70			

Figure 21 : Tableau des surfaces du Bassin Versant n°4. Source : Arkham Ingénierie

Calcul du volume à stocker (V)

***Le calcul du volume à stocker V sera effectué à l'aide de la méthode des pluies*.**

L'ensemble de ces hypothèses nous donne le graphique suivant :



Méthode des pluies	Montana	a	b	Qf (L/s/ha)	Qf (L/s)	t critique	V à stocker
	100 ans	23.382	0.834	0.00	2.17	15.58	**10.18 m³**

Figure 22 : Tableau résultats du Bassin Versant n°4. Source : Arkham Ingénierie

Le bassin versant 4 est équipé d'une noue assurant la gestion des volumes de ruissellement. Pour une pluie d'occurrence centennale, le volume théorique à gérer est de 10.18 m³. Toutefois, le volume dimensionnant est imposé par la méthode de PLU et s'élève à 14.22 m³. L'ouvrage en place permet de stocker 11.25 m³, couvrant le besoin de 14.22 m³, avec un temps de vidange complet estimé à 1.82 heures, soit 109 minutes.

3.6. Calcul du volume à stocker BV5

Le bassin versant n°5 s'étend sur une surface totale de 427 m². Le dispositif de gestion des eaux pluviales retenu est une noue.

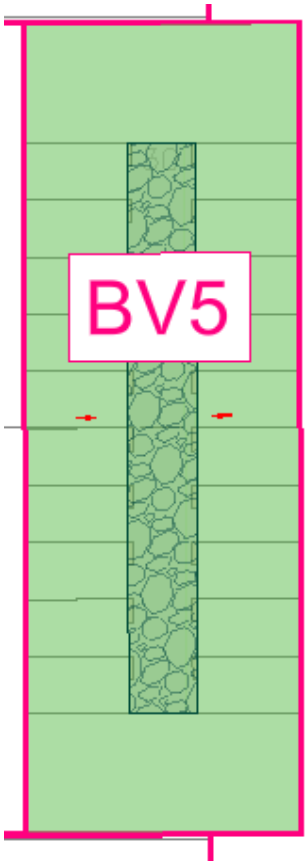


Figure 23 : Localisation du Bassin Versant n°5. Source : Arkham Ingénierie

Calcul du débit de fuite (Qf) et du volume sortant (Vs) :

Le débit de fuite est déterminé par l'infiltration :

Qf = 75 m² × 2.89e-05 m/s × 1 000 = 2.17 L/s (~ 0.002168 m³/s).

Ci-dessous le tableau des surfaces actives du bassin versant :

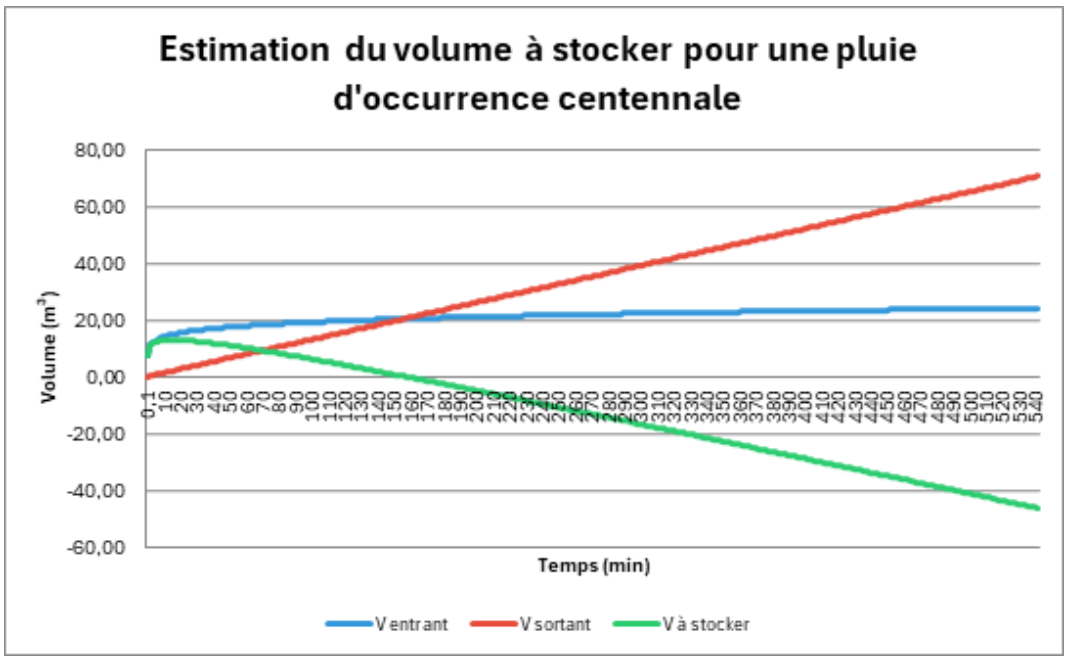
Type de surface	Coefficient de ruissellement	Superficie (m²)	Ca	Sa
Noues	0.20	75	0.78	331.80
Espaces Verts pleine terre	0.20	0		
Espaces Verts sur dalle	0.40	0		
Toitures	1.00	0		
Toitures végétalisées	0.70	0		
Toitures stockantes	0.70	0		
Voiries	0.90	352		
Revêtements perméables	0.70			

Figure 24 : Tableau des surfaces du Bassin Versant n°5. Source : Arkham Ingénierie

Calcul du volume à stocker (V)

***Le calcul du volume à stocker V sera effectué à l'aide de la méthode des pluies*.**

L'ensemble de ces hypothèses nous donne le graphique suivant :



Méthode des pluies	Montana	a	b	Qf (L/s/ha)	Qf (L/s)	t critique	V à stocker
	100 ans	23.382	0.834	0.00	2.17	15.63	**10.21 m³**

Figure 25 : Tableau résultats du Bassin Versant n°5. Source : Arkham Ingénierie

Le bassin versant 5 est équipé d'une noue assurant la gestion des volumes de ruissellement. Pour une pluie d'occurrence centennale, le volume théorique à gérer est de 10.21 m³. Toutefois, le volume dimensionnant est imposé par la méthode de PLU et s'élève à 14.25 m³. L'ouvrage en place permet de stocker 11.25 m³, couvrant le besoin de 14.25 m³, avec un temps de vidange complet estimé à 1.83 heures, soit 110 minutes.

3.7. Calcul du volume à stocker BV6

Le bassin versant n°6 s'étend sur une surface totale de 405 m². Le dispositif de gestion des eaux pluviales retenu est une noue.

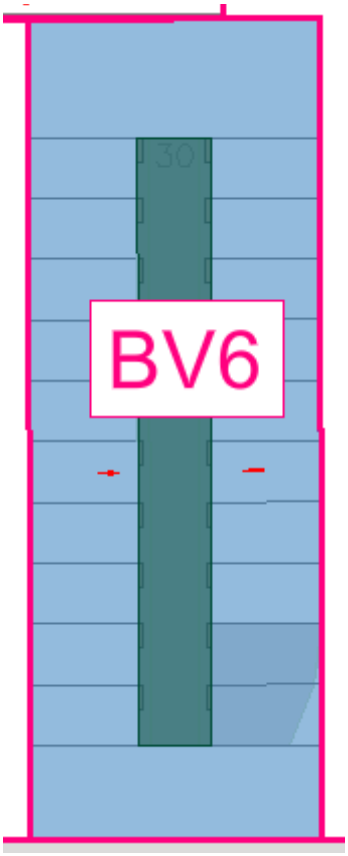


Figure 26 : Localisation du Bassin Versant n°6. Source : Arkham Ingénierie

Calcul du débit de fuite (Qf) et du volume sortant (Vs) :

Le débit de fuite est déterminé par l'infiltration :

Qf = 75 m² × 2.89e-05 m/s × 1 000 = 2.17 L/s (~ 0.002168 m³/s).

Ci-dessous le tableau des surfaces actives du bassin versant :

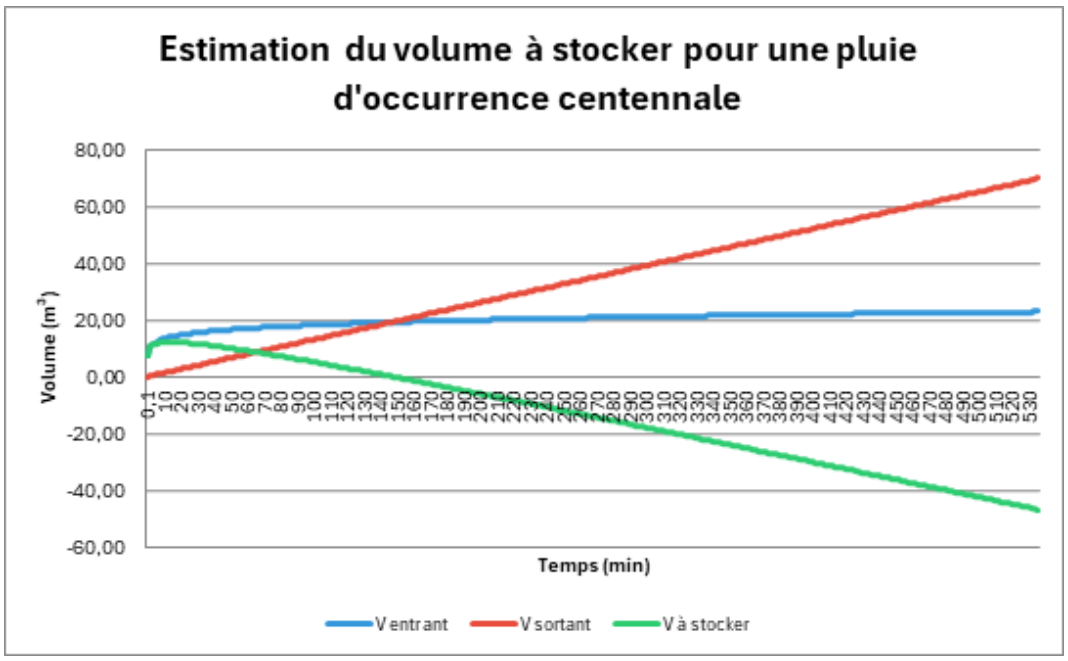
Type de surface	Coefficient de ruissellement	Superficie (m²)	Ca	Sa
Noues	0.20	75	0.77	312.00
Espaces Verts pleine terre	0.20	0		
Espaces Verts sur dalle	0.40	0		
Toitures	1.00	0		
Toitures végétalisées	0.70	0		
Toitures stockantes	0.70	0		
Voiries	0.90	330		
Revêtements perméables	0.70			

Figure 27 : Tableau des surfaces du Bassin Versant n°6. Source : Arkham Ingénierie

Calcul du volume à stocker (V)

***Le calcul du volume à stocker V sera effectué à l'aide de la méthode des pluies*.**

L'ensemble de ces hypothèses nous donne le graphique suivant :



Méthode des pluies	Montana	a	b	Qf (L/s/ha)	Qf (L/s)	t critique	V à stocker
	100 ans	23.382	0.834	0.00	2.17	14.52	**9.49 m³**

Figure 28 : Tableau résultats du Bassin Versant n°6. Source : Arkham Ingénierie

Le bassin versant 6 est équipé d'une noue assurant la gestion des volumes de ruissellement. Pour une pluie d'occurrence centennale, le volume théorique à gérer est de 9.49 m³. Toutefois, le volume dimensionnant est imposé par la méthode de PLU et s'élève à 13.40 m³. L'ouvrage en place permet de stocker 11.25 m³, couvrant le besoin de 13.40 m³, avec un temps de vidange complet estimé à 1.72 heures, soit 103 minutes.

3.8. Calcul du volume à stocker BV7

Le bassin versant n°7 s'étend sur une surface totale de 337 m². Le dispositif de gestion des eaux pluviales retenu est une noue.

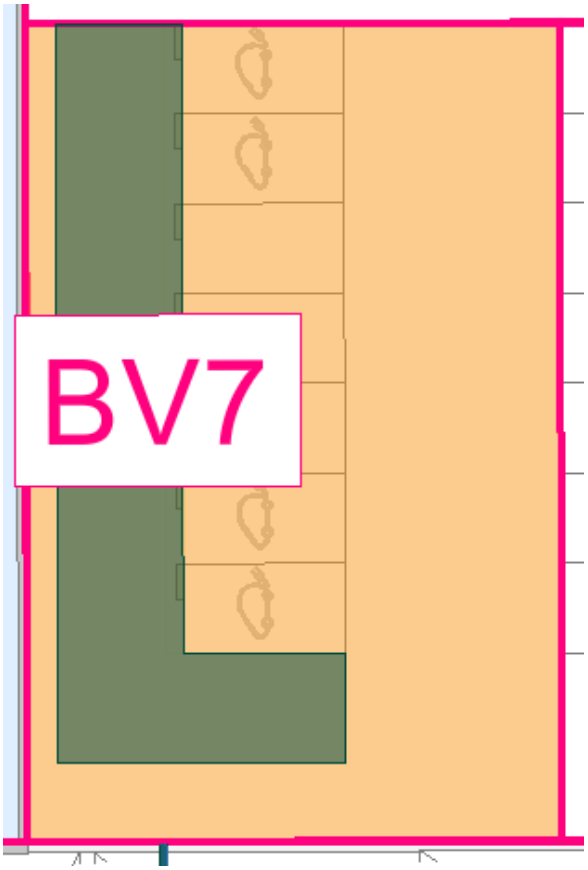


Figure 29 : Localisation du Bassin Versant n°7. Source : Arkham Ingénierie

Calcul du débit de fuite (Qf) et du volume sortant (Vs) :

Le débit de fuite est déterminé par l'infiltration :

Qf = 85 m² × 2.89e-05 m/s × 1 000 = 2.46 L/s (~ 0.002456 m³/s).

Ci-dessous le tableau des surfaces actives du bassin versant :

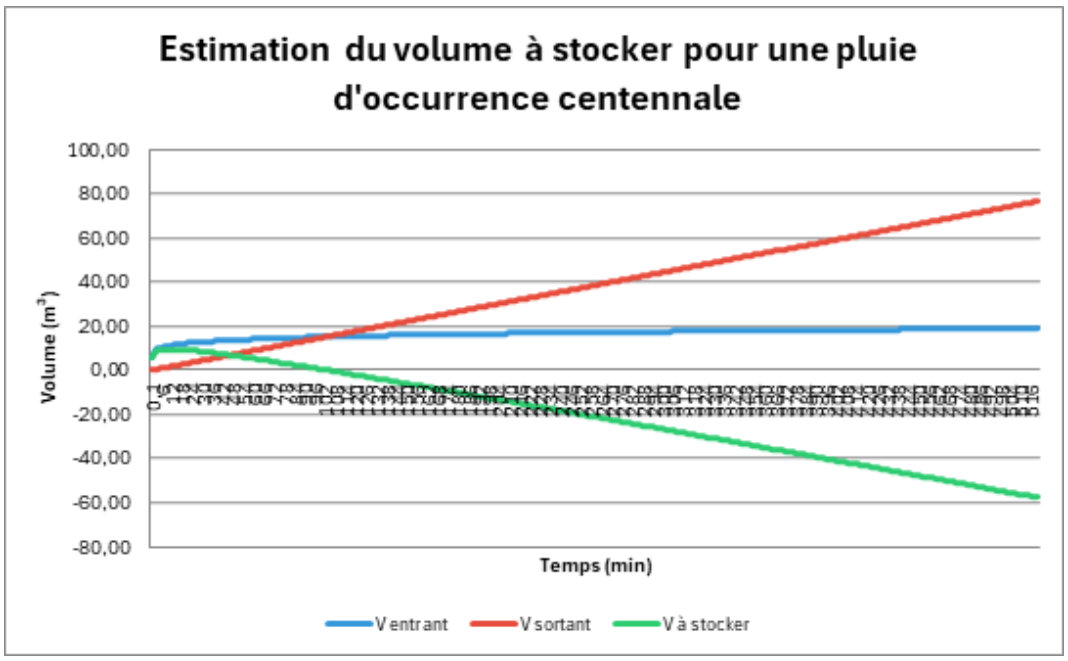
Type de surface	Coefficient de ruissellement	Superficie (m²)	Ca	Sa
Noues	0.20	85	0.72	243.80
Espaces Verts pleine terre	0.20	0		
Espaces Verts sur dalle	0.40	0		
Toitures	1.00	0		
Toitures végétalisées	0.70	0		
Toitures stockantes	0.70	0		
Voiries	0.90	252		
Revêtements perméables	0.70			

Figure 30 : Tableau des surfaces du Bassin Versant n°7. Source : Arkham Ingénierie

Calcul du volume à stocker (V)

***Le calcul du volume à stocker V sera effectué à l'aide de la méthode des pluies*.**

L'ensemble de ces hypothèses nous donne le graphique suivant :



Méthode des pluies	Montana	a	b	Qf (L/s/ha)	Qf (L/s)	t critique	V à stocker
	100 ans	23.382	0.834	0.00	2.46	9.30	**6.88 m³**

Figure 31 : Tableau résultats du Bassin Versant n°7. Source : Arkham Ingénierie

Le bassin versant 7 est équipé d'une noue assurant la gestion des volumes de ruissellement. Pour une pluie d'occurrence centennale, le volume théorique à gérer est de 6.88 m³. Toutefois, le volume dimensionnant est imposé par la méthode de PLU et s'élève à 10.47 m³. L'ouvrage en place permet de stocker 8.50 m³, couvrant le besoin de 10.47 m³, avec un temps de vidange complet estimé à 1.19 heures, soit 71 minutes.

3.9. Calcul du volume à stocker BV8

Le bassin versant n°8 s'étend sur une surface totale de 528 m². Le dispositif de gestion des eaux pluviales retenu est une noue.

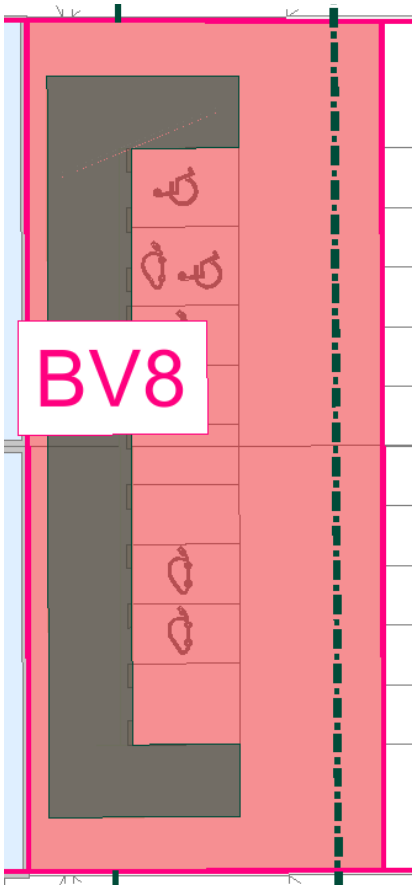


Figure 32 : Localisation du Bassin Versant n°8. Source : Arkham Ingénierie

Calcul du débit de fuite (Qf) et du volume sortant (Vs) :

Le débit de fuite est déterminé par l'infiltration :

Qf = 136 m² × 2.89e-05 m/s × 1 000 = 3.93 L/s (~ 0.003930 m³/s).

Ci-dessous le tableau des surfaces actives du bassin versant :

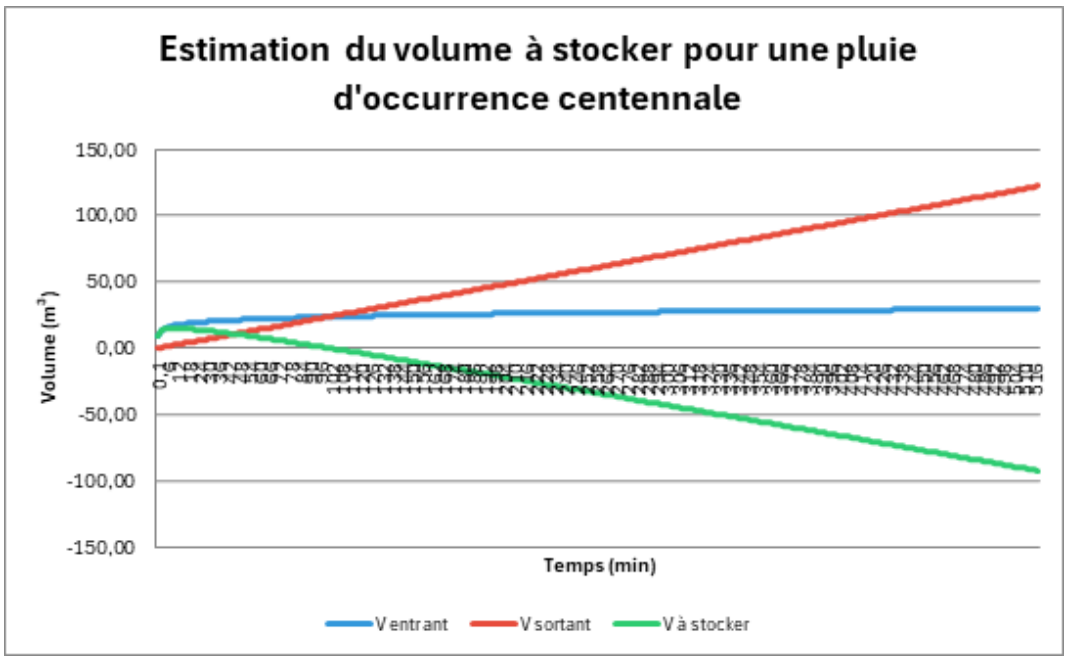
Type de surface	Coefficient de ruissellement	Superficie (m²)	Ca	Sa
Noues	0.20	136	0.72	380.00
Espaces Verts pleine terre	0.20	0		
Espaces Verts sur dalle	0.40	0		
Toitures	1.00	0		
Toitures végétalisées	0.70	0		
Toitures stockantes	0.70	0		
Voiries	0.90	392		
Revêtements perméables	0.70			

Figure 33 : Tableau des surfaces du Bassin Versant n°8. Source : Arkham Ingénierie

Calcul du volume à stocker (V)

***Le calcul du volume à stocker V sera effectué à l'aide de la méthode des pluies*.**

L'ensemble de ces hypothèses nous donne le graphique suivant :



Méthode des pluies	Montana	a	b	Qf (L/s/ha)	Qf (L/s)	t critique	V à stocker
	100 ans	23.382	0.834	0.00	3.93	9.01	**10.67 m³**

Figure 34 : Tableau résultats du Bassin Versant n°8. Source : Arkham Ingénierie

Le bassin versant 8 est équipé d'une noue assurant la gestion des volumes de ruissellement. Pour une pluie d'occurrence centennale, le volume théorique à gérer est de 10.67 m³. Toutefois, le volume dimensionnant est imposé par la méthode de PLU et s'élève à 16.32 m³. L'ouvrage en place permet de stocker 13.60 m³, couvrant le besoin de 16.32 m³, avec un temps de vidange complet estimé à 1.15 heures, soit 69 minutes.

3.10. Calcul du volume à stocker BV9

Le bassin versant n°9 s'étend sur une surface totale de 528 m². Le dispositif de gestion des eaux pluviales retenu est une noue.

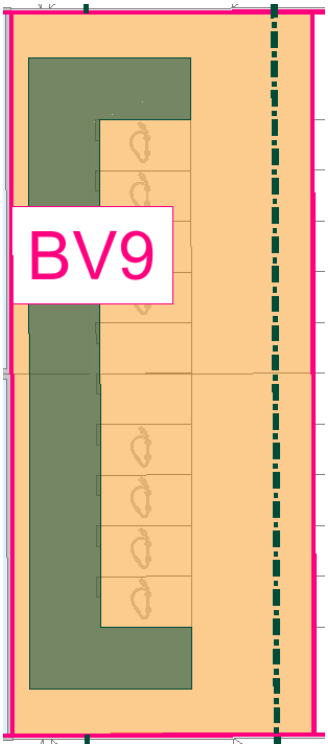


Figure 35 : Localisation du Bassin Versant n°9. Source : Arkham Ingénierie

Calcul du débit de fuite (Qf) et du volume sortant (Vs) :

Le débit de fuite est déterminé par l'infiltration :

Qf = 136 m² × 2.89e-05 m/s × 1 000 = 3.93 L/s (~ 0.003930 m³/s).

Ci-dessous le tableau des surfaces actives du bassin versant :

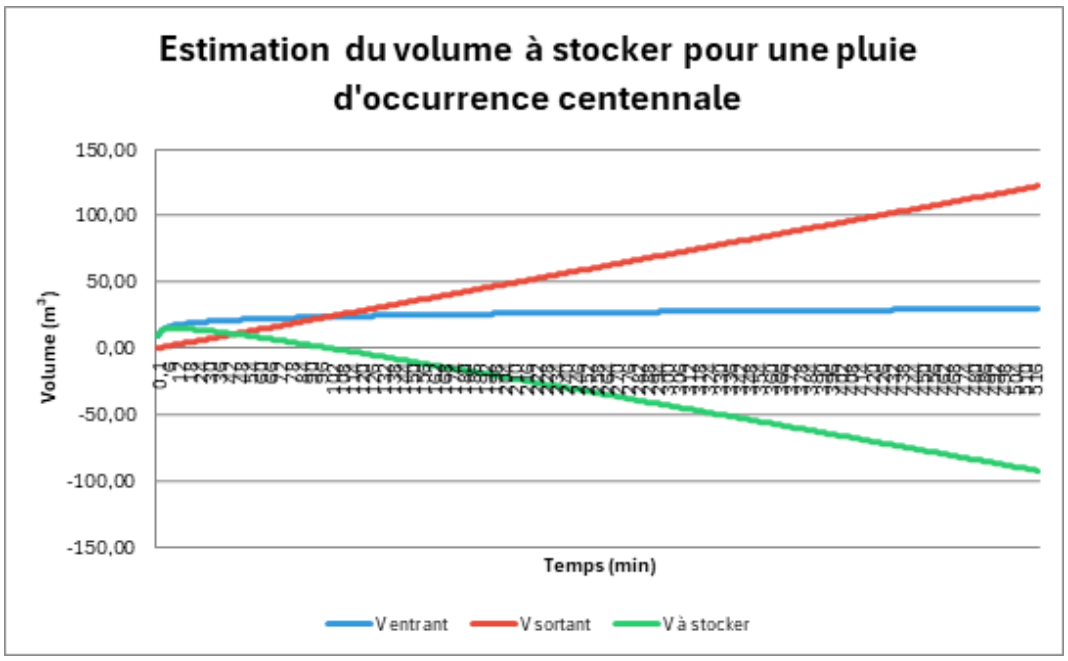
Type de surface	Coefficient de ruissellement	Superficie (m²)	Ca	Sa
Noues	0.20	136	0.72	380.00
Espaces Verts pleine terre	0.20	0		
Espaces Verts sur dalle	0.40	0		
Toitures	1.00	0		
Toitures végétalisées	0.70	0		
Toitures stockantes	0.70	0		
Voiries	0.90	392		
Revêtements perméables	0.70			

Figure 36 : Tableau des surfaces du Bassin Versant n°9. Source : Arkham Ingénierie

Calcul du volume à stocker (V)

***Le calcul du volume à stocker V sera effectué à l'aide de la méthode des pluies*.**

L'ensemble de ces hypothèses nous donne le graphique suivant :



Méthode des pluies	Montana	a	b	Qf (L/s/ha)	Qf (L/s)	t critique	V à stocker
	100 ans	23.382	0.834	0.00	3.93	9.01	**10.67 m³**

Figure 37 : Tableau résultats du Bassin Versant n°9. Source : Arkham Ingénierie

Le bassin versant 9 est équipé d'une noue assurant la gestion des volumes de ruissellement. Pour une pluie d'occurrence centennale, le volume théorique à gérer est de 10.67 m³. Toutefois, le volume dimensionnant est imposé par la méthode de PLU et s'élève à 16.32 m³. L'ouvrage en place permet de stocker 13.60 m³, couvrant le besoin de 16.32 m³, avec un temps de vidange complet estimé à 1.15 heures, soit 69 minutes.

3.11. Calcul du volume à stocker BV10

Le bassin versant n°10 s'étend sur une surface totale de 501 m². Le dispositif de gestion des eaux pluviales retenu est une noue.

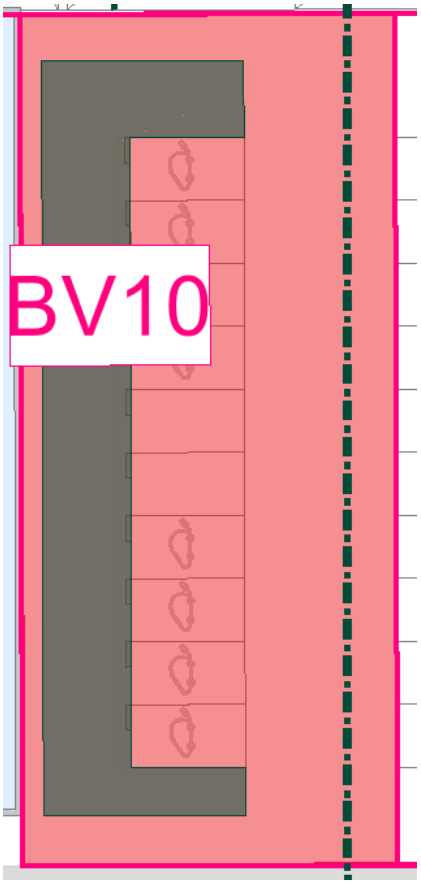


Figure 38 : Localisation du Bassin Versant n°10. Source : Arkham Ingénierie

Calcul du débit de fuite (Qf) et du volume sortant (Vs) :

Le débit de fuite est déterminé par l'infiltration :

Qf = 126 m² × 2.89e-05 m/s × 1 000 = 3.64 L/s (~ 0.003641 m³/s).

Ci-dessous le tableau des surfaces actives du bassin versant :

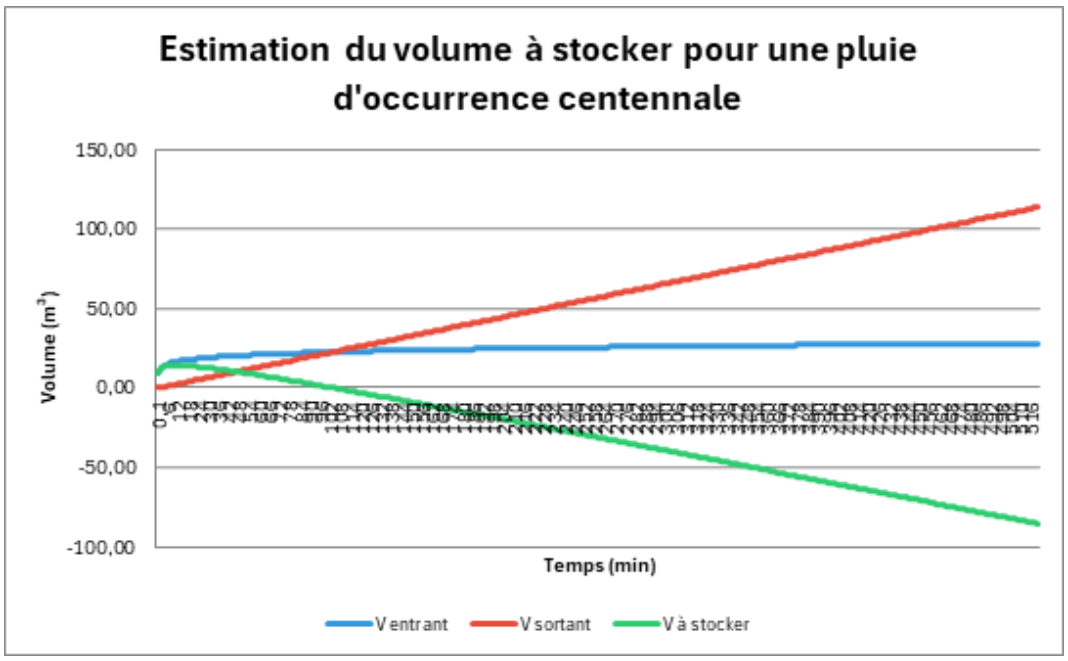
Type de surface	Coefficient de ruissellement	Superficie (m²)	Ca	Sa
Noues	0.20	126	0.72	362.70
Espaces Verts pleine terre	0.20	0		
Espaces Verts sur dalle	0.40	0		
Toitures	1.00	0		
Toitures végétalisées	0.70	0		
Toitures stockantes	0.70	0		
Voiries	0.90	375		
Revêtements perméables	0.70			

Figure 39 : Tableau des surfaces du Bassin Versant n°10. Source : Arkham Ingénierie

Calcul du volume à stocker (V)

***Le calcul du volume à stocker V sera effectué à l'aide de la méthode des pluies*.**

L'ensemble de ces hypothèses nous donne le graphique suivant :



Méthode des pluies	Montana	a	b	Qf (L/s/ha)	Qf (L/s)	t critique	V à stocker
	100 ans	23.382	0.834	0.00	3.64	9.34	**10.25 m³**

Figure 40 : Tableau résultats du Bassin Versant n°10. Source : Arkham Ingénierie

Le bassin versant 10 est équipé d'une noue assurant la gestion des volumes de ruissellement. Pour une pluie d'occurrence centennale, le volume théorique à gérer est de 10.25 m³. Toutefois, le volume dimensionnant est imposé par la méthode de PLU et s'élève à 15.57 m³. L'ouvrage en place permet de stocker 12.60 m³, couvrant le besoin de 15.57 m³, avec un temps de vidange complet estimé à 1.19 heures, soit 71 minutes.

4. Résumé général des Bassins Versants

Le tableay qui suit résume le volume à stocker, ainsi que le temps de vidange.

Bassin Versants	V à stocker (m^3)	V disponible (m^3)	Surface massifs drainants (m^2)	Hauteur massifs drainants (m^2)	Volume massifs drainants (m^2)	Hauteur de noues (cm)	Temps de vidange (h)
BV1	344,86	359,80	0	0	0,00	0,10	0,92
BV2	56,07	107,30	0	0	0,00	0,10	0,50
BV3	6,29	7,80	0	0	0,00	0,15	1,16
BV4	10,18	11,25	0	0	0,00	0,15	1,30
BV5	10,21	11,25	0	0	0,00	0,15	1,31
BV6	9,49	11,25	0	0	0,00	0,15	1,22
BV7	6,88	8,50	0	0	0,00	0,10	0,78
BV8	10,67	13,60	0	0	0,00	0,10	0,75
BV9	10,67	13,60	0	0	0,00	0,10	0,75
BV10	10,25	12,60	0	0	0,00	0,10	0,78

Figure 41 : Récapitulatif résultat GEP des bassins versants (Source : Arkham Ingénierie)

5. Détail des ouvrages projetés

5.1. Les jardins de Pluie ou Espaces Verts Creux

Il s'agit du mode de gestion privilégié sur cette opération pour effectuer l'acheminement des eaux de ruissellement des voiries vers les bassins de rétention. Au-delà leur fonction hydraulique, ils apporteront une grande plus-value paysagère et environnementale au site. Temporairement en eau, ils constitueront des espaces semi-humides favorables à la biodiversité et aux continuités écologiques. En termes d'entretien, le coût est quasiment nul puisqu'aucun entretien spécifique supplémentaire à l'entretien des espaces verts classiques n'est à prévoir. En outre, le fait de gérer les eaux de ruissellement via des espaces verts creux et non des canalisations enterrées va non seulement limiter l'approfondissement des ouvrages mais aussi participer à l'absorption, infiltration des premières pluies.

Pour rappel de la typologie des ouvrages :

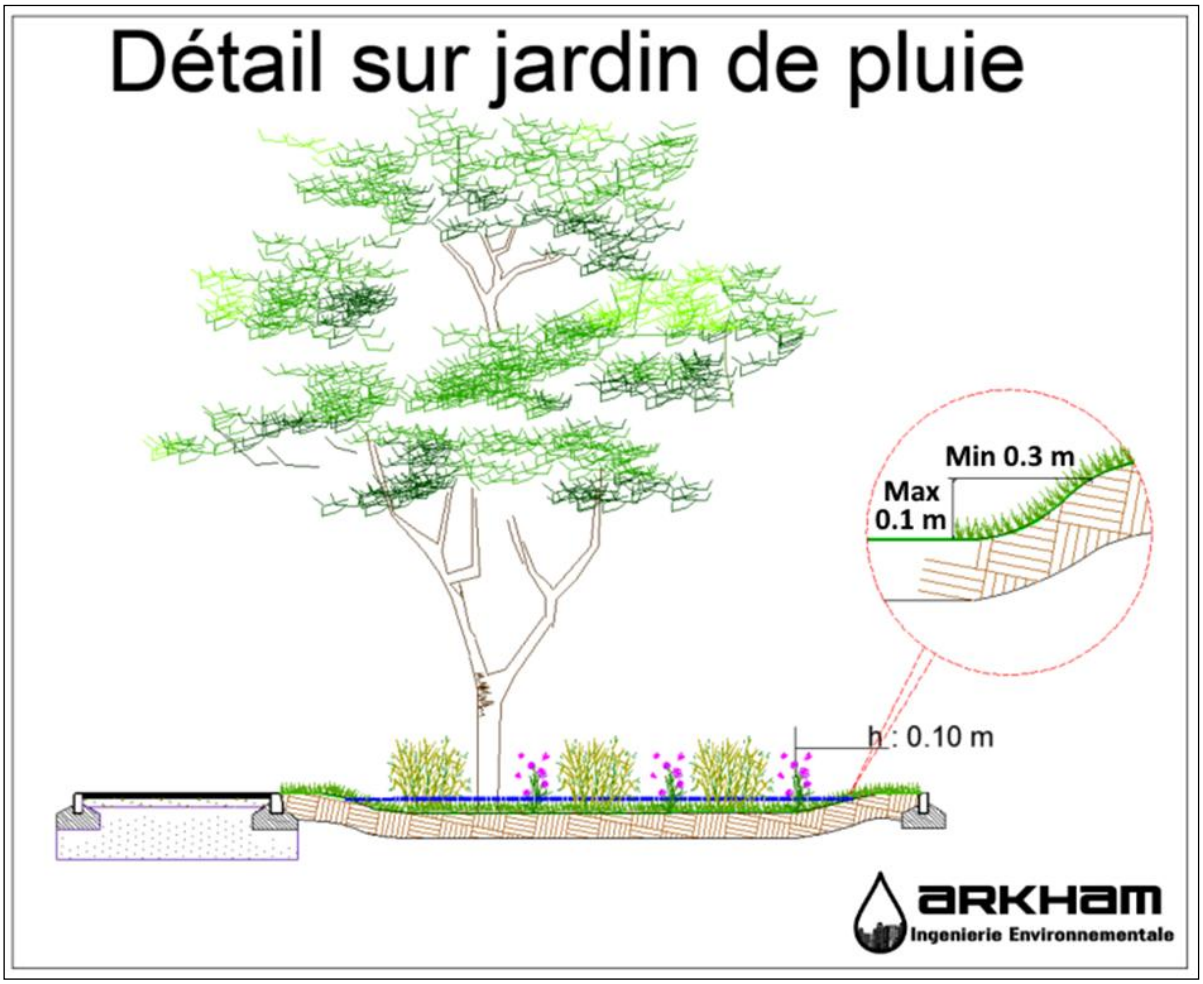


Figure 42 : Détail type d'un espace vert creux (Source : Arkham Ingénierie)

5.2. Les Noues

Les noues serviront à la fois à la collecte des eaux pluviales et à leur infiltration.

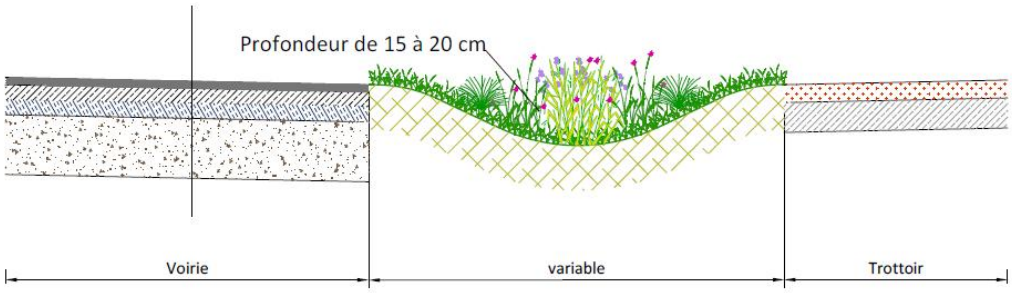


Figure 43 : Coupe de principe d'une noue type sur le projet (Source : Arkham Ingénierie)

5.3. Les Regards

R01 – Regards à Fond Perdu

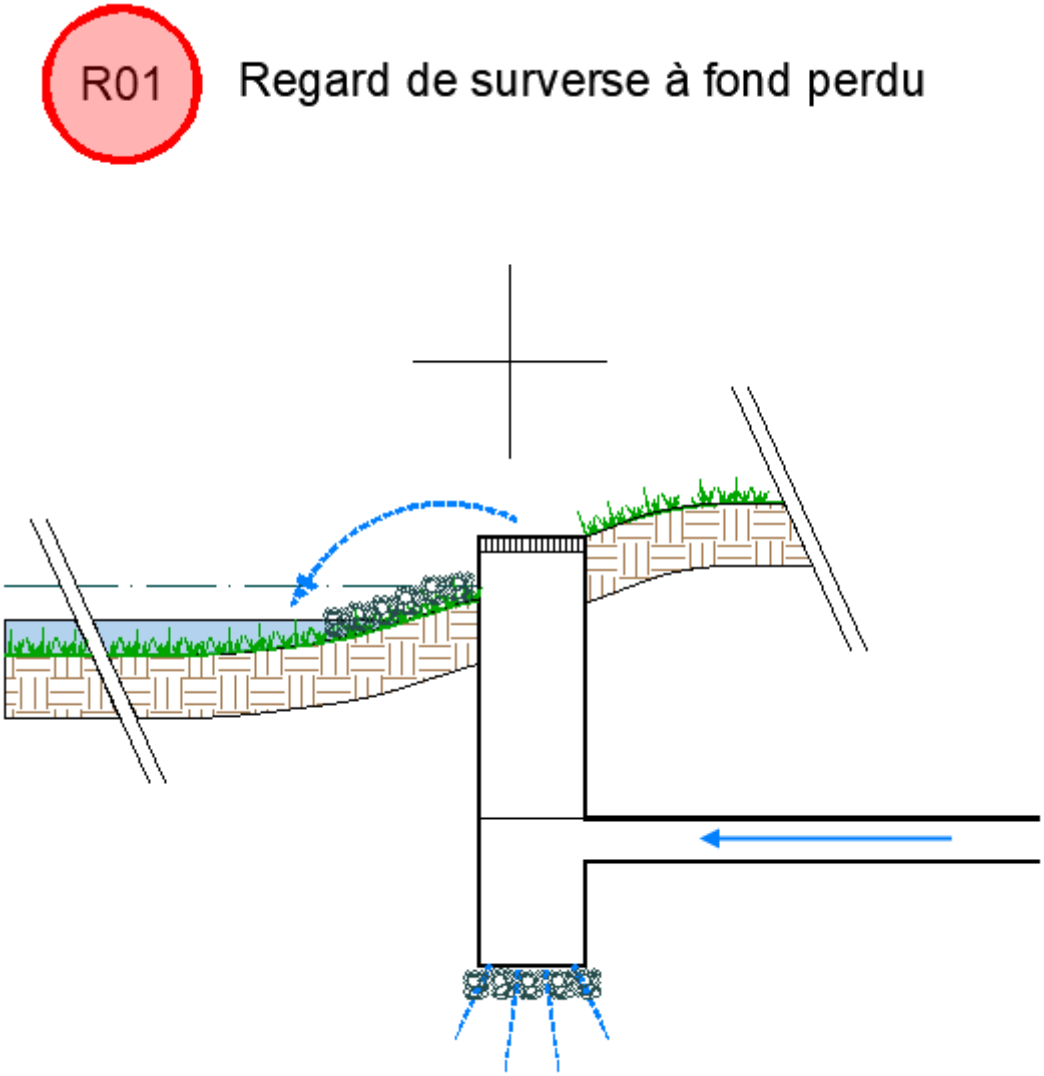


Figure 44 : Détail regard à fond perdu (Source : Arkham Ingénierie)

R02 – Regards de surverse à grilles

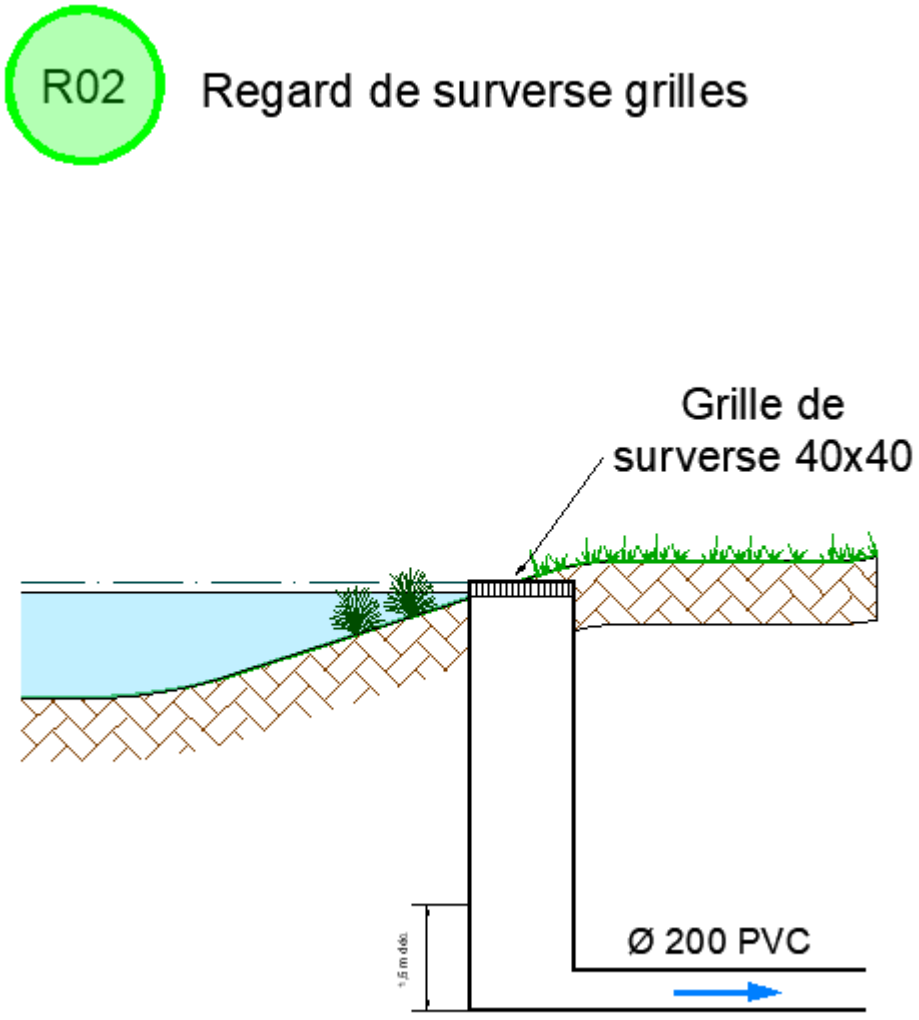
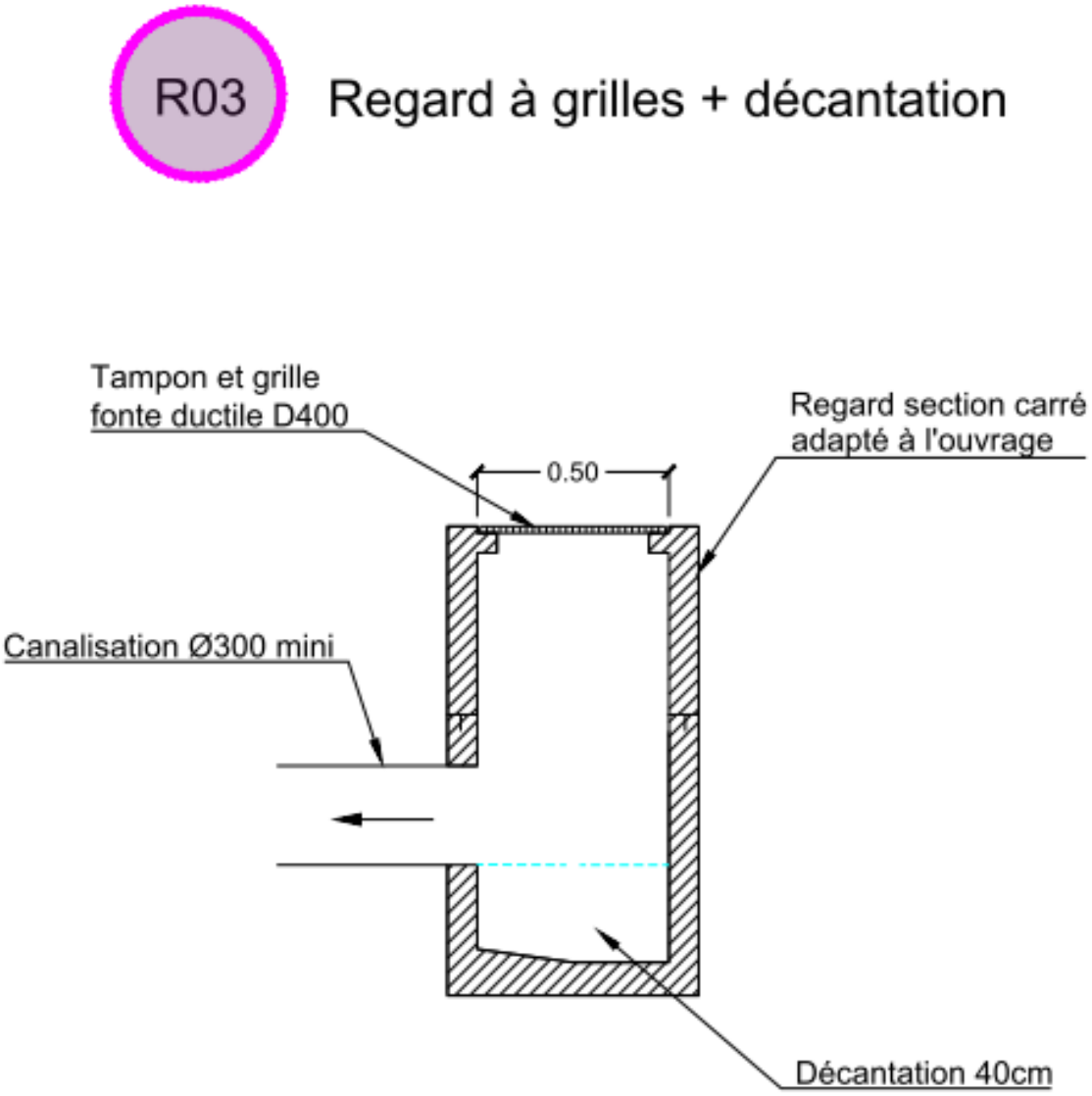
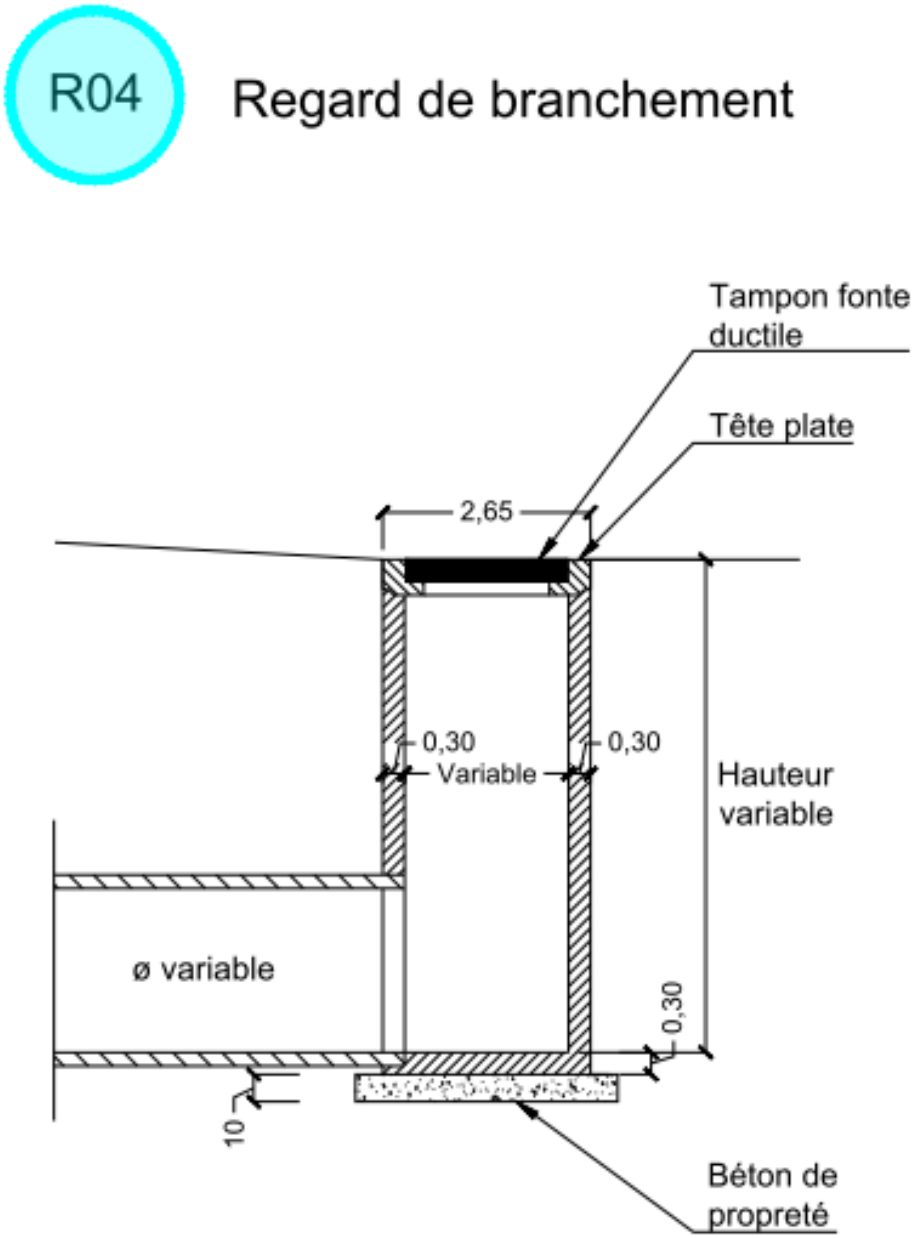


Figure 45 : Regard de surverse à grilles (Source : Arkham Ingénierie)

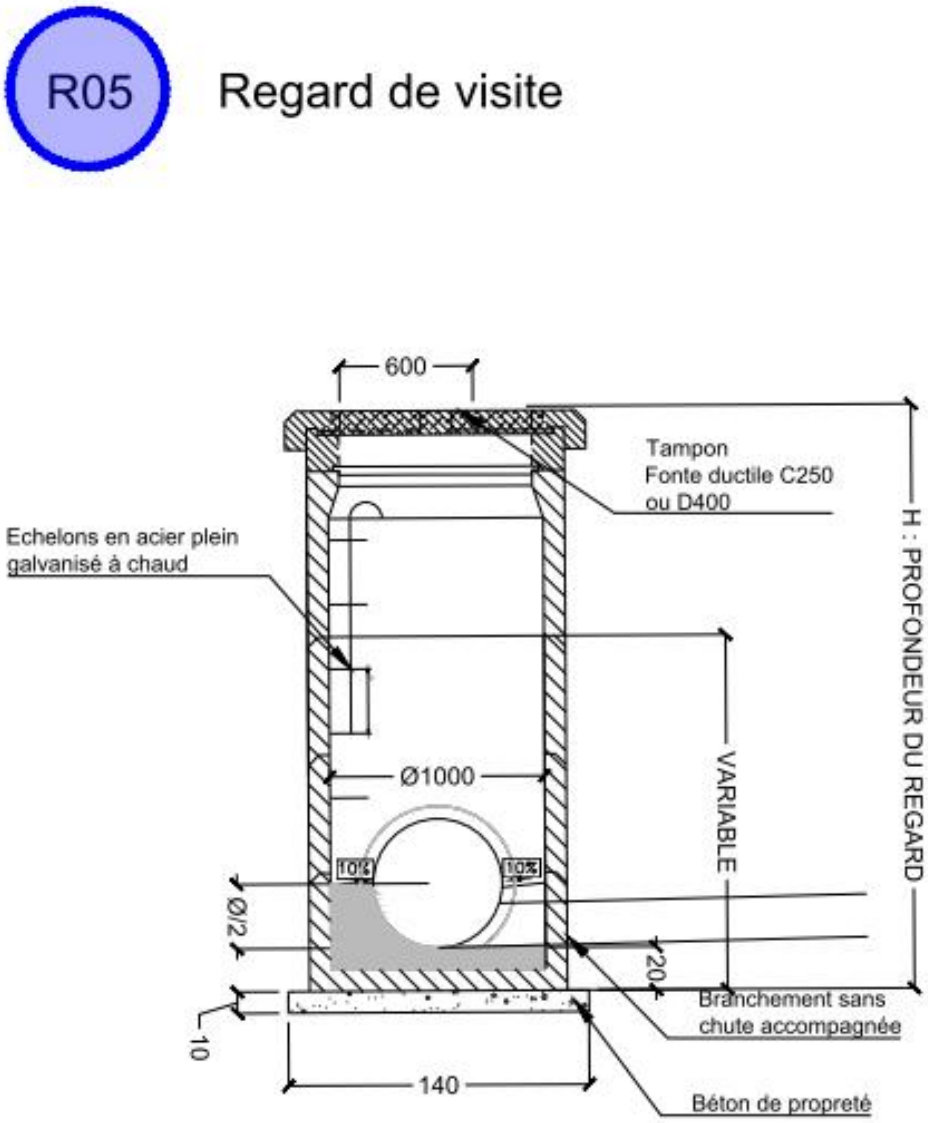
R03 – Regard à grilles



R04 – Regard de branchement

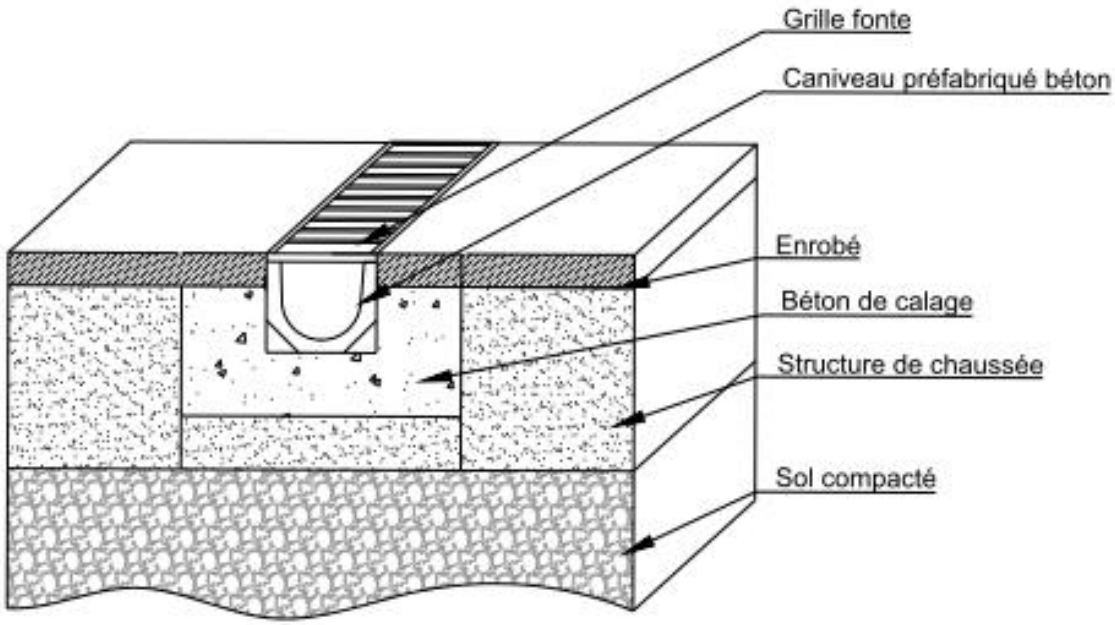


R05 – Regard de visite



C01 – Caniveau à grille

C01 Caniveau à grille



5.4. Les Descentes EP

Pour conserver le principe de ne pas approfondir la gestion des eaux pluviales du projet, il est important de récupérer les EP des toitures au plus proche du futur TN. Pour ce faire nous proposons plusieurs principes de descente pouvant s'accommoder de façon esthétique au projet et qui permettront aux eaux pluviales de se rejeter dans les noues ou espaces verts creux sans transiter le moins possible par des canalisations enterrées. Voici quelques détails techniques :

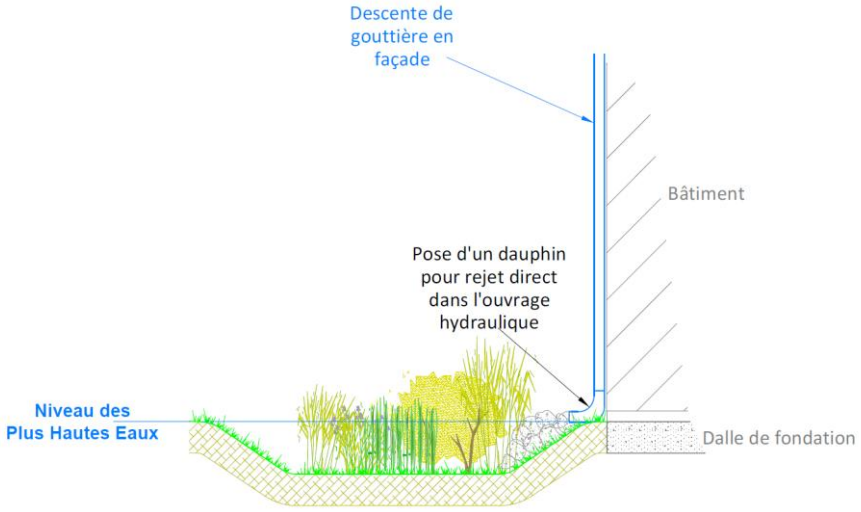


Figure 46 : Récupération des eaux en surface (Source : Arkham Ingénierie)

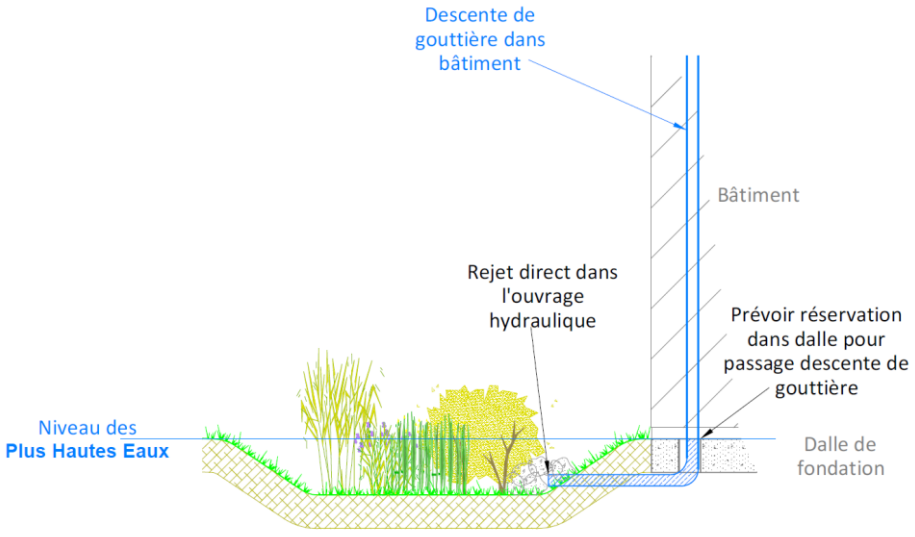


Figure 47 : Récupération des eaux sous dalle (Source : Arkham Ingénierie)

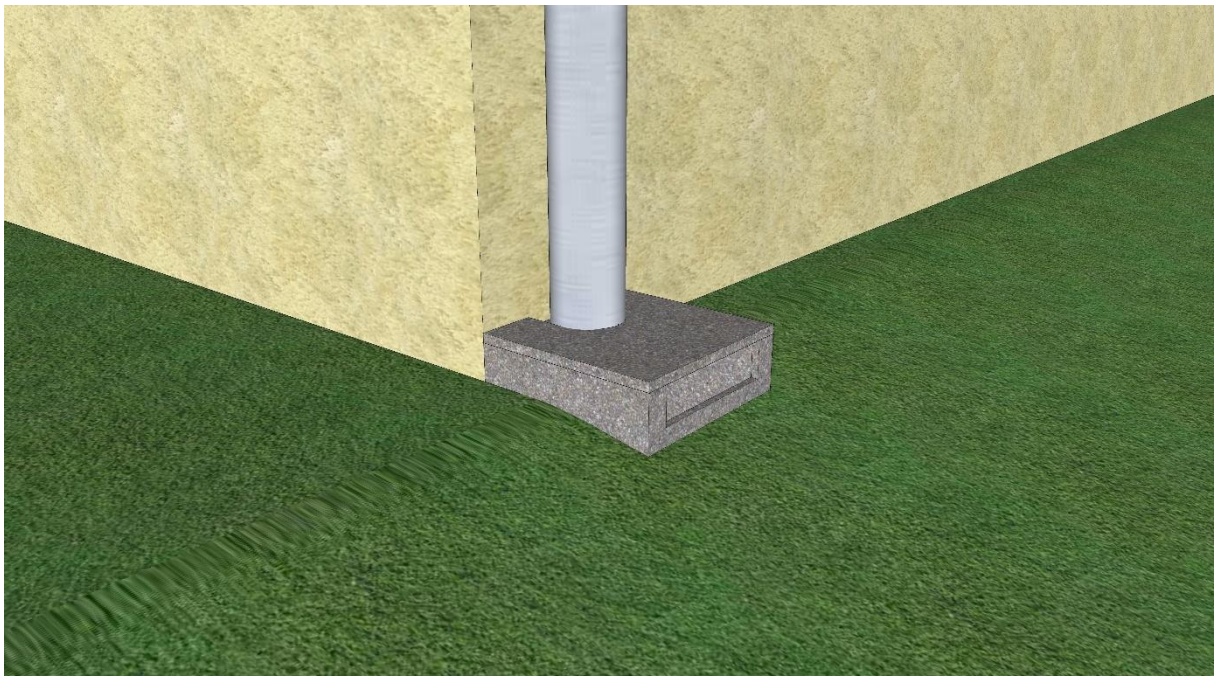


Figure 48 : Regard descente de gouttière déversoir (Source : Arkham Ingénierie)

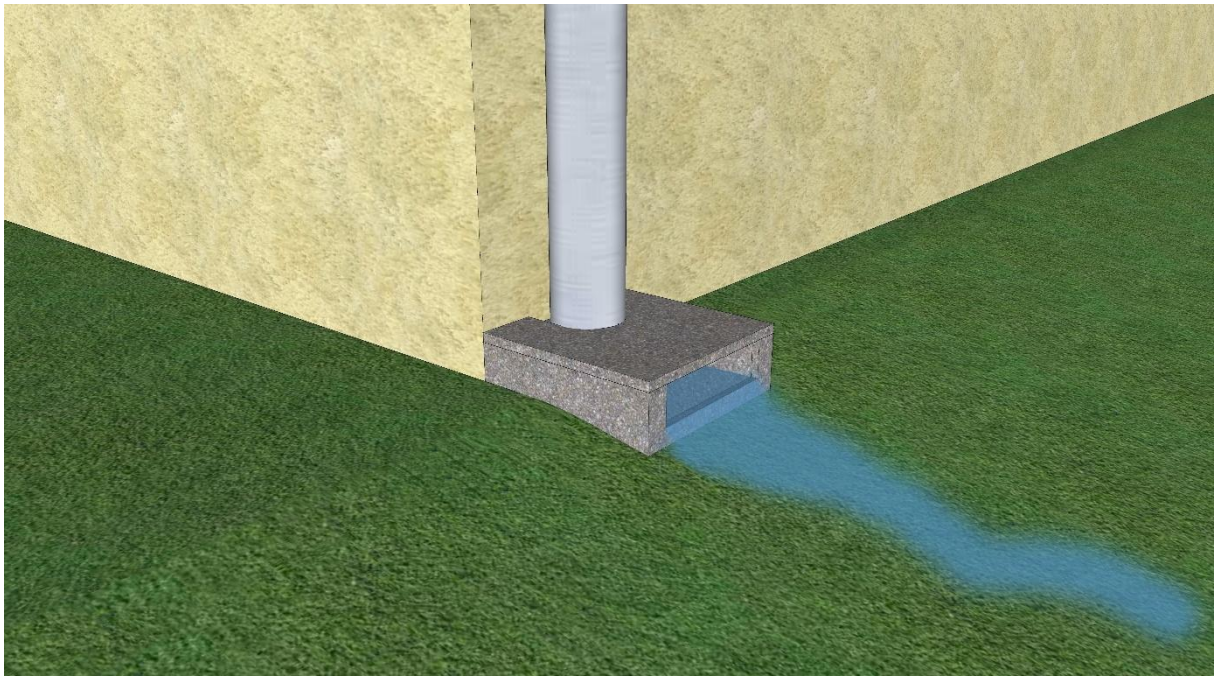


Figure 49 : Regard descente de gouttière déversoir en eau (Source : Arkham Ingénierie)

Dans le cas où les descentes de toitures ne sont pas situées dans des ouvrages récepteurs (espaces verts creux) et pour ne pas approfondir les réseaux et les ouvrages de gestion EP, il faut accompagner les fils d'eau sur voiries comme sur les deux exemples ci-dessous. Cet écoulement peut se faire aussi tout simplement sur le béton ou l'enrobé des voiries.

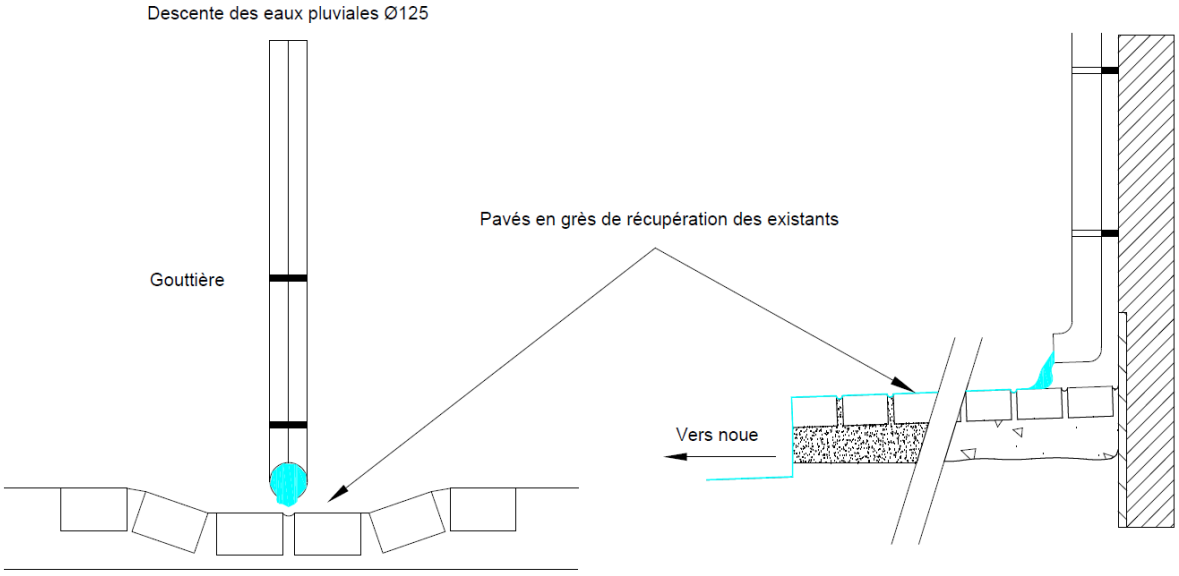


Figure 50 : Vue en coupe descente EP sur voirie (Source : Arkham Ingénierie)

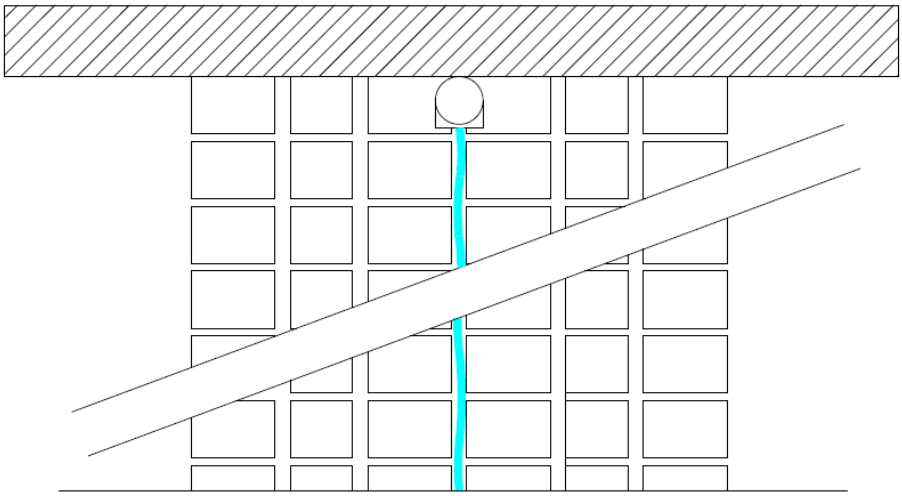


Figure 51 : Vue en plan descente EP sur voirie (Source : Arkham Ingénierie)

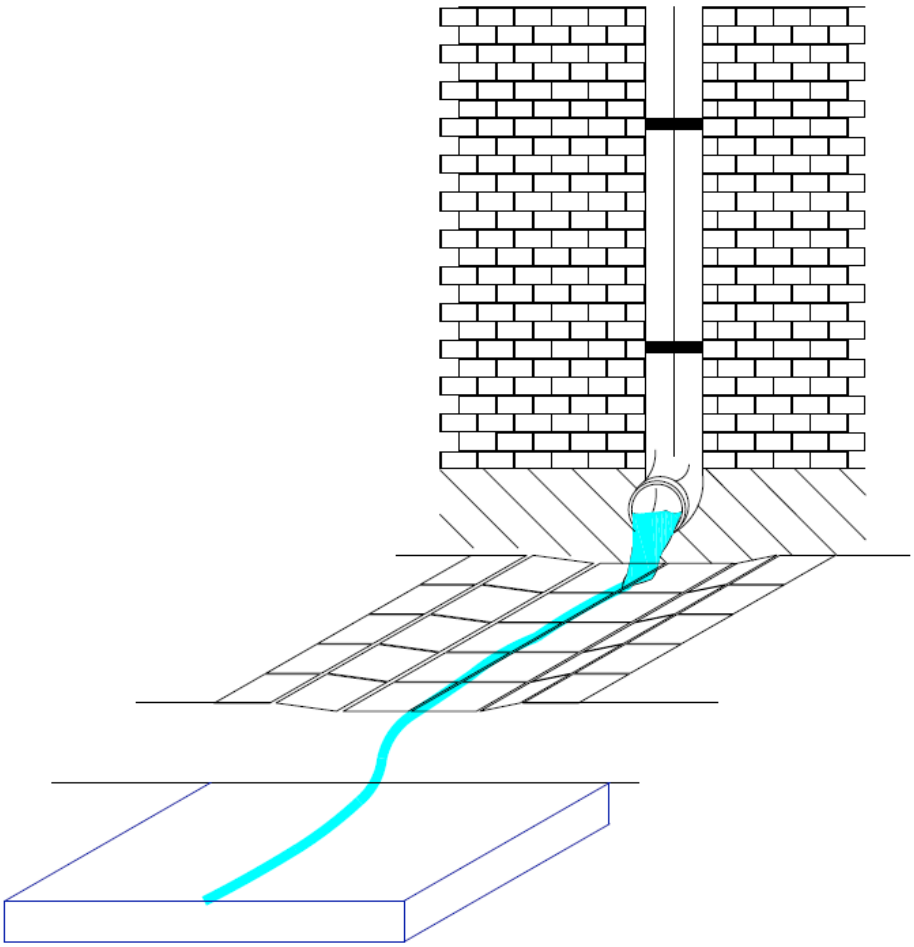


Figure 52 : Vue en 2D descente EP sur voirie (Source : Arkham Ingénierie)

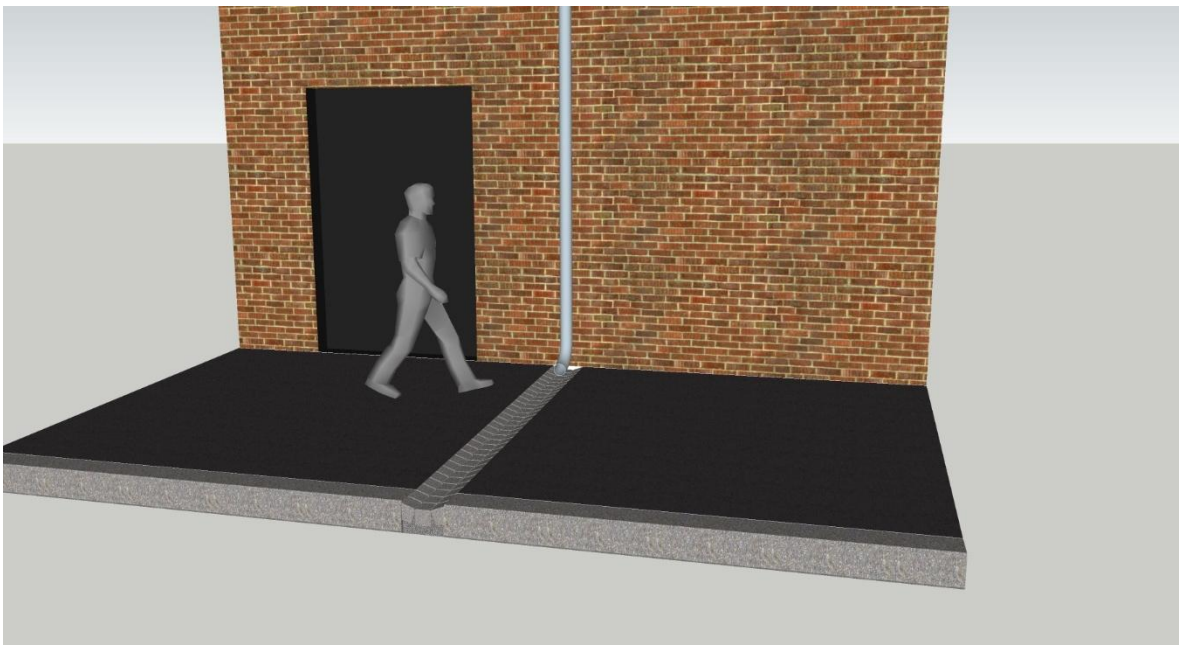


Figure 53 : Vue en 3D descente EP sur voirie (Source : Arkham Ingénierie)

Pour le confort des passants, sur cheminement piéton ce fil d'eau peut être canalisé via un caniveau à grilles, comme représenté ci-dessous :

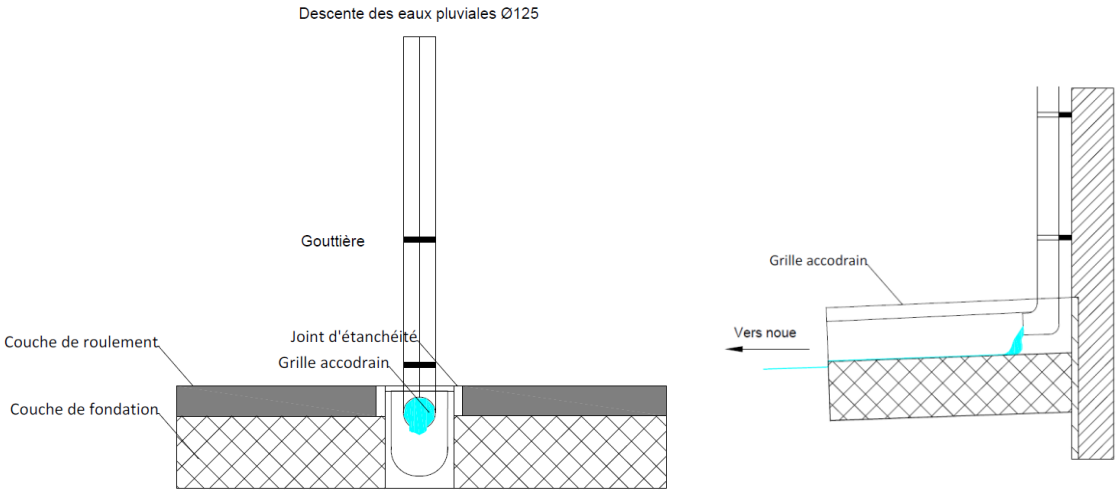


Figure 54 : Coupe et profil caniveau à grille pour accompagner descente toitures (Source : Arkham Ingénierie)

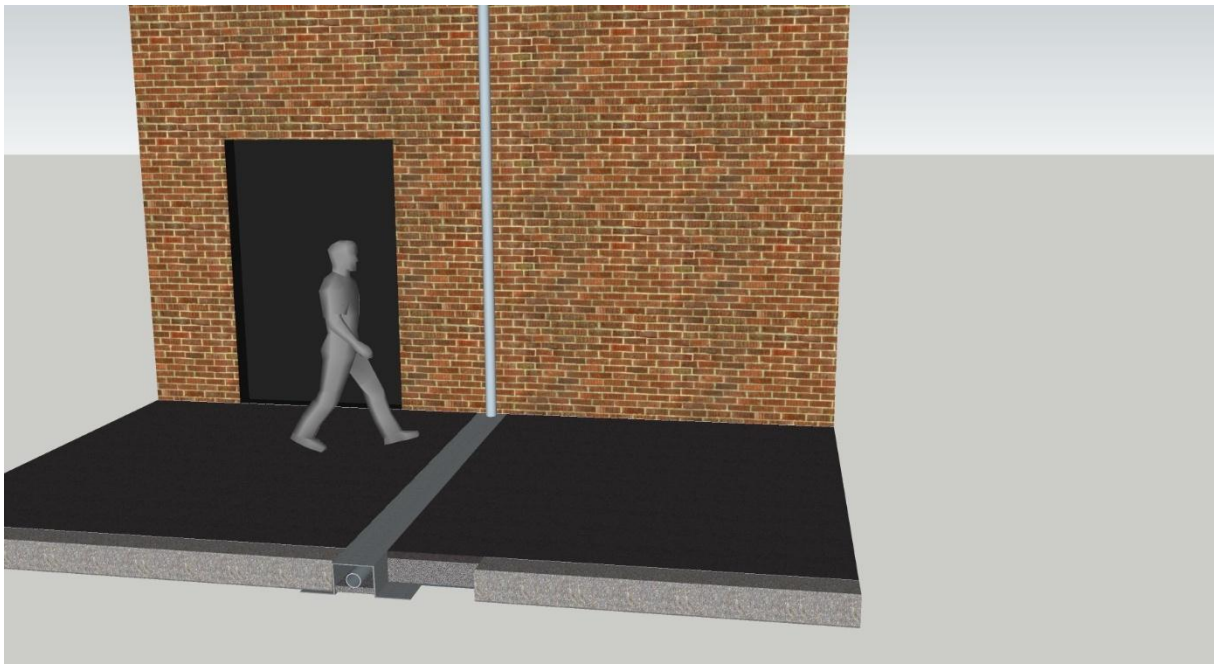


Figure 55 : Vue 3D caniveau à grille pour accompagner descente toitures (Source : Arkham Ingénierie)

6. Traitement des pollutions

6.1. Evaluation de la charge polluante

Lors des pluies, les matières déposées sur les surfaces de ruissellement sont transportées jusqu'à l'exutoire ou en fond d'ouvrage. Ces matières constituent une source de pollution relative. L'entraînement et le transport de ces matières sont fonction de facteurs caractéristiques :

- De la pluie : hauteur, intensité, durée de temps sec précédant la pluie ;
- Du sol : nature, pente, existence ou non d'un nettoyage régulier ;
- Du dépôt : type, importance.

Il est difficile de pouvoir évaluer les apports en polluants dus au ruissellement. La bibliographie donne les fourchettes suivantes actualisées selon les données de « ***La ville et son assainissement*** » du CEREMA (Anciennement CERTU) – 2003 et le « ***Document d'orientation pour une meilleure maitrise des pollutions dès l'origine du ruissellement*** » de Novembre 2011 par Agence de l'Eau Seine-Normandie. Nous corroborons ces résultats avec le guide « ***Calcul des charges de pollution chronique des eaux de ruissellement issues des plates-formes routières*** » du SETRA en 2006 :

Estimation des apports polluants dus au ruissellement (selon agence de l'eau Seine-Normandie 2011) :

Polluants	Voie urbaine			Aire de Stationnement	Abattement par les techniques alternatives (Certu 2003)		Sources Bibliographiques
	Trafic Faible <3 000 Véhicules/j	Trafic Moyen	Trafic Fort >10 000 Véhicules/j		Minima	Maxima	
DB05 (mg/L)	8-35 (26)				75%	95%	Certu 2003
MES (mg/L)	11,7-117 (84,5)	59,8-240 (99)	69,3-260 (160)	98-150 (129)	80%		Agence de l'eau Seine-Normandie 2011
DCO (mg/L)	70-368 (120)			50-199 (70)	80%	90%	
Cuivre (µg/l)	47-75,9 (60,4)	51,7-103,8 (97)	65,6-143,5 (90)	6-80 (43)	30%	65%	
Plomb (µg/l)	25-535 (170)			15,4-137 (78,5)	80%	98%	
Zinc (µg/l)	129,3-1956 (407)			125-526 (281)	15%	40%	
Hct (µg/l)	160-2277 (1402)		4000-11000 (4170)	150-1000 (160)	80%	90%	

Dans le cas présent sur ce projet, et en prenant en compte les données de trafic envisagé, voici une estimation des charges polluantes.

Les charges polluantes les plus importantes sont emportées par les premiers orages après une saison sèche. Ces phénomènes constituent le principal risque pour le milieu naturel. Après une saison sèche, on peut évaluer à 25 %, voire 50 % de la pollution annuelle, la charge polluante transportée par les eaux de ruissellement générées par cinq événements successifs de quelques heures. Un seul de ces événements pourrait transporter 10 à 20 % de la charge annuelle.

La pollution des eaux pluviales se distingue par un certain nombre de caractéristiques qui sont favorables à son traitement. En effet, une grande partie de la pollution se fixe sur les matériaux solides, à l'exception toutefois des nitrites, des nitrates et des phosphates qui sont essentiellement sous forme dissoute.

6.2. Les seuils d'acceptabilité

Nous évaluerons cette charge polluante que sur la zone de la voirie comprenant la chaussée et les stationnements. La pluviométrie moyenne dans la zone est de 637 mm/an. C'est donc environ 10 163 m³ (10 163 000 litres) d'eaux de pluie (impluvium) qui tombent en moyenne chaque année sur les 15 956 m² de surfaces imperméabilisées circulables (voiries, parkings, …) du projet (0.637 x 15956 = 10 163 m³).

Il est en général considéré que 30 % des eaux pluviales tombant sur une surface imperméabilisée ne participent pas au ruissellement.

Le volume annuel moyen ruisselé sur les zones de voirie s'élève donc à :

2 296 x 0,7 = 17114 m³

Données Trafic : Le projet dispose de 73 places de stationnement VL extérieur. A raison de 2 rotations par place pour les VL, nous arrivons à un trafic estimé à **160 véhicules par jour** pour la zone nous concernant (sans accroissement annuel – site privé).

Ces eaux de ruissellement seront stockées en espaces verts.

Les stockages en espaces verts via les espaces verts creux permettront une importante décantation, une filtration mécanique et une épuration biologique naturelle. L'accompagnement végétal renforcera encore le rôle épurateur.

Sur ces bases, les concentrations et les flux de pollution en sortie des espaces verts de stockage sont calculés à titre indicatif dans le tableau suivant, à partir des données issues de la bibliographie du CEREMA et de l'Agence de l'eau Seine-Normandie présentées précédemment. Ces données sont un peu plus précises que celle du document édité par le SETRA **« *Calcul des charges de pollution chronique des eaux de ruissellement issues des plates-formes routières* »** car dans celui-ci, les informations ont été recueillies et analysées pour un trafic allant de 1 000 Véhicules par jour à 10 000 véhicules par jour ; or le site d'activités est conçu pour un projet avec un trafic estimé à 146 véhicules par jour. Ainsi notre estimation est basée sur la définition de trafic faible donné dans le tableau précédent (CEREMA/AESN) qui donne un maillage plus précis pour la définition des charges unitaires annuelles que le document du SETRA. Néanmoins, nous corroborons dans cette note les calculs avec la méthode SETRA.

Paramètre de pollution des eaux pluviales	Charge polluante moyenne (Voiries VL et aires de stationnement)	Taux d'abattement moyen (CEREMA 2003 + AESN 2011)	Charge polluante annuelle en sortie des espaces verts creux		Charge polluante évènements pluvieux défavorable
	mg/l		Kg/an	mg/L	Kg/an
DB05	26	85%	0,028	3,90	2,7748
Matières en supension	84,5	80%	0,120	16,90	12,0240
DCO	120	85%	0,128	18,00	12,8066
Cuivre	0,06	48%	0,000	0,03	0,0222
Plomb	0,17	89%	0,000	0,02	0,0133
Zinc	0,41	28%	0,002	0,30	0,2100
Hydrocarbures	1,4	85%	0,001	0,21	0,1494

Les estimations des charges polluantes sont données dans la colonne bleue et exprimée en mg/l.

Dans la dernière colonne on remarque que nous approchons les valeurs de charges unitaires (Cu) définies dans le guide du SETRA « *Calcul des charges de pollution chronique des eaux de ruissellement issues des plates-formes routières* » à savoir :

- MES : 40 Kg/an (SETRA) et 30.26 Kg/an (CEREMA/AESN)
- DCO : 40 Kg/an (SETRA) et 32.23 Kg/an (CEREMA/AESN)
- ZINC : 0.4 Kg/an (SETRA) et 0.53 Kg/an (CEREMA/AESN)
- CUIVRE : 0.02 Kg/an (SETRA) et 0.06Kg/an (CEREMA/AESN)
- HYDROCARBURES : 0.6 Kg/an (SETRA) et 0.38 Kg/an (CEREMA/AESN)

La méthode CEREMA/AESN 2011 est plus contraignante puisqu'on observe que les charges unitaires annuelles, bien que comparables, sont parfois supérieures. C'est aussi le cas pour les estimations de charges polluantes.

Voici un tableau extrait du guide du SETRA « ***Calcul des charges de pollution chronique des eaux de ruissellement issues des plates-formes routières*** » avec un exemple d'objectifs de qualité du SDAGE Rhône-Méditerranée-Corse :

Classe **Concentration maximale admissible dans le rejet**	**1A**	**1B**	**2**	**3**
MES (mg/l)	25	25	70	150
DCO (mg/l)	20	25	40	80
Cu (μg/l)		5	1000	
Cd (μg/l)	2	5	5	

La classe 1A correspond au meilleur objectif de qualité : il permet toute activité liée à l'usage de l'eau. A noter que ces valeurs sont susceptibles d'évoluer, notamment avec la prise en compte des objectifs de bon état des eaux. Il est donc demandé au lecteur une grande vigilance vis-à-vis de la législation et des futurs systèmes d'évaluation de la qualité de l'eau néanmoins, quand on compare les résultats sur l'estimation de la charge polluante du projet, nous avons des résultats qui sont inférieurs à la concentration maximale admissible dans le rejet :

Concentration Maximale admissible dans le rejet	**Rejet du projet**	**Classe 1 A**	**Classe 1 B**	**Classe 2**	**Classe 3**
Matières en supension (mg/l)	16,90	25	25,00	70,00	150,00
DCO (mg/l)	18,00	20	25,00	40,00	80,00
Cuivre(mg/l)	0,03		5,00	100,00	

On observe que l'estimation de la charge polluante sur ce projet classe la concentration de rejet en classe 1A.

Cas des hydrocarbures

Dans notre tableau d'estimation des charges polluantes, après abattement, la valeur de concentration des hydrocarbures est de 0.007 mg/litre. Selon la norme NF EN 858.1 la teneur maximale autorisée en hydrocarbures résiduels est de 5 mg/l (résultat obtenu par le meilleur séparateur hydrocarbures disponible et surtout entretenu). Le traitement avec des noues enherbées et des espaces verts creux, donne un résultat très supérieur. Le projet est donc conforme en termes de taux de rejet d'hydrocarbures.

6.3. Evaluation de la charge polluante (selon méthode SETRA 2006)

Nous avons modélisé selon les définitions données par le guide du SETRA « ***Calcul des charges de pollution chronique des eaux de ruissellement issues des plates-formes routières*** » les estimations de charges polluantes pour le projet ainsi que les concentrations émises :

Paramètre de pollution des eaux pluviales selon guide SETRA 2006	Charge polluante annuelle véhiculées par les eaux de ruissellement CU	Taux d'abattement/Performance des ouvrages (Fossés/Noues enherbés - SETRA 2006)	Charge polluante annuelle CA emise par le trafic routier	Calcul de concentrations dans le milieu récepteur (Impact maximal)
	kg/an		Kg/an	mg/L
Matières en supension	40	65%	15,308	4,32
DCO	40	50%	15,308	6,17
Cuivre	0,02	65%	0,008	0,00
Cadnium	0,002	65%	0,001	0,00
Zinc	0,4	65%	0,153	0,04
Hydrocarbures	0,6	50%	0,230	0,09

Nous avons calculé la charge polluante CA avec l'équation 1 : charge annuelle en fonction du trafic et de la surface d'impluvium jusqu'à 10 000 v/j :

$$Ca = Cu \times \frac{T}{1000} \times S$$

Avec :

- Ca = charge annuelle, en kg, de 0 à 10 000 v/j,
- T = trafic global en v/j, quel que soit le pourcentage de poids lourds,
- S = surface imperméabilisée en ha,
- Cu = charge unitaire annuelle en kg/ha pour 1 000 v/j

Le taux d'abattement et performance des ouvrages est issu du tableau page 7 du guide et repris ci-dessous :

Performances intrinsèques

	MES	DCO	Cu, Cd, Zn	HC et HAP
Fossé enherbé	65	50	65	50
Bief de confinement	65	50	65	50
Fossé Subhorizontal Enherbé	65	50	65	50
Bassin Sanitaire	85	70	85	90
Filtre à Sable	90	75	90	95
Bassin avec volume mort Vs en m/h				
1	85	75	80	65
3	70	65	70	45
5	60	55	60	40

Nous avons retenu la valeur pour les fossés enherbés car nous allons gérer l'infiltration via des noues et des espaces vers creux.

Enfin nous avons calculé la concentration dans le milieu récepteur à travers l'équation n°4 : concentration émise par un événement pluvial de pointe (mg/l) :

$$Ce = \frac{Fr \times Ca \times (1-t)}{10 \times Sh} \quad ou \quad Ce = \frac{2,3 \times Ca \times (1-t)}{10 \times S}$$

Avec :

- Fr = fraction maximale de la charge polluante annuelle mobilisable par un événement de pointe,
- Ce = concentration émise en mg/l,
- t = taux d'abattement des ouvrages,
- Ca est exprimé en kg, S en ha et h en m

Conclusion méthode SETRA 2006

Les résultats classent le projet en catégorie A1 et sont inférieurs à ceux trouvés avec la méthode CEREMA/AESN 2011 car les données d'entrées étaient moins fortes. Voici un tableau comparatif des deux méthodes : on constate que dans les deux cas les estimations classent les rejets en catégorie A1.

Concentration Maximale admissible dans le rejet	Rejet du projet - Méthode CEREMA / AESN 2011	Rejet du projet - Méthode SETRA 2006	Classe 1 A	Classe 1B
Matières en supension (mg/l)	16,90	4,32	25	25,00
DCO (mg/l)	18,00	6,17	20	25,00
Cuivre(mg/l)	0,03	0,00		5,00

De même pour les hydrocarbures totaux, l'impact maximal du rejet reste inférieur à la valeur seuil de 5 mg/L.

Quelle que soit la méthode d'estimation de la charge polluante, les rejets en concentration maximale sont inférieurs à la catégorie de classe 1A.

Du fait de sa conception et du choix d'un mode de gestion des eaux de ruissellement à travers un espace vert planté, la quantité de polluants générés par l'aménagement ne sera que très faible et même dans certains cas sera tellement infime qu'on ne pourrait pas la quantifier. Le projet n'aura ainsi pas d'incidence sur les eaux superficielles. En effet, la collecte des eaux pluviales au plus proche du lieu de précipitation permettra de limiter au maximum les ruissellements et donc la charge polluante. Les ouvrages de gestion des eaux pluviales permettront, par ailleurs, d'annihiler la vitesse de l'eau et de favoriser la décantation. De plus, les plantations réalisées dans les espaces verts de stockage apporteront une épuration biologique naturelle supplémentaire.

6.4. Incidence sur les eaux souterraines

Les temps de transit dans les ouvrages de gestion favoriseront la décantation et l'oxydation des éléments. Les végétaux mis en place accentueront cet effet épuratoire naturel. Lors de pollutions ponctuelles, une simple réfection des matériaux pollués suffira. L'accès étant aisé, le contrôle visuel et la surveillance en sont simplifiés.

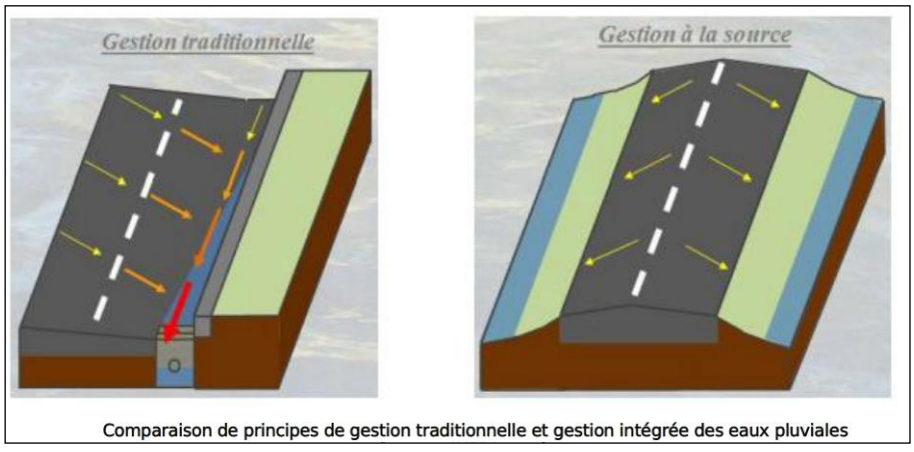
L'interface entre la structure et le sol permet la diffusion de la pollution plutôt que la concentration engendrée par une canalisation qui ne possède qu'un point de rejet. Ainsi la percolation dans le sol permet une filtration à travers les matériaux en place et une dégradation/oxydation plus importante.

Une part importante des polluants et des matières en suspension sera bloquée, oxydée et décomposée dans la végétation en surface, il n'y aura par conséquent aucune incidence du projet sur les eaux souterraines.

6.5. Traitement des pollutions chroniques

Dans le cas d'une gestion des eaux pluviales classique, le transit des eaux de ruissellement au sein d'ouvrages de transfert comme des canalisations enterrées augmente leur pouvoir polluant puisque leur parcours par ruissellement est extrêmement important.

En effet, le paramètre du « temps de parcours » de l'eau par ruissellement sur les surfaces minérales de voirie potentiellement polluées et canalisations enterrées est prépondérant. Plus le parcours de ruissellement est long et plus les substances polluantes sont arrachées des surfaces, par abrasion mécanique et par mise en solution au sein de la masse d'eau, et inversement.

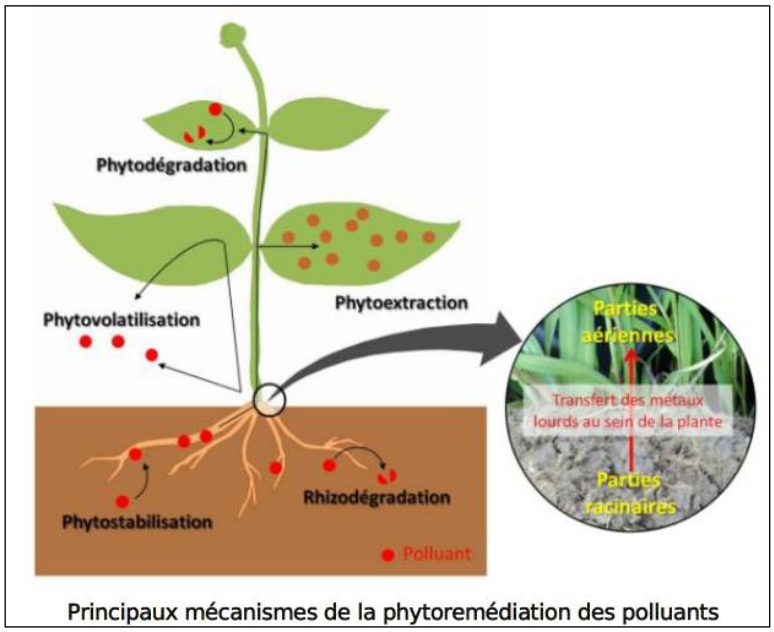


Comparaison de principes de gestion traditionnelle et gestion intégrée des eaux pluviales

La gestion des eaux pluviales à la source, au plus proche du lieu de précipitation, permet ainsi de limiter la charge polluante des eaux de ruissellement. En outre, il est intéressant de voir de quelle manière se comportent les polluants dans des ouvrages de stockage / infiltration réalisés en espace vert.

La qualité de l'eau de ruissellement et le devenir des polluants ont été suivis durant plusieurs années sur une opération test en Normandie entre 2013 et 2016 où des contrôles de pollution sont effectués dans une noue en bord de voirie. Cette étude sur site a été associée à des essais grandeur nature sur des mésocosmes contaminés artificiellement avec six polluants (métaux lourds et HAP) toxiques et/ou cancérigènes et mutagènes et

récalcitrants dans l'environnement afin de tester les capacités de remédiation de quatre espèces végétales couramment plantées dans nos ouvrages. L'absorption des métaux lourds dans les racines des végétaux, l'exportation de ces éléments dans les parties aériennes des plantes (tiges, feuilles, racines) mais aussi l'augmentation de la dégradation des polluants organiques comme les HAP par l'intermédiaire des microorganismes ont été étudiées.



Principaux mécanismes de la phytoremédiation des polluants

Les travaux ont notamment montré que :

- Les sols limono-argileux retiennent très majoritairement les polluants hydrophobes et peu solubles dans l'eau (HAP) ;
- La dégradation des HAP est favorisée autour des racines de certaines plantes ;
- Les plantes peuvent stabiliser dans leurs racines et extraire dans leurs feuilles et tiges de faibles quantités de métaux ;
- La dépollution est meilleure lorsque le système est vivant, planté et propice au développement de micro-organismes.

C'est bien l'association de la plante et des microorganismes du sol qui va dans certains cas avoir un effet de synergie et favoriser le traitement des polluants. Pour ne citer que certains exemples qui témoignent de cette synergie, la plante est capable de diminuer la toxicité de certains polluants en libérant des substances dans le sol ou encore l'ensemble des racines va créer un habitat favorable au développement des micro-organismes alors plus performants pour la dégradation des polluants organiques, etc.

De nombreuses études confirment aujourd'hui l'efficacité du concept de gestion des eaux pluviales par des espaces verts pour le traitement des polluants associés aux ruissellements. La gestion des eaux pluviales en espaces verts, telle que mise en œuvre sur le présent projet est grandement favorable à la dépollution, notamment en comparaison avec un système classique.

7. Liste des Annexes

- Annexe 1 - Rapport Géotechnique G2 AVP
- Annexe 2 – Zonage Pluvial de Thillois
- Annexe 3 – Règlement de zonage du Grand Reims

NOTICE HYDRAULIQUE – LOT 5

LES SABLES

CHAMPIGNY (56150)

Indice	Date	Auteur	Modifications
A	02/03/2026	RGE	Document initial

ARKHAM INGENIERIE

32 route de Chambray

27220 VERNON

TABLE DES MATIERES

1. Préambule sur le principe de gestion des eaux pluviales envisagé 7
2. Données d'entrée du projet 8
2.1. Localisation du projet 8
2.2. Données d'Infiltration 9
2.3. Cadre réglementaire 10
2.3.1. Grand Reims 10
2.4. Données pluviales 12
3. Gestion des eaux pluviales 13
3.1. Bassins Versants 13
3.2. Calcul du volume à stocker BV1 15
3.3. Calcul du volume à stocker BV2 19
3.4. Calcul du volume à stocker BV3 21
3.5. Calcul du volume à stocker BV4 23
3.6. Calcul du volume à stocker BV5 25
3.7. Calcul du volume à stocker BV6 27
3.8. Calcul du volume à stocker BV7 29
3.9. Calcul du volume à stocker BV8 31
3.10. Calcul du volume à stocker BV9 33
3.11. Calcul du volume à stocker BV10 35
3.12. Calcul du volume à stocker BV11 37
3.13. Calcul du volume à stocker BV12 39
3.14. Calcul du volume à stocker BV13 41
3.15. Calcul du volume à stocker BV14 43
3.16. Calcul du volume à stocker BV15 45
3.17. Calcul du volume à stocker BV16 47
3.18. Calcul du volume à stocker BV17 49
3.19. Calcul du volume à stocker BV18 51
3.20. Calcul du volume à stocker BV19 53
3.21. Calcul du volume à stocker BV20 55
3.22. Calcul du volume à stocker BV21 57
3.23. Calcul du volume à stocker BV22 59
3.24. Calcul du volume à stocker BV23 61
3.25. Calcul du volume à stocker BV24 63
3.26. Calcul du volume à stocker BV25 65
3.27. Calcul du volume à stocker BV26 67
3.28. Calcul du volume à stocker BV27 69

3.29. Calcul du volume à stocker BV28 71
3.30. Calcul du volume à stocker BV29 73
4. Résumé général des Bassins Versants 75
5. Détail des ouvrages projetés 76
5.1. Les jardins de Pluie ou Espaces Verts Creux 76
5.2. Les Noues 77
5.3. Les Regards 78
5.4. Les Descentes EP 84
6. Traitement des pollutions 89
6.1. Evaluation de la charge polluante 89
6.2. Les seuils d'acceptabilité 90
6.3. Evaluation de la charge polluante (selon méthode SETRA 2006) 92
6.4. Incidence sur les eaux souterraines 94
6.5. Traitement des pollutions chroniques 94
7. Liste des Annexes 96

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : Site du projet (Source : Géoportail) 8
Figure 2 : Vue aérienne (Source : Géoportail) 8
Figure 3 : Extrait Rapport G2 (Source : GINGER) 9
Figure 4 : Plan de repérage des sondages (Source : GINGER) 9
Figure 5 : Repérage zone d'infiltration (Source : Zonage Pluvial de Thillois) 10
Figure 6 : Zone d'infiltration (Source : Zone Pluvial de Thillois) 11
Figure 7 : Règlement Zone INF 02 (Source : Règlement de zonage du Grand Reims) 12
Figure 8 : Coefficients de montana (Source : Météo France) 12
Figure 9 : Repérage des espaces verts creux qui serviront à la gestion EP (Source : Arkham Ingénierie) 13
Figure 10 : Repérage des sous-bassins versants (Source : Arkham Ingénierie) 14
Figure 11 : Localisation du Bassin Versant n°1. Source : Arkham Ingénierie 15
Figure 12 : Tableau des surfaces du Bassin Versant n°1. Source : Arkham Ingénierie 17
Figure 13 : Tableau résultats du Bassin Versant n°1. Source : Arkham Ingénierie 18
Figure 14 : Localisation du Bassin Versant n°2. Source : Arkham Ingénierie 19
Figure 15 : Tableau des surfaces du Bassin Versant n°2. Source : Arkham Ingénierie 19
Figure 16 : Tableau résultats du Bassin Versant n°2. Source : Arkham Ingénierie 20
Figure 17 : Localisation du Bassin Versant n°3. Source : Arkham Ingénierie 21
Figure 18 : Tableau des surfaces du Bassin Versant n°3. Source : Arkham Ingénierie 21
Figure 19 : Tableau résultats du Bassin Versant n°3. Source : Arkham Ingénierie 22
Figure 20 : Localisation du Bassin Versant n°4. Source : Arkham Ingénierie 23
Figure 21 : Tableau des surfaces du Bassin Versant n°4. Source : Arkham Ingénierie 23
Figure 22 : Tableau résultats du Bassin Versant n°4. Source : Arkham Ingénierie 24
Figure 23 : Localisation du Bassin Versant n°5. Source : Arkham Ingénierie 25
Figure 24 : Tableau des surfaces du Bassin Versant n°5. Source : Arkham Ingénierie 25
Figure 25 : Tableau résultats du Bassin Versant n°5. Source : Arkham Ingénierie 26
Figure 26 : Localisation du Bassin Versant n°6. Source : Arkham Ingénierie 27
Figure 27 : Tableau des surfaces du Bassin Versant n°6. Source : Arkham Ingénierie 27
Figure 28 : Tableau résultats du Bassin Versant n°6. Source : Arkham Ingénierie 28
Figure 29 : Localisation du Bassin Versant n°7. Source : Arkham Ingénierie 29
Figure 30 : Tableau des surfaces du Bassin Versant n°7. Source : Arkham Ingénierie 29
Figure 31 : Tableau résultats du Bassin Versant n°7. Source : Arkham Ingénierie 30
Figure 32 : Localisation du Bassin Versant n°8. Source : Arkham Ingénierie 31
Figure 33 : Tableau des surfaces du Bassin Versant n°8. Source : Arkham Ingénierie 31
Figure 34 : Tableau résultats du Bassin Versant n°8. Source : Arkham Ingénierie 32
Figure 35 : Localisation du Bassin Versant n°9. Source : Arkham Ingénierie 33
Figure 36 : Tableau des surfaces du Bassin Versant n°9. Source : Arkham Ingénierie 33
Figure 37 : Tableau résultats du Bassin Versant n°9. Source : Arkham Ingénierie 34
Figure 38 : Localisation du Bassin Versant n°10. Source : Arkham Ingénierie 35
Figure 39 : Tableau des surfaces du Bassin Versant n°10. Source : Arkham Ingénierie 35
Figure 40 : Tableau résultats du Bassin Versant n°10. Source : Arkham Ingénierie 36
Figure 41 : Localisation du Bassin Versant n°11. Source : Arkham Ingénierie 37
Figure 42 : Tableau des surfaces du Bassin Versant n°11. Source : Arkham Ingénierie 37
Figure 43 : Tableau résultats du Bassin Versant n°11. Source : Arkham Ingénierie 38
Figure 44 : Localisation du Bassin Versant n°12. Source : Arkham Ingénierie 39
Figure 45 : Tableau des surfaces du Bassin Versant n°12. Source : Arkham Ingénierie 39
Figure 46 : Tableau résultats du Bassin Versant n°12. Source : Arkham Ingénierie 40
Figure 47 : Localisation du Bassin Versant n°13. Source : Arkham Ingénierie 41
Figure 48 : Tableau des surfaces du Bassin Versant n°13. Source : Arkham Ingénierie 41
Figure 49 : Tableau résultats du Bassin Versant n°13. Source : Arkham Ingénierie 42
Figure 50 : Localisation du Bassin Versant n°14. Source : Arkham Ingénierie 43
Figure 51 : Tableau des surfaces du Bassin Versant n°14. Source : Arkham Ingénierie 43
Figure 52 : Tableau résultats du Bassin Versant n°14. Source : Arkham Ingénierie 44
Figure 53 : Localisation du Bassin Versant n°15. Source : Arkham Ingénierie 45
Figure 54 : Tableau des surfaces du Bassin Versant n°15. Source : Arkham Ingénierie 45
Figure 55 : Tableau résultats du Bassin Versant n°15. Source : Arkham Ingénierie 46

Figure 56 : Localisation du Bassin Versant n°16. Source : Arkham Ingénierie 47
Figure 57 : Tableau des surfaces du Bassin Versant n°16. Source : Arkham Ingénierie 47
Figure 58 : Tableau résultats du Bassin Versant n°16. Source : Arkham Ingénierie 48
Figure 59 : Localisation du Bassin Versant n°17. Source : Arkham Ingénierie 49
Figure 60 : Tableau des surfaces du Bassin Versant n°17. Source : Arkham Ingénierie 49
Figure 61 : Tableau résultats du Bassin Versant n°17. Source : Arkham Ingénierie 50
Figure 62 : Localisation du Bassin Versant n°18. Source : Arkham Ingénierie 51
Figure 63 : Tableau des surfaces du Bassin Versant n°18. Source : Arkham Ingénierie 51
Figure 64 : Tableau résultats du Bassin Versant n°18. Source : Arkham Ingénierie 52
Figure 65 : Localisation du Bassin Versant n°19. Source : Arkham Ingénierie 53
Figure 66 : Tableau des surfaces du Bassin Versant n°19. Source : Arkham Ingénierie 53
Figure 67 : Tableau résultats du Bassin Versant n°19. Source : Arkham Ingénierie 54
Figure 68 : Localisation du Bassin Versant n°20. Source : Arkham Ingénierie 55
Figure 69 : Tableau des surfaces du Bassin Versant n°20. Source : Arkham Ingénierie 55
Figure 70 : Tableau résultats du Bassin Versant n°20. Source : Arkham Ingénierie 56
Figure 71 : Localisation du Bassin Versant n°21. Source : Arkham Ingénierie 57
Figure 72 : Tableau des surfaces du Bassin Versant n°21. Source : Arkham Ingénierie 57
Figure 73 : Tableau résultats du Bassin Versant n°21. Source : Arkham Ingénierie 58
Figure 74 : Localisation du Bassin Versant n°22. Source : Arkham Ingénierie 59
Figure 75 : Tableau des surfaces du Bassin Versant n°22. Source : Arkham Ingénierie 59
Figure 76 : Tableau résultats du Bassin Versant n°22. Source : Arkham Ingénierie 60
Figure 77 : Localisation du Bassin Versant n°23. Source : Arkham Ingénierie 61
Figure 78 : Tableau des surfaces du Bassin Versant n°23. Source : Arkham Ingénierie 61
Figure 79 : Tableau résultats du Bassin Versant n°23. Source : Arkham Ingénierie 62
Figure 80 : Localisation du Bassin Versant n°24. Source : Arkham Ingénierie 63
Figure 81 : Tableau des surfaces du Bassin Versant n°24. Source : Arkham Ingénierie 63
Figure 82 : Tableau résultats du Bassin Versant n°24. Source : Arkham Ingénierie 64
Figure 83 : Localisation du Bassin Versant n°25. Source : Arkham Ingénierie 65
Figure 84 : Tableau des surfaces du Bassin Versant n°25. Source : Arkham Ingénierie 65
Figure 85 : Tableau résultats du Bassin Versant n°25. Source : Arkham Ingénierie 66
Figure 86 : Localisation du Bassin Versant n°26. Source : Arkham Ingénierie 67
Figure 87 : Tableau des surfaces du Bassin Versant n°26. Source : Arkham Ingénierie 67
Figure 88 : Tableau résultats du Bassin Versant n°26. Source : Arkham Ingénierie 68
Figure 89 : Localisation du Bassin Versant n°27. Source : Arkham Ingénierie 69
Figure 90 : Tableau des surfaces du Bassin Versant n°27. Source : Arkham Ingénierie 69
Figure 91 : Tableau résultats du Bassin Versant n°27. Source : Arkham Ingénierie 70
Figure 92 : Localisation du Bassin Versant n°28. Source : Arkham Ingénierie 71
Figure 93 : Tableau des surfaces du Bassin Versant n°28. Source : Arkham Ingénierie 71
Figure 94 : Tableau résultats du Bassin Versant n°28. Source : Arkham Ingénierie 72
Figure 95 : Localisation du Bassin Versant n°29. Source : Arkham Ingénierie 73
Figure 96 : Tableau des surfaces du Bassin Versant n°29. Source : Arkham Ingénierie 73
Figure 97 : Tableau résultats du Bassin Versant n°29. Source : Arkham Ingénierie 74
Figure 41 : Récapitulatif résultat GEP des bassins versants (Source : Arkham Ingénierie) 75
Figure 98 : Détail type d'un espace vert creux (Source : Arkham Ingénierie) 76
Figure 99 : Coupe de principe d'une noue type sur le projet (Source : Arkham Ingénierie) 77
Figure 37 : Détail regard à fond perdu (Source : Arkham Ingénierie) 78
Figure 38 : Regard de surverse à grilles (Source : Arkham Ingénierie) 79
Figure 110 : Récupération des eaux en surface (Source : Arkham Ingénierie) 84
Figure 111 : Récupération des eaux sous dalle (Source : Arkham Ingénierie) 84
Figure 112 : Regard descente de gouttière déversoir (Source : Arkham Ingénierie) 85
Figure 113 : Regard descente de gouttière déversoir en eau (Source : Arkham Ingénierie) 85
Figure 114 : Vue en coupe descente EP sur voirie (Source : Arkham Ingénierie) 86
Figure 115 : Vue en plan descente EP sur voirie (Source : Arkham Ingénierie) 86
Figure 116 : Vue en 2D descente EP sur voirie (Source : Arkham Ingénierie) 87
Figure 117 : Vue en 3D descente EP sur voirie (Source : Arkham Ingénierie) 87
Figure 118 : Coupe et profil caniveau à grille pour accompagner descente toitures (Source : Arkham Ingénierie) 88

Figure 119 : Vue 3D caniveau à grille pour accompagner descente toitures (Source : Arkham Ingénierie) 88

1. Préambule sur le principe de gestion des eaux pluviales envisagé

L'assainissement pluvial de l'opération se base essentiellement sur la mise en œuvre des techniques alternatives dont les principes fondamentaux sont les suivants :

- Respecter les écoulements naturels ;
- Stocker l'eau à la source ;
- Favoriser l'infiltration et/ou le débit de fuite régulé ;
- Prendre en compte des épisodes exceptionnels ou à la répétition d'épisodes pluvieux.

Ce système présente l'avantage d'annihiler les ruissellements et la vitesse de l'eau, de permettre une mise en scène de l'eau à travers la composition du plan masse ; dès lors, il n'est plus question de créer des ouvrages spécialement dédiés à l'eau, mais bel et bien d'utiliser un autre ouvrage, un autre lieu, pour lui créer une seconde fonction : la fonction hydraulique.

On parle alors de **gestion intégrée ou de pluri fonctionnalité** des ouvrages. Ce concept permet d'apporter une forte valeur ajoutée, en termes de qualité paysagère, et de respect logique de développement durable, tout en limitant les coûts d'aménagements :

- **Paysagers** : Ce concept va permettre de créer des ambiances de voies et cheminements piétons beaucoup plus qualitatives. L'eau n'est plus évacuée en sous-sol mais redevient une composante naturelle du paysage. Des espaces d'agrément naturels alliant hydraulique, paysage et environnement peuvent ainsi être réalisés.
- **Environnementaux** : La collecte des eaux pluviales au plus proche du lieu de précipitation permet de limiter au maximum le ruissellement et donc la charge polluante. Le stockage en surface, dans des espaces verts plantés d'espèces adaptées constituent des milieux temporairement en eau riches en biodiversité, ce qui est particulièrement intéressant en milieu urbain. De plus, cela permettra de désaturer les réseaux existants dans le cadre de fortes pluviométries.
- **Economiques** : Les systèmes mis en œuvre permettent de s'affranchir des réseaux EP classiques et des ouvrages associés ce qui représente une économie conséquente. En outre, aucun espace n'est spécialement dédié à la gestion des eaux pluviales ce qui représente une grande plus-value en termes d'emprise foncière. Les économies sont également présentes en matière d'entretien puisque les ouvrages de stockages et d'infiltration seront uniquement entretenus pour leur fonction primaire (espace vert, voirie, toiture ; ...).

Dans le cadre de ce projet, **l'épisode pluvieux le plus défavorable pris en compte sera l'occurrence centennale**.

L'intégralité des eaux collectées seront envisagées en infiltration in situ afin d'avoir un schéma directeur de la gestion des eaux pluviales en zéro rejet ou dit « à la parcelle ». Les eaux générées par une pluie plus importante seront gérées par débordements ponctuels sur les voiries ou espaces connexes, sans impacter les bâtiments.

Ainsi, la gestion des eaux pluviales se fera en infiltration à la parcelle, pour une période de retour de 100 ans.

2. Données d'entrée du projet

2.1. Localisation du projet

Le projet se situe sur la commune de Champigny, dans le département de la Marne en région Grand Est. Il s'agit de l'aménagement d'un parcelle d'une surface totale de 28 738 m².



Figure 1 : Site du projet (Source : Géoportail)



Figure 2 : Vue aérienne (Source : Géoportail)

2.2. Données d'Infiltration

Des essais de perméabilité de type Matsuo ont été réalisées sur le site (***voir Annexe 1 : Rapport Géotechnique G2 AVP).***

Les coefficients de perméabilité calculés à partir de ces essaies ont résumés comme suit :

Sondage	Formation	Nature du sol	Profondeur de l'essai	Coefficient de perméabilité k	
				m/s	mm/h
M1	1	Limon crayeux	0.94 – 1.50 m	$4.4.10^{-6}$	15.84
M2	2	Craie	1.87 – 2.50 m	$4.1.10^{-5}$	147.6
M3	1	Limon crayeux	0.45 – 0.65 m	$2.2.10^{-5}$	79.2
M4	2	Craie	1.94 – 2.50 m	$2.7.10^{-6}$	97.2
M5	2	Craie	2.00 – 2.50 m	$1.6.10^{-5}$	57.6
M6	2	Craie	1.01 – 1.50 m	$8.5.10^{-5}$	306
M7	2	Craie	1.85 – 2.50	$3.1.10^{-5}$	111.6

Figure 3 : Extrait Rapport G2 (Source : GINGER)

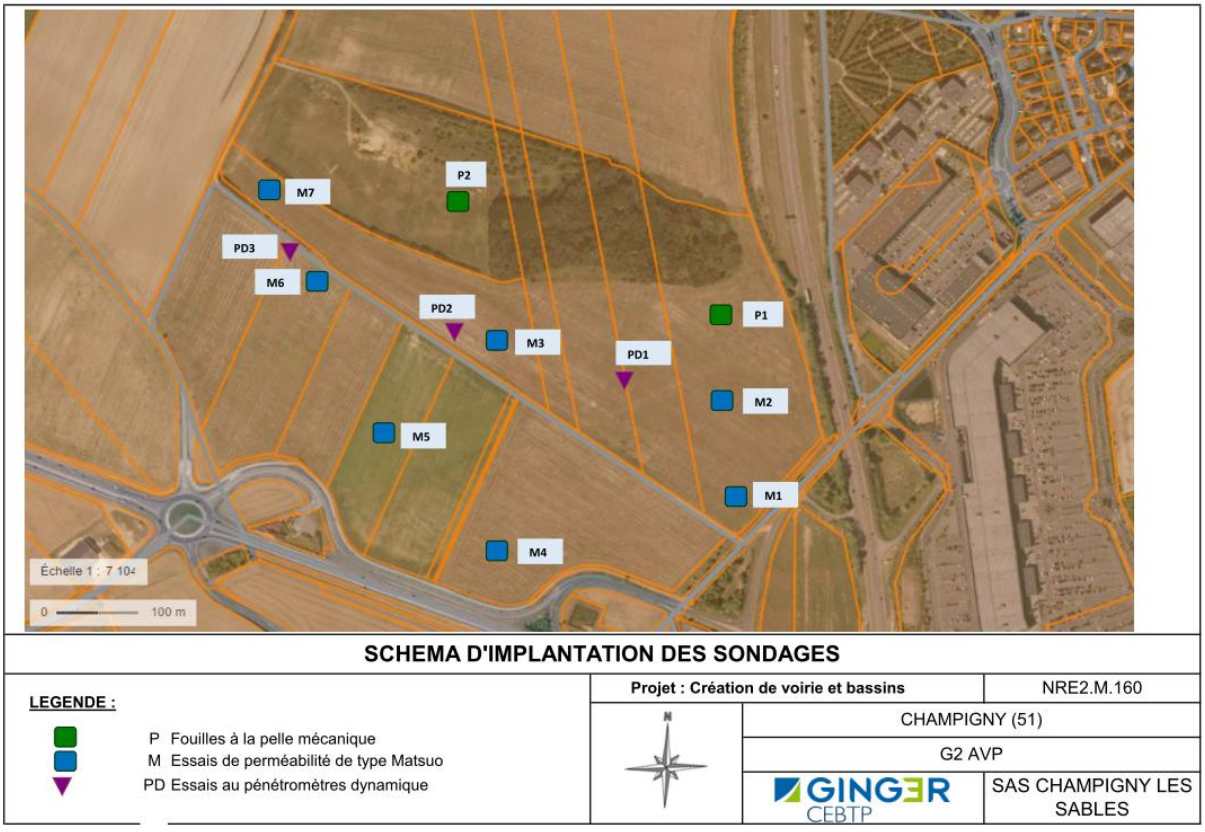


Figure 4 : Plan de repérage des sondages (Source : GINGER)

La valeur moyenne retenue sera de 2.89e-05 m/s

2.3. Cadre réglementaire

2.3.1. Grand Reims

Le projet est couvert par le Plan Pluie du Grand Reims, le document traite de la gestion des eaux pluviales du secteur.

Le Zonage Pluvial de Thillois identifie la zone d'infiltration (***voir Annexe 2 : Zonage Pluvial de Thillois).***

Le projet est situé sur la zone INF 02.

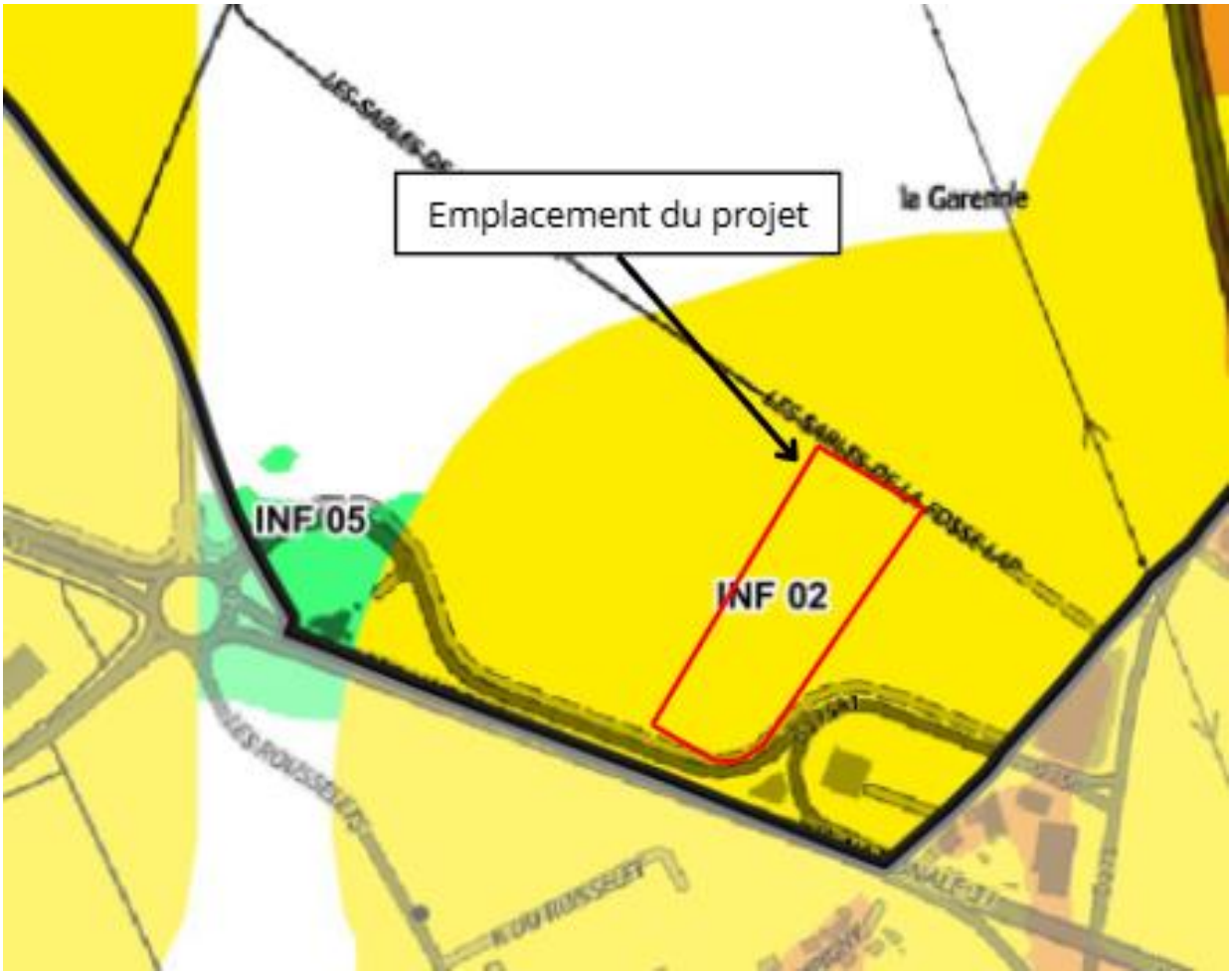


Figure 5 : Repérage zone d'infiltration (Source : Zonage Pluvial de Thillois)

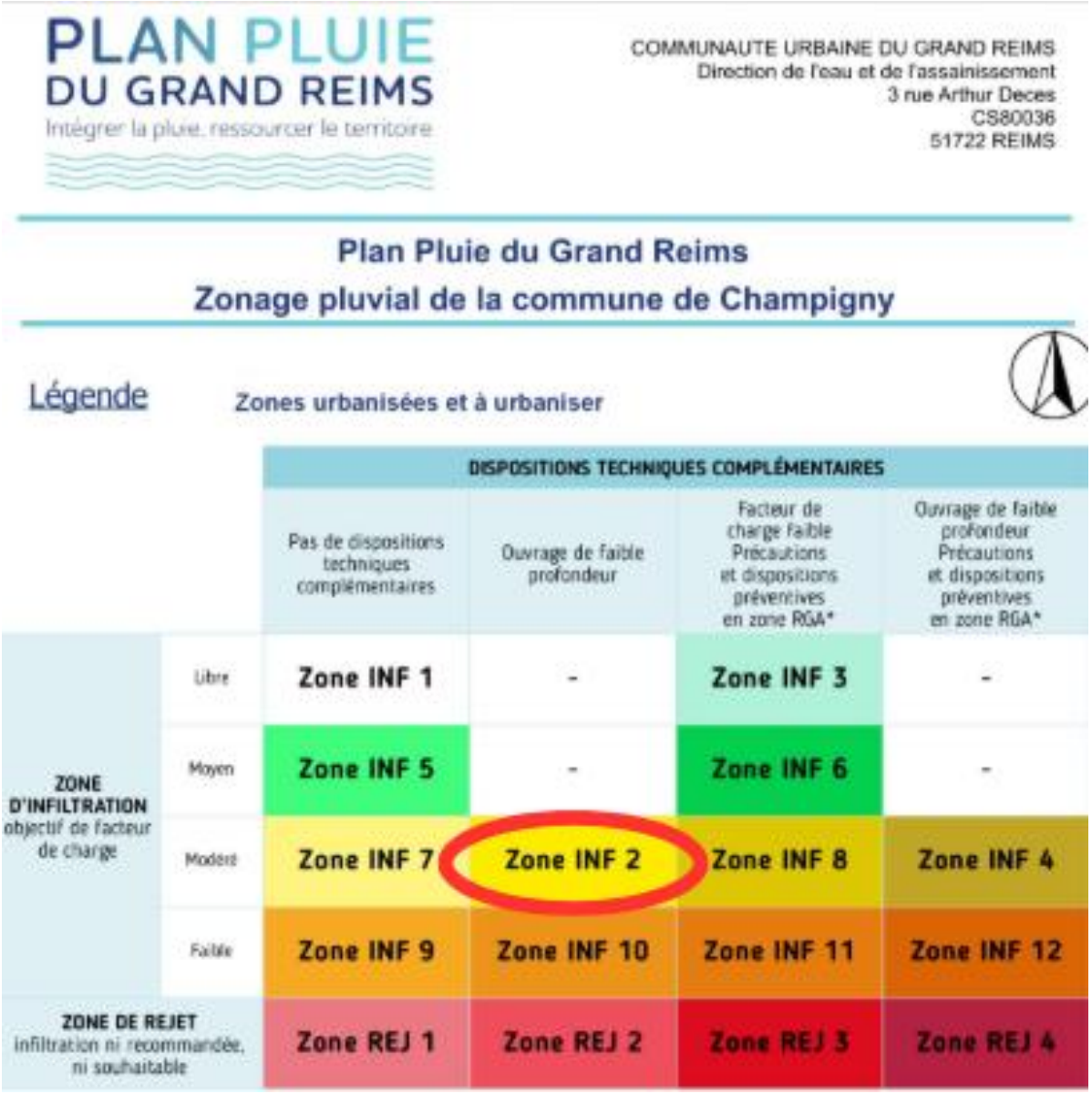
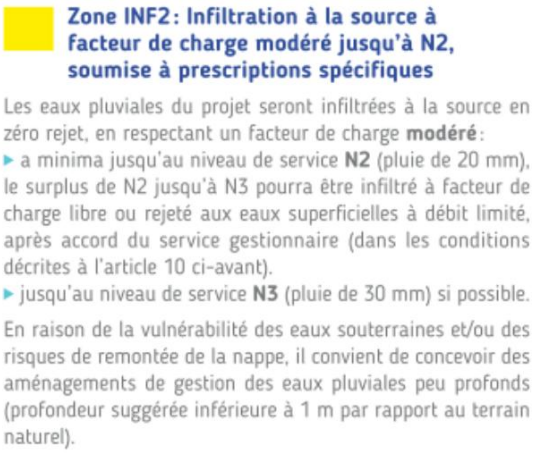


Figure 6 : Zone d'infiltration (Source : Zone Pluvial de Thillois)

Le règlement de zonage du Grand Reims détermine les règles qui s'appliquent à cette zone INF 02 (***voir Annexe 3 : Règlement de zonage du Grand Reims).***



Zone INF2 : Infiltration à la source à facteur de charge modéré jusqu'à N2, soumise à prescriptions spécifiques

Les eaux pluviales du projet seront infiltrées à la source en zéro rejet, en respectant un facteur de charge **modéré** :

- a minima jusqu'au niveau de service **N2** (pluie de 20 mm), le surplus de N2 jusqu'à N3 pourra être infiltré à facteur de charge libre ou rejeté aux eaux superficielles à débit limité, après accord du service gestionnaire (dans les conditions décrites à l'article 10 ci-avant).
- jusqu'au niveau de service **N3** (pluie de 30 mm) si possible.

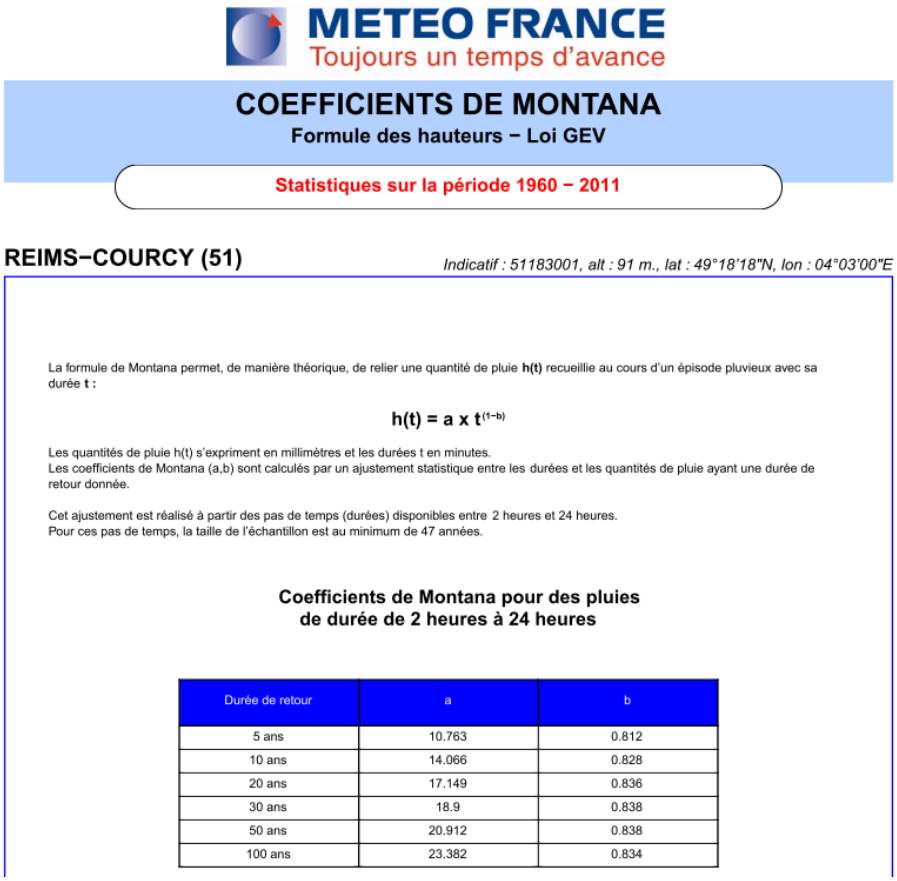
En raison de la vulnérabilité des eaux souterraines et/ou des risques de remontée de la nappe, il convient de concevoir des aménagements de gestion des eaux pluviales peu profonds (profondeur suggérée inférieure à 1 m par rapport au terrain naturel).

Figure 7 : Règlement Zone INF 02 (Source : Règlement de zonage du Grand Reims)

2.4. Données pluviales

Nous prenons en compte les données suivante pour le projet :

- Période de retour : 100 ans
- Débit de fuite : Zéro rejet et gestion à la parcelle
- Valeur d'infiltration : 2.89e-05 m/s
- Coefficients de Montana : Reims-Courcy (51)
- $A_{100\ ans}$ = 23.382 $B_{100\ ans}$ = 0.834*



METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance

COEFFICIENTS DE MONTANA
Formule des hauteurs – Loi GEV

Statistiques sur la période 1960 – 2011

REIMS–COURCY (51) *Indicatif : 51183001, alt : 91 m., lat : 49°18'18"N, lon : 04°03'00"E*

La formule de Montana permet, de manière théorique, de relier une quantité de pluie **h(t)** recueillie au cours d'un épisode pluvieux avec sa durée **t** :

$$h(t) = a \times t^{(1-b)}$$

Les quantités de pluie h(t) s'expriment en millimètres et les durées t en minutes.
Les coefficients de Montana (a,b) sont calculés par un ajustement statistique entre les durées et les quantités de pluie ayant une durée de retour donnée.

Cet ajustement est réalisé à partir des pas de temps (durées) disponibles entre 2 heures et 24 heures.
Pour ces pas de temps, la taille de l'échantillon est au minimum de 47 années.

Coefficients de Montana pour des pluies de durée de 2 heures à 24 heures

Durée de retour	a	b
5 ans	10.763	0.812
10 ans	14.066	0.828
20 ans	17.149	0.836
30 ans	18.9	0.838
50 ans	20.912	0.838
100 ans	23.382	0.834

Figure 8 : Coefficients de montana (Source : Météo France)

3. Gestion des eaux pluviales

3.1. Bassins Versants

Afin de respecter le principe de gérer les eaux pluviales au plus près de leur lieu de précipitation, l'intégralité des eaux de ruissellement de l'opération s'infiltreront à travers **24 espaces verts creux et 5 massifs drainants.**



Figure 9 : Repérage des espaces verts creux qui serviront à la gestion EP (Source : Arkham Ingénierie)

A partir de ces « exutoires » il a été déterminé et selon le nivellement de l'opération, la définition des différents bassins versants de l'opérations.

Comme nous avons retenu une gestion à la parcelle et que chaque ouvrage d'infiltration est indépendant les uns des autres, il y a par conséquence autant de bassins versants qu'il y a d'espaces verts creux et de massifs drainants.

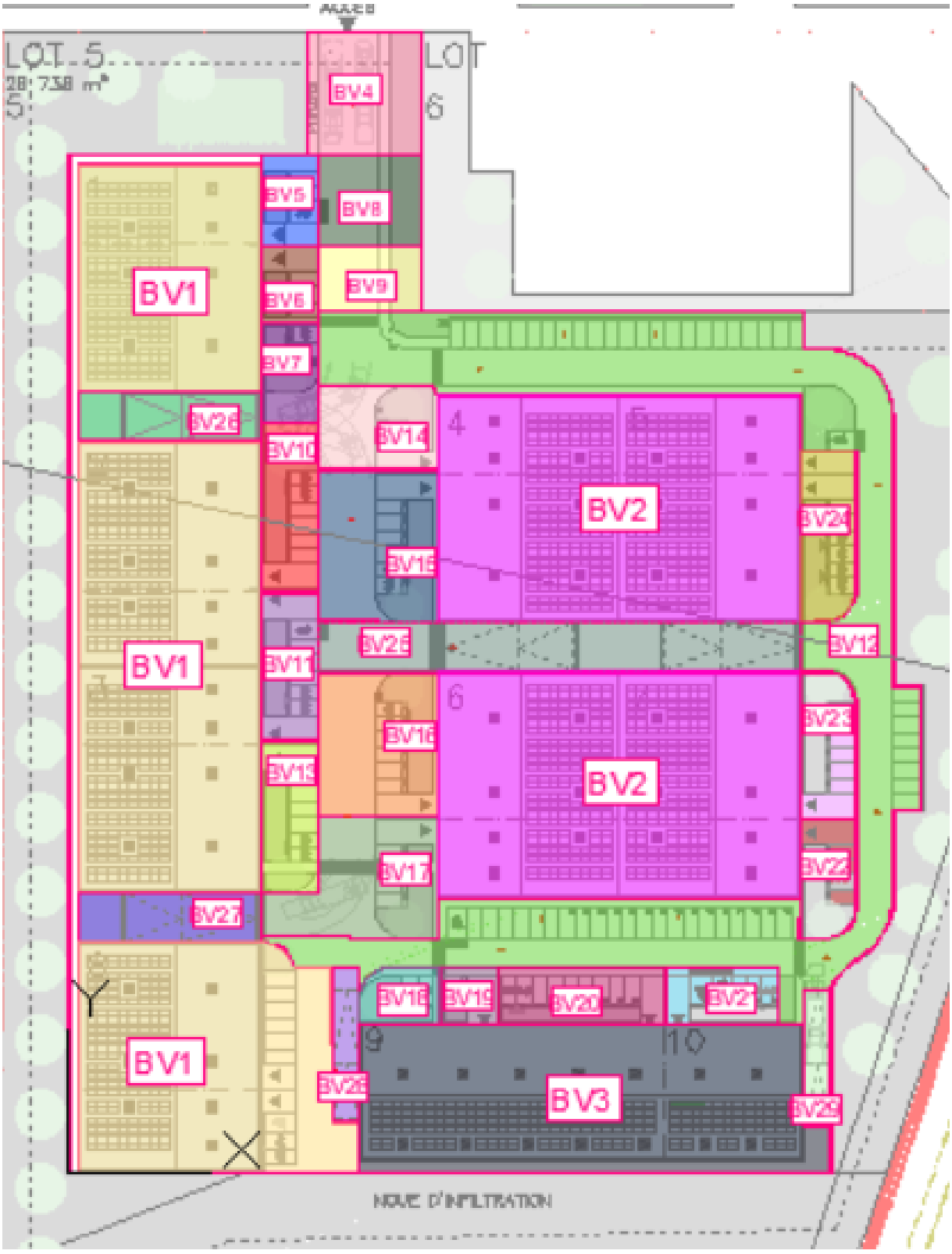


Figure 10 : Repérage des sous-bassins versants (Source : Arkham Ingénierie)

3.2. Calcul du volume à stocker BV1

Le bassin versant n°1 s'étend sur une surface totale de 5913 m². Le dispositif de gestion des eaux pluviales retenu est une noue.

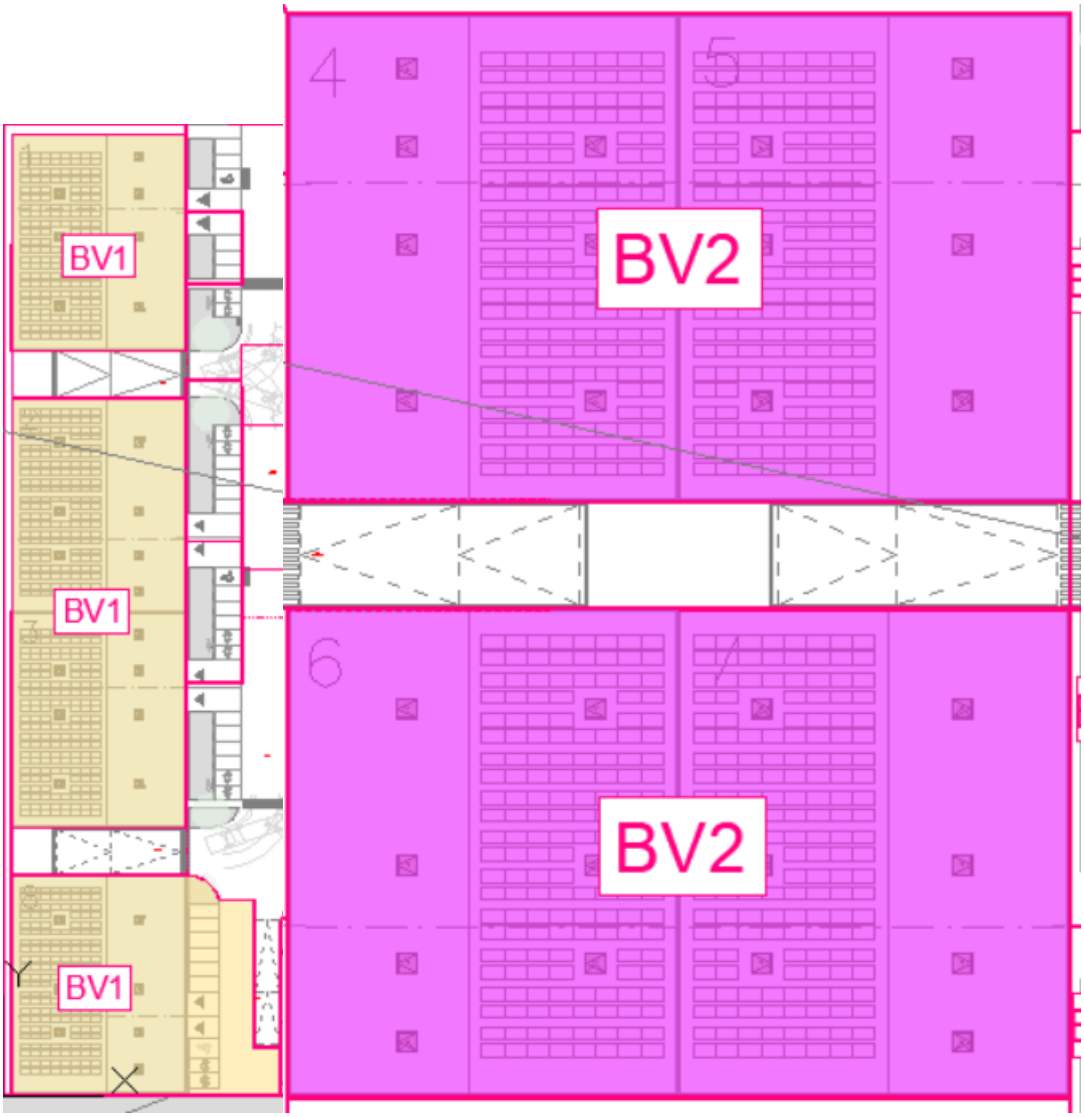


Figure 11 : Localisation du Bassin Versant n°1. Source : Arkham Ingénierie

Calcul du débit de fuite (Qf) et du volume sortant (Vs) :

Le débit de fuite est calculé de la manière suivante :

Qf [L/s] = Surface d'infiltration (en m²) x Perméabilité (en m/s) x 1 000 + $Q_{limité}$ (en L/s/ha) * Surface active (en ha)

Où $Q_{limité}$ est le débit limité de rejet au réseau, règlementaire et autorisé.

La surface d'infiltration de ce bassin versant est matérialisée par la noue, qui sert d'exutoire naturel aux eaux de ruissellement. La surface d'infiltration ainsi mobilisée est de 933.00 m² (voir plan de principes de gestion des eaux pluviales en annexe).

Le débit de fuite est déterminé par l'infiltration :

Qf = 933 m² × 2.89e-05 m/s × 1 000 = 26.96 L/s (~ 0.026964 m³/s).

Le volume sortant (Vs) est déterminé par le débit de fuite considéré comme constant et égal au débit maximum pouvant être évacué par le réservoir pendant la phase de remplissage et la phase de vidange de l'ouvrage de gestion des eaux pluviales

Détermination de l'intensité de pluie I(t) et du volume entrant (Ve)

En application de la méthode des volumes, l'intensité de la pluie s'exprime comme suit :

$I(t) = a \times t^{1-b}$,

Où a et b sont les coefficients de Montana indiqués dans les données d'entrée, pour une pluie de référence donnée.

Le volume entrant s'exprime comme suit :

Ve (en m3) = Surface active (Sa en m^2) x Temps (t en s) x I(t) (i en m/s)

Ci-dessous le tableau des surfaces actives du bassin versant :

Type de surface	Coefficient de ruissellement	Superficie (m²)	Ca	Sa
Noues	0.20	933	0.86	5078.70
Espaces Verts pleine terre	0.20	0		
Espaces Verts sur dalle	0.40	0		
Toitures	1.00	4101		
Toitures végétalisées	0.70	0		
Toitures stockantes	0.70	0		
Voiries	0.90	879		
Revêtements perméables	0.70			

Figure 12 : Tableau des surfaces du Bassin Versant n°1. Source : Arkham Ingénierie

Calcul du volume à stocker (V)

***Le calcul du volume à stocker V sera effectué à l'aide de la méthode des pluies*.**

Cette méthode tire profit de l'information statistique contenue dans les courbes « Intensité – Durée – Fréquence » (IDF). Elle peut faire l'objet d'une construction graphique simple qui permet d'obtenir, en sus du volume à stocker, un ordre de grandeur des durées moyennes de remplissage et de vidange.

Le calcul du volume s'effectue en différentes étapes :

- construction des courbes IDF si celles-ci ne sont pas déjà disponibles localement ;
- tracé pour chaque période de retour souhaitée de la courbe enveloppe « intensité – durée » ou « volume de pluie - durée » ;
- tracé sur le même graphique de la courbe « volume vidangé – durée ».

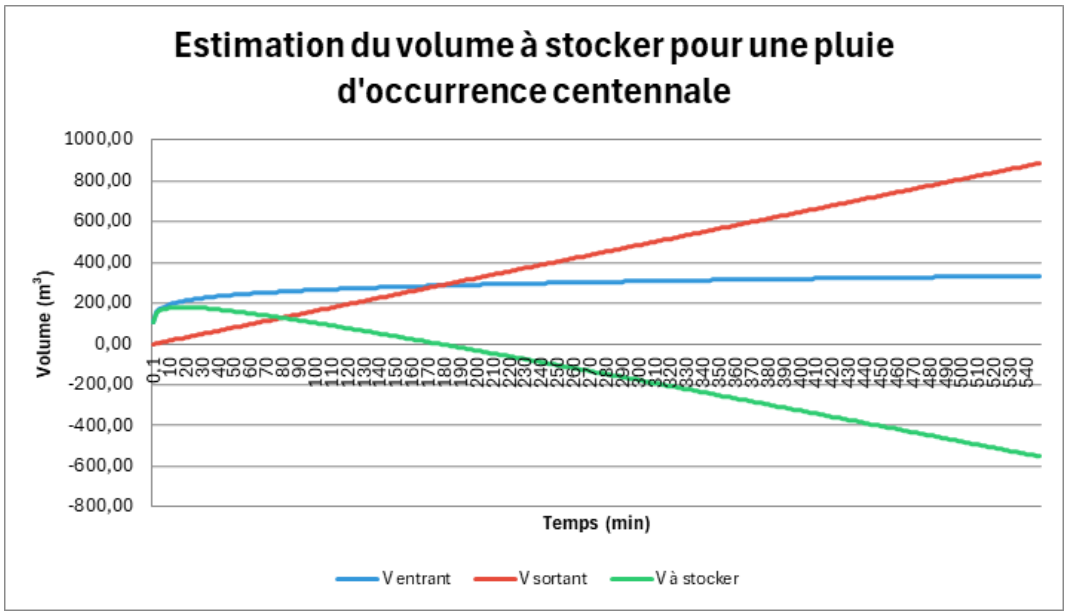
Le volume nécessaire pour une période de retour donnée est l'écart maximum entre la courbe « volume vidangé – durée » et la courbe « volume de pluie – durée ».

Le **volume à stocker V** est donc déterminé par le moment de la plus grande différence entre le **volume entrant Ve** et le **volume sortant Vs**.

L'hypothèse d'un débit de fuite constant et maximum sur la durée de la pluie est a priori minorant. La méthode des pluies ne tient pas compte de la forme complexe des hyétogrammes de pluie qui peuvent présenter plusieurs pics. Le débit entrant dans le bassin n'est généralement pas constant et peut éventuellement être inférieur au débit de vidange appliqué, en particulier en début d'événement.

En revanche, le volume à stocker est déterminé à partir des pluies et non des débits à l'exutoire du bassin, ce qui conduit à surévaluer les volumes à stocker. On peut tenir compte du coefficient du ruissellement en ne rapportant les hauteurs de pluie qu'à la surface active du bassin versant pour déterminer les volumes à stocker. En revanche, on ne peut pas tenir compte des pertes initiales et des processus hydrauliques liés à la propagation des débits dans les systèmes d'assainissement (laminage des hydrogrammes, passage en charge de conduites, possibilités de stockage dans le système amont).

L'ensemble de ces hypothèses nous donne le graphique suivant :



Méthode des pluies	Montana	a	b	Qf (L/s/ha)	Qf (L/s)	t critique	V à stocker
	100 ans	23.382	0.834	0.00	26.96	20.04	**162.90 m³**

Figure 13 : Tableau résultats du Bassin Versant n°1. Source : Arkham Ingénierie

Calcul de conformité avec une pluie de 43.0 mm en 0 min

Par la suite, le volume à stocker ainsi que le temps de vidange sont calculés pour une pluie de 43.0 mm en 0 min. Le volume de pluie total sur la parcelle correspond à la hauteur de pluie (43.0 mm) multipliée par la surface active, soit :

$V_{tot\text{-}pluie} = H_{pluie} \times S_a = 0.0430 \times 5078.70 \times 1000 = 218384\ L = 218.38\ m^3$

Le temps de vidange de l'ouvrage est donc $t_{vidange} = (V_{à\ stocker} \times 1000) / (Q_f \times 3600) = 2.25\ heures$.

Calcul de conformité avec une pluie de 10.0 en 0 min

Par la suite, le volume à stocker ainsi que le temps de vidange sont calculés pour une pluie de 10.0 mm en 0 min. Le volume de pluie total sur la parcelle correspond à la hauteur de pluie (10.0 mm) multipliée par la surface active, soit :

$V_{tot\text{-}pluie} = H_{pluie} \times S_a = 0.0100 \times 5078.70 \times 1000 = 50787\ L = 50.79\ m^3$

Le temps de vidange de l'ouvrage est donc $t_{vidange} = (V_{à\ stocker} \times 1000) / (Q_f \times 3600) + = 0.52\ heures$.

Le bassin versant 1 est équipé d'une noue assurant la gestion des volumes de ruissellement. Pour une pluie d'occurrence centennale, le volume théorique à gérer est de 162.90 m³. Toutefois, le volume dimensionnant est imposé par la méthode de PLU et s'élève à 218.22 m³. L'ouvrage en place permet de stocker 186.60 m³, couvrant le besoin de 218.22 m³, avec un temps de vidange complet estimé à 2.25 heures, soit 135 minutes.

3.3. Calcul du volume à stocker BV2

Le bassin versant n°2 s'étend sur une surface totale de 4767 m². Le dispositif de gestion des eaux pluviales retenu est une noue.

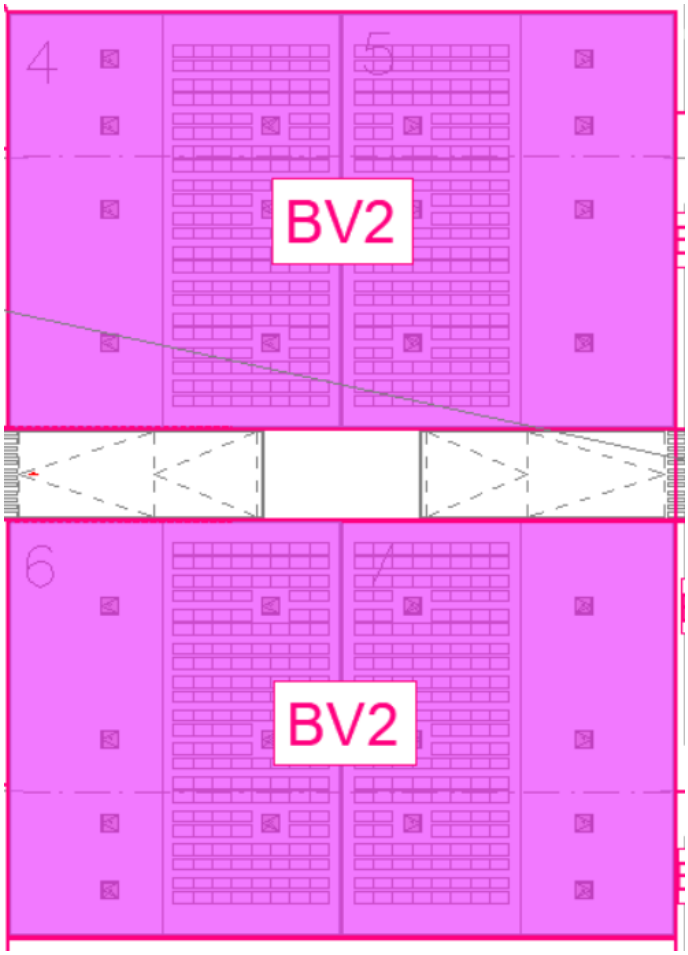


Figure 14 : Localisation du Bassin Versant n°2. Source : Arkham Ingénierie

Calcul du débit de fuite (Qf) et du volume sortant (Vs) :

Le débit de fuite est déterminé par l'infiltration :

Qf = 707 m² × 2.89e-05 m/s × 1 000 = 20.43 L/s (~ 0.020432 m³/s).

Ci-dessous le tableau des surfaces actives du bassin versant :

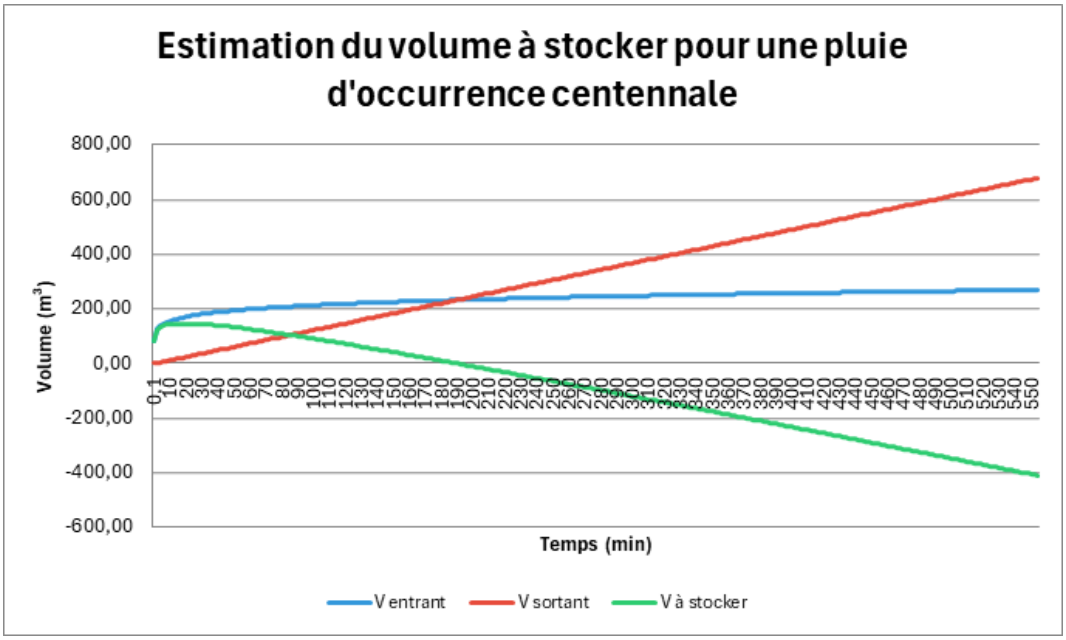
Type de surface	Coefficient de ruissellement	Superficie (m²)	Ca	Sa
Noues	0.20	707	0.88	4201.40
Espaces Verts pleine terre	0.20	0		
Espaces Verts sur dalle	0.40	0		
Toitures	1.00	4060		
Toitures végétalisées	0.70	0		
Toitures stockantes	0.70	0		
Voiries	0.90	0		
Revêtements perméables	0.70			

Figure 15 : Tableau des surfaces du Bassin Versant n°2. Source : Arkham Ingénierie

Calcul du volume à stocker (V)

***Le calcul du volume à stocker V sera effectué à l'aide de la méthode des pluies*.**

L'ensemble de ces hypothèses nous donne le graphique suivant :



Méthode des pluies	Montana	a	b	Qf (L/s/ha)	Qf (L/s)	t critique	V à stocker
	100 ans	23.382	0.834	0.00	20.43	22.26	**137.13 m³**

Figure 16 : Tableau résultats du Bassin Versant n°2. Source : Arkham Ingénierie

Le bassin versant 2 est équipé d'une noue assurant la gestion des volumes de ruissellement. Pour une pluie d'occurrence centennale, le volume théorique à gérer est de 137.13 m³. Toutefois, le volume dimensionnant est imposé par la méthode de PLU et s'élève à 180.54 m³. L'ouvrage en place permet de stocker 141.40 m³, couvrant le besoin de 180.54 m³, avec un temps de vidange complet estimé à 2.46 heures, soit 147 minutes.

3.4. Calcul du volume à stocker BV3

Le bassin versant n°3 s'étend sur une surface totale de 2312 m². Le dispositif de gestion des eaux pluviales retenu est une noue.



Figure 17 : Localisation du Bassin Versant n°3. Source : Arkham Ingénierie

Calcul du débit de fuite (Qf) et du volume sortant (Vs) :

Le débit de fuite est déterminé par l'infiltration :

Qf = 572 m² × 2.89e-05 m/s × 1 000 = 16.53 L/s (~ 0.016531 m³/s).

Ci-dessous le tableau des surfaces actives du bassin versant :

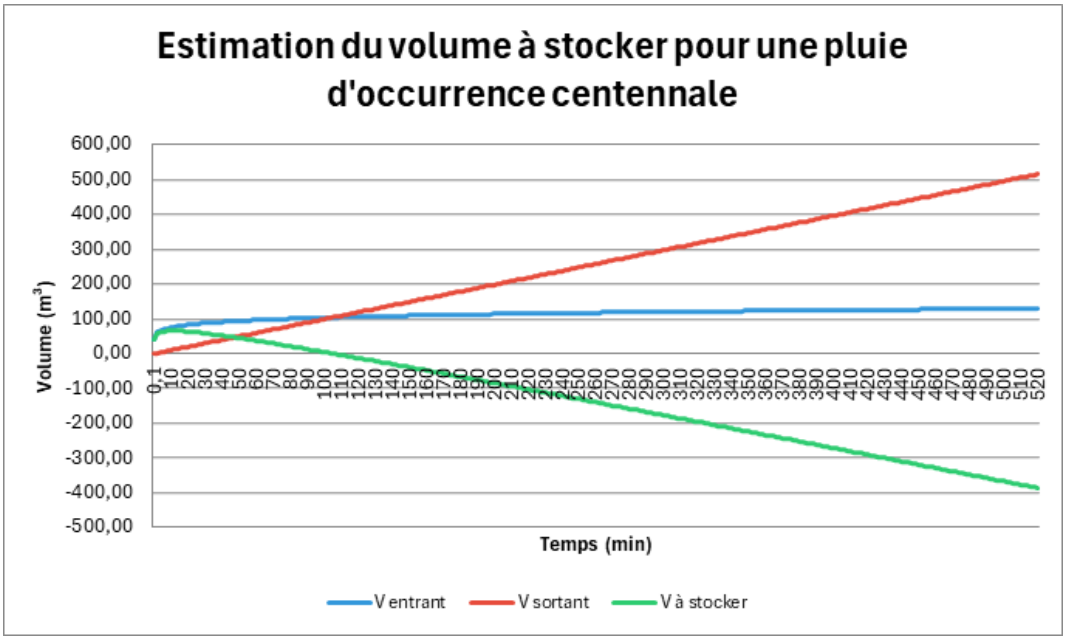
Type de surface	Coefficient de ruissellement	Superficie (m²)	Ca	Sa
Noues	0.20	572	0.80	1840.00
Espaces Verts pleine terre	0.20	0		
Espaces Verts sur dalle	0.40	0		
Toitures	1.00	1596		
Toitures végétalisées	0.70	0		
Toitures stockantes	0.70	0		
Voiries	0.90	144		
Revêtements perméables	0.70			

Figure 18 : Tableau des surfaces du Bassin Versant n°3. Source : Arkham Ingénierie

Calcul du volume à stocker (V)

***Le calcul du volume à stocker V sera effectué à l'aide de la méthode des pluies*.**

L'ensemble de ces hypothèses nous donne le graphique suivant :



Méthode des pluies	Montana	a	b	Qf (L/s/ha)	Qf (L/s)	t critique	V à stocker
	100 ans	23.382	0.834	0.00	16.53	10.67	**53.15 m³**

Figure 19 : Tableau résultats du Bassin Versant n°3. Source : Arkham Ingénierie

Le bassin versant 3 est équipé d'une noue assurant la gestion des volumes de ruissellement. Pour une pluie d'occurrence centennale, le volume théorique à gérer est de 53.15 m³. Toutefois, le volume dimensionnant est imposé par la méthode de PLU et s'élève à 79.02 m³. L'ouvrage en place permet de stocker 57.20 m³, couvrant le besoin de 79.02 m³, avec un temps de vidange complet estimé à 1.33 heures, soit 80 minutes.

3.5. Calcul du volume à stocker BV4

Le bassin versant n°4 s'étend sur une surface totale de 371 m². Le dispositif de gestion des eaux pluviales retenu est une noue.

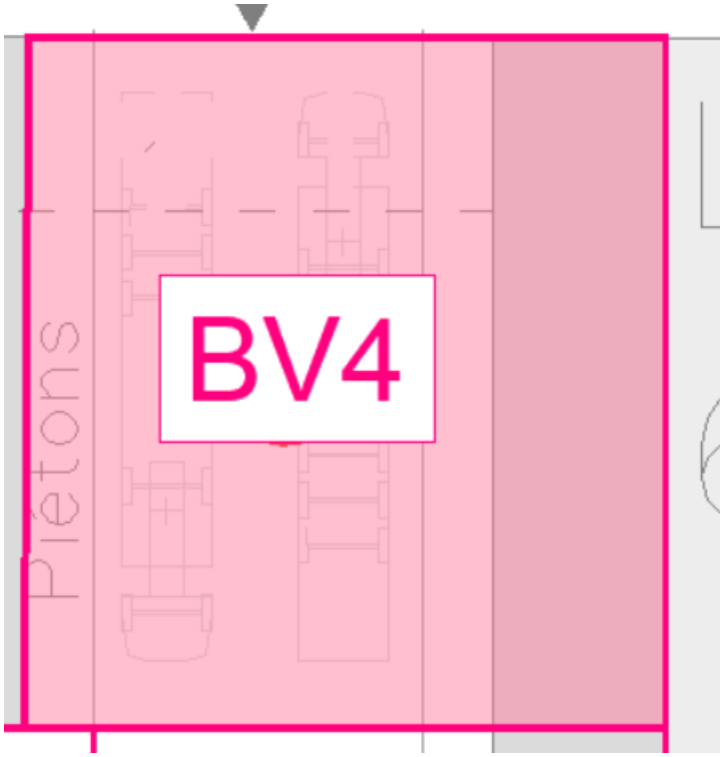


Figure 20 : Localisation du Bassin Versant n°4. Source : Arkham Ingénierie

Calcul du débit de fuite (Qf) et du volume sortant (Vs) :

Le débit de fuite est déterminé par l'infiltration :

Qf = 100 m² × 2.89e-05 m/s × 1 000 = 2.89 L/s (~ 0.002890 m³/s).

Ci-dessous le tableau des surfaces actives du bassin versant :

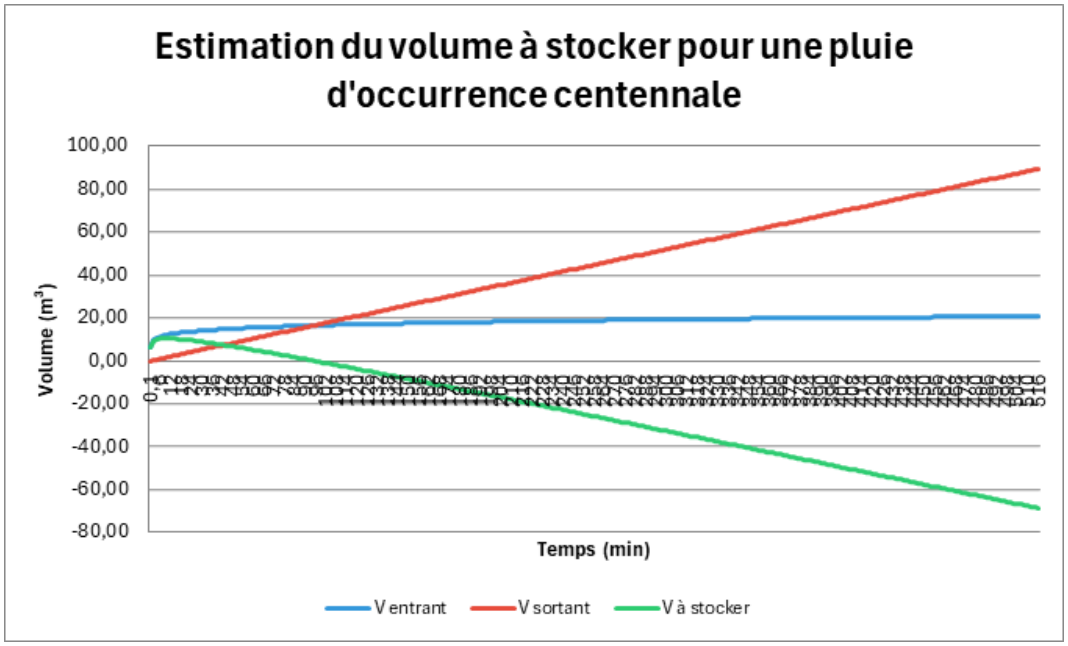
Type de surface	Coefficient de ruissellement	Superficie (m²)	Ca	Sa
Noues	0.20	100	0.71	263.90
Espaces Verts pleine terre	0.20	0		
Espaces Verts sur dalle	0.40	0		
Toitures	1.00	0		
Toitures végétalisées	0.70	0		
Toitures stockantes	0.70	0		
Voiries	0.90	271		
Revêtements perméables	0.70			

Figure 21 : Tableau des surfaces du Bassin Versant n°4. Source : Arkham Ingénierie

Calcul du volume à stocker (V)

***Le calcul du volume à stocker V sera effectué à l'aide de la méthode des pluies*.**

L'ensemble de ces hypothèses nous donne le graphique suivant :



Méthode des pluies	Montana	a	b	Qf (L/s/ha)	Qf (L/s)	t critique	V à stocker
	100 ans	23.382	0.834	0.00	2.89	8.41	**7.33 m³**

Figure 22 : Tableau résultats du Bassin Versant n°4. Source : Arkham Ingénierie

Le bassin versant 4 est équipé d'une noue assurant la gestion des volumes de ruissellement. Pour une pluie d'occurrence centennale, le volume théorique à gérer est de 7.33 m³. Toutefois, le volume dimensionnant est imposé par la méthode de PLU et s'élève à 11.33 m³. L'ouvrage en place permet de stocker 10.00 m³, couvrant le besoin de 11.33 m³, avec un temps de vidange complet estimé à 1.09 heures, soit 65 minutes.

3.6. Calcul du volume à stocker BV5

Le bassin versant n°5 s'étend sur une surface totale de 154 m². Le dispositif de gestion des eaux pluviales retenu est une noue.

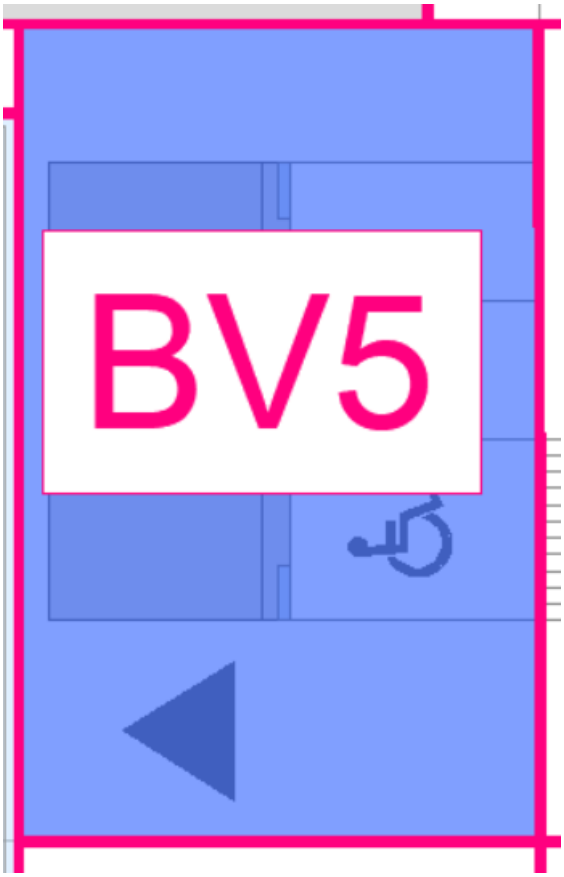


Figure 23 : Localisation du Bassin Versant n°5. Source : Arkham Ingénierie

Calcul du débit de fuite (Qf) et du volume sortant (Vs) :

Le débit de fuite est déterminé par l'infiltration :

Qf = 25 m² × 2.89e-05 m/s × 1 000 = 0.72 L/s (~ 0.000723 m³/s).

Ci-dessous le tableau des surfaces actives du bassin versant :

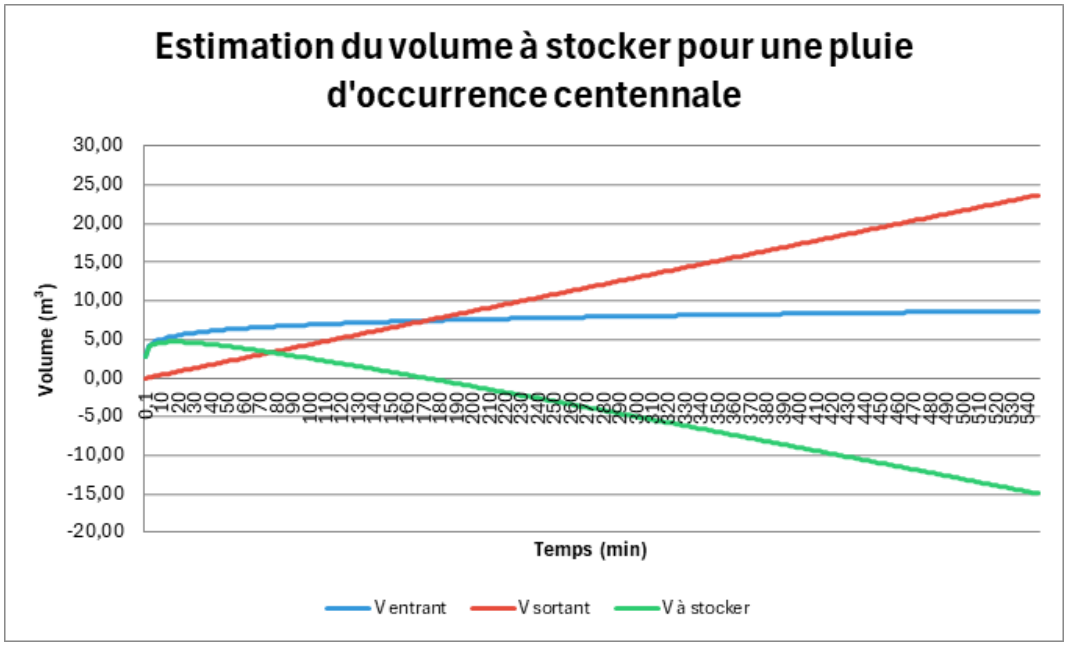
Type de surface	Coefficient de ruissellement	Superficie (m²)	Ca	Sa
Noues	0.20	25	0.79	121.10
Espaces Verts pleine terre	0.20	0		
Espaces Verts sur dalle	0.40	0		
Toitures	1.00	0		
Toitures végétalisées	0.70	0		
Toitures stockantes	0.70	0		
Voiries	0.90	129		
Revêtements perméables	0.70			

Figure 24 : Tableau des surfaces du Bassin Versant n°5. Source : Arkham Ingénierie

Calcul du volume à stocker (V)

***Le calcul du volume à stocker V sera effectué à l'aide de la méthode des pluies*.**

L'ensemble de ces hypothèses nous donne le graphique suivant :



Méthode des pluies	Montana	a	b	Qf (L/s/ha)	Qf (L/s)	t critique	V à stocker
	100 ans	23.382	0.834	0.00	0.72	17.43	**3.80 m³**

Figure 25 : Tableau résultats du Bassin Versant n°5. Source : Arkham Ingénierie

Le bassin versant 5 est équipé d'une noue assurant la gestion des volumes de ruissellement. Pour une pluie d'occurrence centennale, le volume théorique à gérer est de 3.80 m³. Toutefois, le volume dimensionnant est imposé par la méthode de PLU et s'élève à 5.20 m³. L'ouvrage en place permet de stocker 5.00 m³, couvrant le besoin de 5.20 m³, avec un temps de vidange complet estimé à 2.00 heures, soit 120 minutes.

3.7. Calcul du volume à stocker BV6

Le bassin versant n°6 s'étend sur une surface totale de 120 m². Le dispositif de gestion des eaux pluviales retenu est une noue.

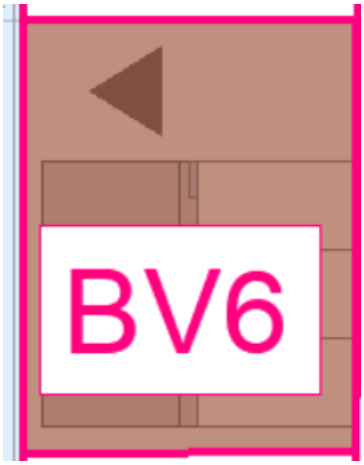


Figure 26 : Localisation du Bassin Versant n°6. Source : Arkham Ingénierie

Calcul du débit de fuite (Qf) et du volume sortant (Vs) :

Le débit de fuite est déterminé par l'infiltration :

Qf = 22 m² × 2.89e-05 m/s × 1 000 = 0.64 L/s (~ 0.000636 m³/s).

Ci-dessous le tableau des surfaces actives du bassin versant :

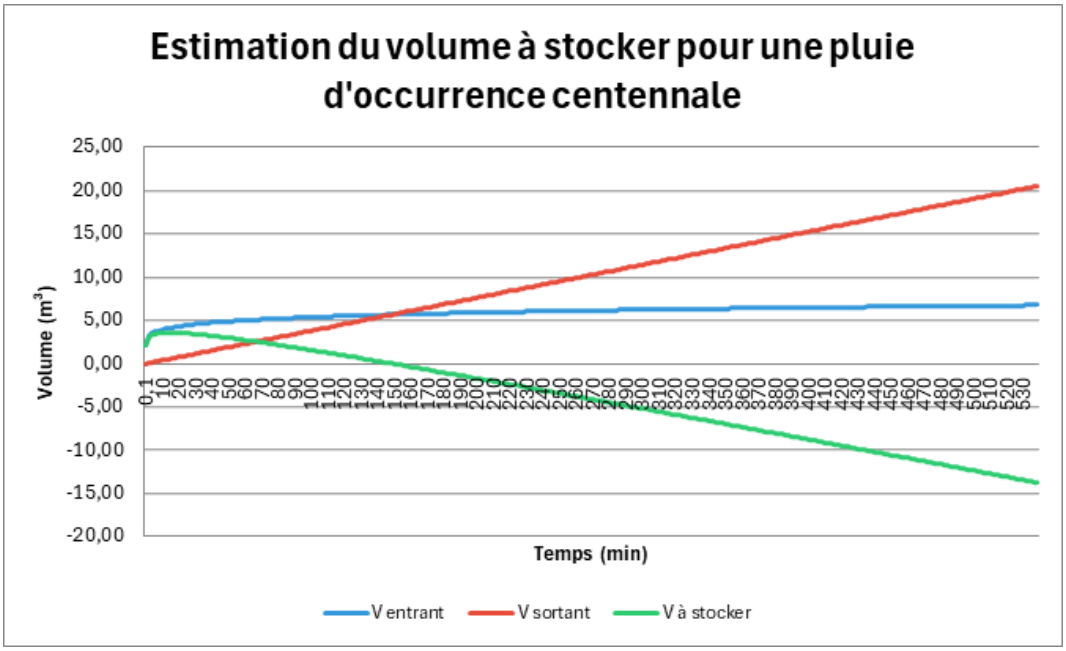
Type de surface	Coefficient de ruissellement	Superficie (m²)	Ca	Sa
Noues	0.20	22	0.77	92.60
Espaces Verts pleine terre	0.20	0		
Espaces Verts sur dalle	0.40	0		
Toitures	1.00	0		
Toitures végétalisées	0.70	0		
Toitures stockantes	0.70	0		
Voiries	0.90	98		
Revêtements perméables	0.70			

Figure 27 : Tableau des surfaces du Bassin Versant n°6. Source : Arkham Ingénierie

Calcul du volume à stocker (V)

***Le calcul du volume à stocker V sera effectué à l'aide de la méthode des pluies*.**

L'ensemble de ces hypothèses nous donne le graphique suivant :



Méthode des pluies	Montana	a	b	Qf (L/s/ha)	Qf (L/s)	t critique	V à stocker
	100 ans	23.382	0.834	0.00	0.64	14.72	**2.82 m³**

Figure 28 : Tableau résultats du Bassin Versant n°6. Source : Arkham Ingénierie

Le bassin versant 6 est équipé d'une noue assurant la gestion des volumes de ruissellement. Pour une pluie d'occurrence centennale, le volume théorique à gérer est de 2.82 m³. Toutefois, le volume dimensionnant est imposé par la méthode de PLU et s'élève à 3.98 m³. L'ouvrage en place permet de stocker 3.30 m³, couvrant le besoin de 3.98 m³, avec un temps de vidange complet estimé à 1.74 heures, soit 104 minutes.

3.8. Calcul du volume à stocker BV7

Le bassin versant n°7 s'étend sur une surface totale de 172 m². Le dispositif de gestion des eaux pluviales retenu est une noue.

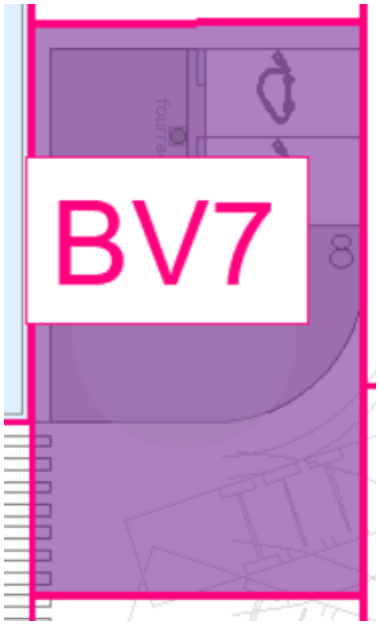


Figure 29 : Localisation du Bassin Versant n°7. Source : Arkham Ingénierie

Calcul du débit de fuite (Qf) et du volume sortant (Vs) :

Le débit de fuite est déterminé par l'infiltration :

Qf = 59 m² × 2.89e-05 m/s × 1 000 = 1.71 L/s (~ 0.001705 m³/s).

Ci-dessous le tableau des surfaces actives du bassin versant :

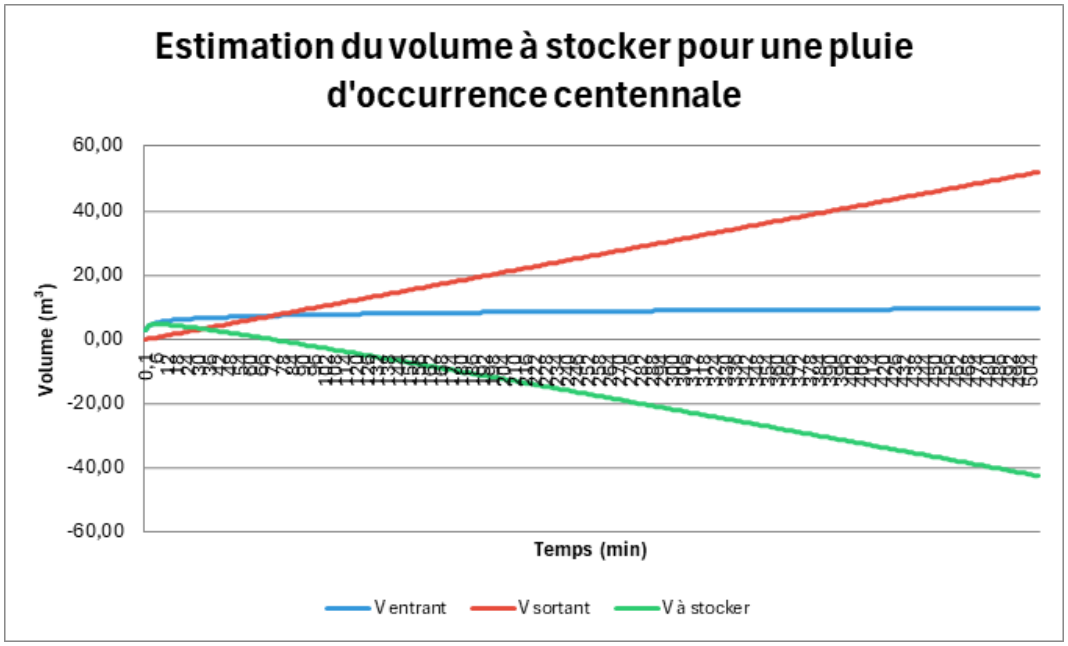
Type de surface	Coefficient de ruissellement	Superficie (m²)	Ca	Sa
Noues	0.20	59	0.66	113.50
Espaces Verts pleine terre	0.20	0		
Espaces Verts sur dalle	0.40	0		
Toitures	1.00	0		
Toitures végétalisées	0.70	0		
Toitures stockantes	0.70	0		
Voiries	0.90	113		
Revêtements perméables	0.70			

Figure 30 : Tableau des surfaces du Bassin Versant n°7. Source : Arkham Ingénierie

Calcul du volume à stocker (V)

***Le calcul du volume à stocker V sera effectué à l'aide de la méthode des pluies*.**

L'ensemble de ces hypothèses nous donne le graphique suivant :



Méthode des pluies	Montana	a	b	Qf (L/s/ha)	Qf (L/s)	t critique	V à stocker
	100 ans	23.382	0.834	0.00	1.71	5.76	**2.96 m³**

Figure 31 : Tableau résultats du Bassin Versant n°7. Source : Arkham Ingénierie

Le bassin versant 7 est équipé d'une noue assurant la gestion des volumes de ruissellement. Pour une pluie d'occurrence centennale, le volume théorique à gérer est de 2.96 m³. Toutefois, le volume dimensionnant est imposé par la méthode de PLU et s'élève à 4.87 m³. L'ouvrage en place permet de stocker 5.90 m³, couvrant le besoin de 4.87 m³, avec un temps de vidange complet estimé à 0.80 heures, soit 48 minutes.

3.9. Calcul du volume à stocker BV8

Le bassin versant n°8 s'étend sur une surface totale de 243 m². Le dispositif de gestion des eaux pluviales retenu est une noue.

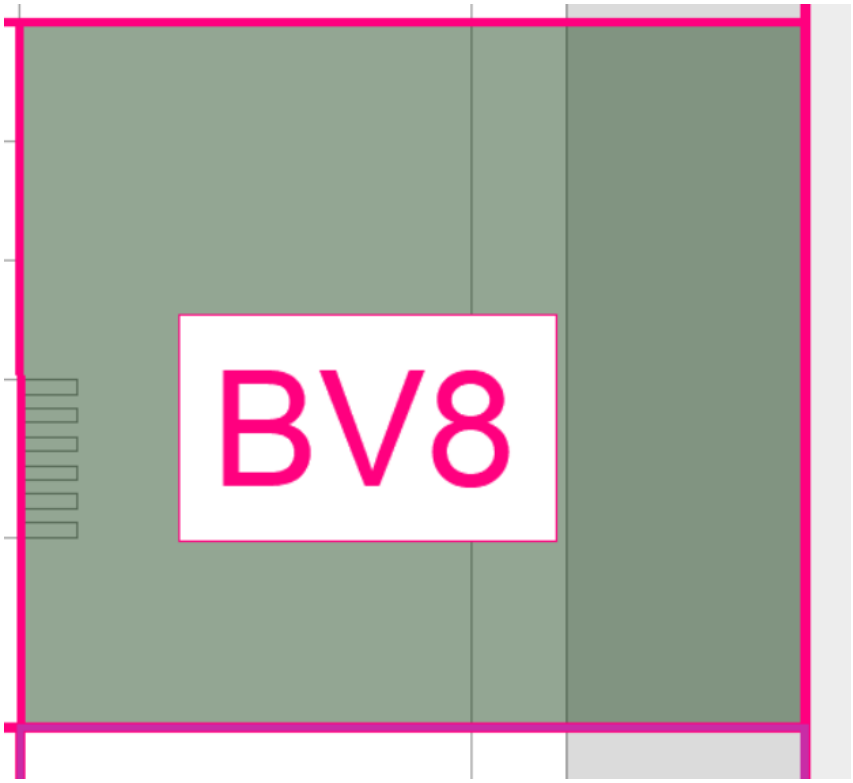


Figure 32 : Localisation du Bassin Versant n°8. Source : Arkham Ingénierie

Calcul du débit de fuite (Qf) et du volume sortant (Vs) :

Le débit de fuite est déterminé par l'infiltration :

Qf = 74 m² × 2.89e-05 m/s × 1 000 = 2.14 L/s (~ 0.002139 m³/s).

Ci-dessous le tableau des surfaces actives du bassin versant :

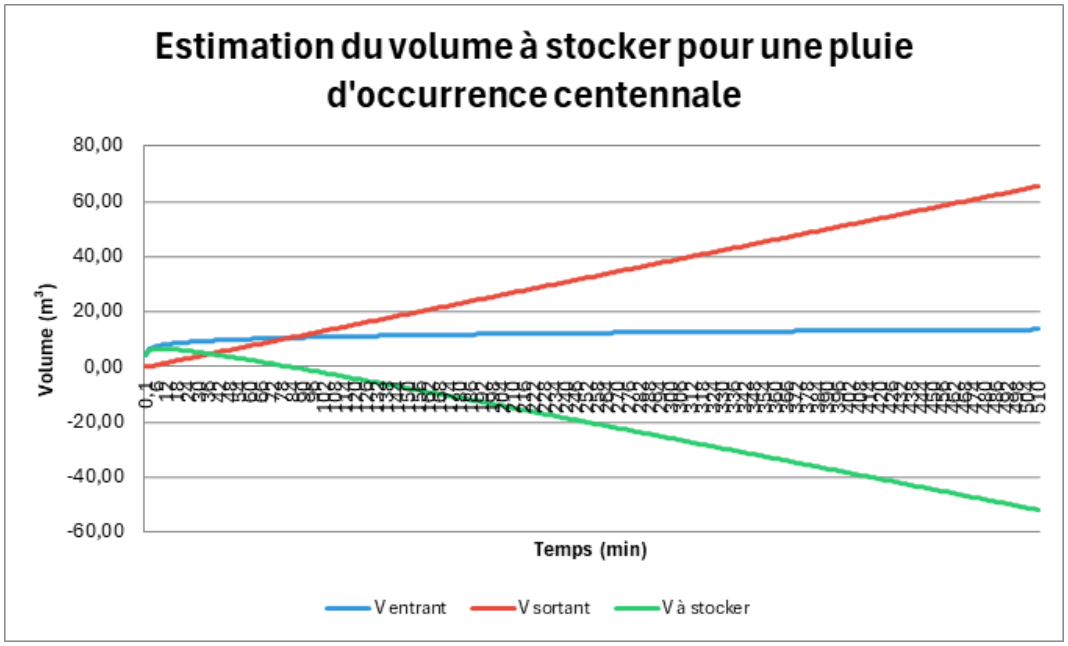
Type de surface	Coefficient de ruissellement	Superficie (m²)	Ca	Sa
Noues	0.20	74	0.69	166.90
Espaces Verts pleine terre	0.20	0		
Espaces Verts sur dalle	0.40	0		
Toitures	1.00	0		
Toitures végétalisées	0.70	0		
Toitures stockantes	0.70	0		
Voiries	0.90	169		
Revêtements perméables	0.70			

Figure 33 : Tableau des surfaces du Bassin Versant n°8. Source : Arkham Ingénierie

Calcul du volume à stocker (V)

***Le calcul du volume à stocker V sera effectué à l'aide de la méthode des pluies*.**

L'ensemble de ces hypothèses nous donne le graphique suivant :



Méthode des pluies	Montana	a	b	Qf (L/s/ha)	Qf (L/s)	t critique	V à stocker
	100 ans	23.382	0.834	0.00	2.14	6.97	**4.49 m³**

Figure 34 : Tableau résultats du Bassin Versant n°8. Source : Arkham Ingénierie

Le bassin versant 8 est équipé d'une noue assurant la gestion des volumes de ruissellement. Pour une pluie d'occurrence centennale, le volume théorique à gérer est de 4.49 m³. Toutefois, le volume dimensionnant est imposé par la méthode de PLU et s'élève à 7.16 m³. L'ouvrage en place permet de stocker 7.40 m³, couvrant le besoin de 7.16 m³, avec un temps de vidange complet estimé à 0.93 heures, soit 56 minutes.

3.10. Calcul du volume à stocker BV9

Le bassin versant n°9 s'étend sur une surface totale de 190 m². Le dispositif de gestion des eaux pluviales retenu est une noue.

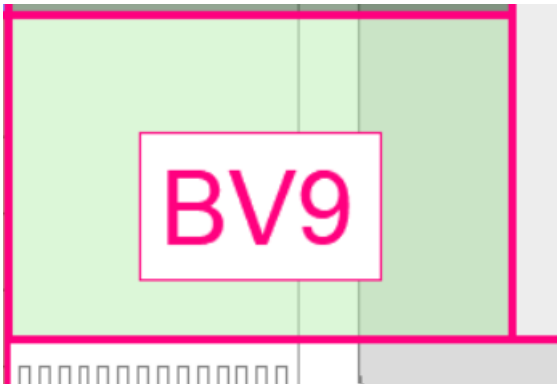


Figure 35 : Localisation du Bassin Versant n°9. Source : Arkham Ingénierie

Calcul du débit de fuite (Qf) et du volume sortant (Vs) :

Le débit de fuite est déterminé par l'infiltration :

Qf = 57 m² × 2.89e-05 m/s × 1 000 = 1.65 L/s (~ 0.001647 m³/s).

Ci-dessous le tableau des surfaces actives du bassin versant :

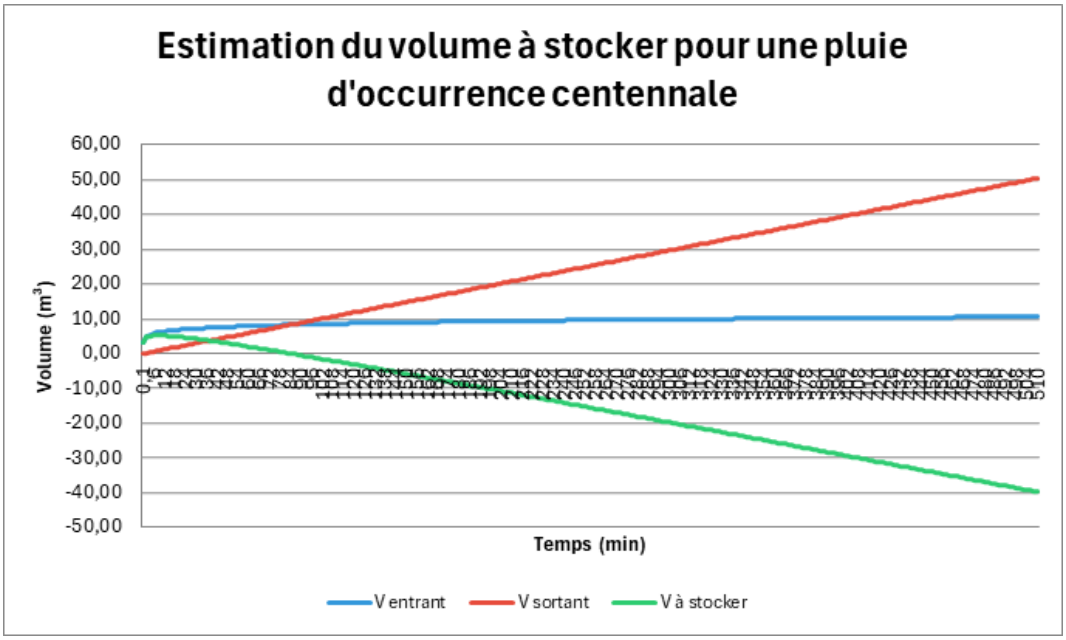
Type de surface	Coefficient de ruissellement	Superficie (m²)	Ca	Sa
Noues	0.20	57	0.69	131.10
Espaces Verts pleine terre	0.20	0		
Espaces Verts sur dalle	0.40	0		
Toitures	1.00	0		
Toitures végétalisées	0.70	0		
Toitures stockantes	0.70	0		
Voiries	0.90	133		
Revêtements perméables	0.70			

Figure 36 : Tableau des surfaces du Bassin Versant n°9. Source : Arkham Ingénierie

Calcul du volume à stocker (V)

***Le calcul du volume à stocker V sera effectué à l'aide de la méthode des pluies*.**

L'ensemble de ces hypothèses nous donne le graphique suivant :



Méthode des pluies	Montana	a	b	Qf (L/s/ha)	Qf (L/s)	t critique	V à stocker
	100 ans	23.382	0.834	0.00	1.65	7.13	**3.54 m³**

Figure 37 : Tableau résultats du Bassin Versant n°9. Source : Arkham Ingénierie

Le bassin versant 9 est équipé d'une noue assurant la gestion des volumes de ruissellement. Pour une pluie d'occurrence centennale, le volume théorique à gérer est de 3.54 m³. Toutefois, le volume dimensionnant est imposé par la méthode de PLU et s'élève à 5.63 m³. L'ouvrage en place permet de stocker 5.70 m³, couvrant le besoin de 5.63 m³, avec un temps de vidange complet estimé à 0.95 heures, soit 57 minutes.

3.11. Calcul du volume à stocker BV10

Le bassin versant n°10 s'étend sur une surface totale de 291 m². Le dispositif de gestion des eaux pluviales retenu est une noue.

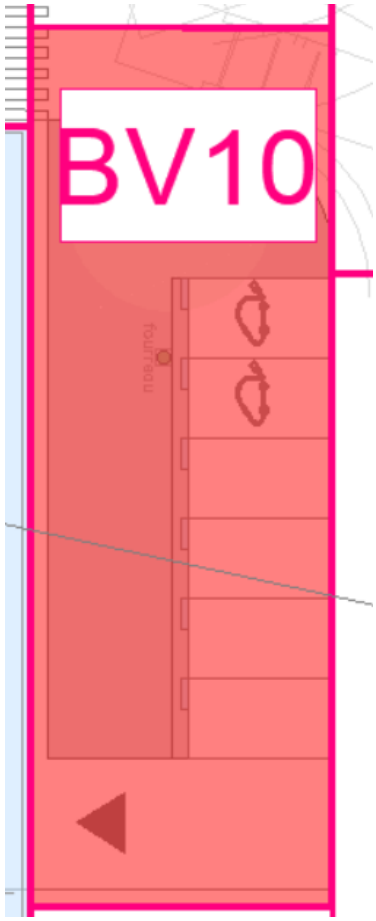


Figure 38 : Localisation du Bassin Versant n°10. Source : Arkham Ingénierie

Calcul du débit de fuite (Qf) et du volume sortant (Vs) :

Le débit de fuite est déterminé par l'infiltration :

Qf = 80 m² × 2.89e-05 m/s × 1 000 = 2.31 L/s (~ 0.002312 m³/s).

Ci-dessous le tableau des surfaces actives du bassin versant :

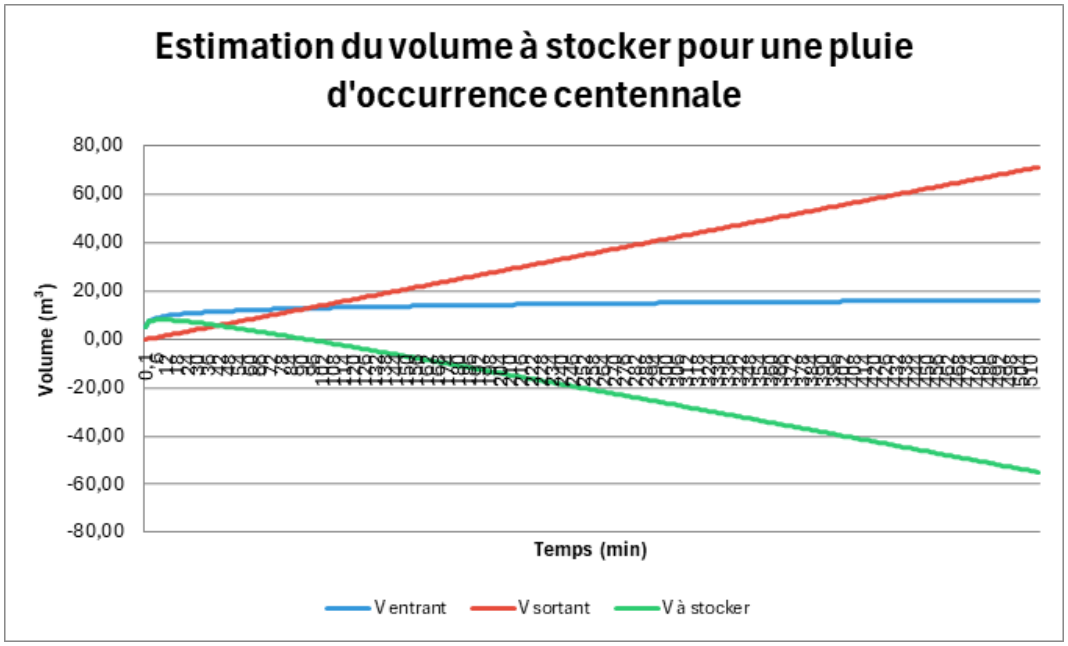
Type de surface	Coefficient de ruissellement	Superficie (m²)	Ca	Sa
Noues	0.20	80	0.71	205.90
Espaces Verts pleine terre	0.20	0		
Espaces Verts sur dalle	0.40	0		
Toitures	1.00	0		
Toitures végétalisées	0.70	0		
Toitures stockantes	0.70	0		
Voiries	0.90	211		
Revêtements perméables	0.70			

Figure 39 : Tableau des surfaces du Bassin Versant n°10. Source : Arkham Ingénierie

Calcul du volume à stocker (V)

***Le calcul du volume à stocker V sera effectué à l'aide de la méthode des pluies*.**

L'ensemble de ces hypothèses nous donne le graphique suivant :



Méthode des pluies	Montana	a	b	Qf (L/s/ha)	Qf (L/s)	t critique	V à stocker
	100 ans	23.382	0.834	0.00	2.31	8.16	**5.69 m³**

Figure 40 : Tableau résultats du Bassin Versant n°10. Source : Arkham Ingénierie

Le bassin versant 10 est équipé d'une noue assurant la gestion des volumes de ruissellement. Pour une pluie d'occurrence centennale, le volume théorique à gérer est de 5.69 m³. Toutefois, le volume dimensionnant est imposé par la méthode de PLU et s'élève à 8.84 m³. L'ouvrage en place permet de stocker 8.00 m³, couvrant le besoin de 8.84 m³, avec un temps de vidange complet estimé à 1.06 heures, soit 64 minutes.

3.12. Calcul du volume à stocker BV11

Le bassin versant n°11 s'étend sur une surface totale de 251 m². Le dispositif de gestion des eaux pluviales retenu est une noue.



Figure 41 : Localisation du Bassin Versant n°11. Source : Arkham Ingénierie

Calcul du débit de fuite (Qf) et du volume sortant (Vs) :

Le débit de fuite est déterminé par l'infiltration :

Qf = 47 m² × 2.89e-05 m/s × 1 000 = 1.36 L/s (~ 0.001358 m³/s).

Ci-dessous le tableau des surfaces actives du bassin versant :

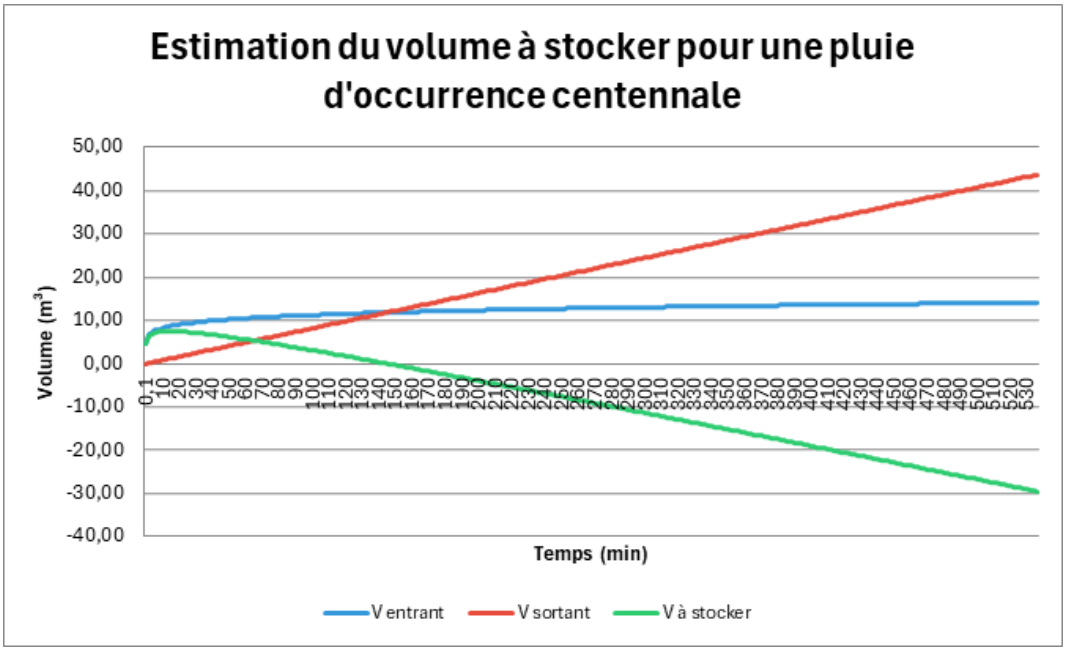
Type de surface	Coefficient de ruissellement	Superficie (m²)	Ca	Sa
Noues	0.20	47	0.77	193.00
Espaces Verts pleine terre	0.20	0		
Espaces Verts sur dalle	0.40	0		
Toitures	1.00	0		
Toitures végétalisées	0.70	0		
Toitures stockantes	0.70	0		
Voiries	0.90	204		
Revêtements perméables	0.70			

Figure 42 : Tableau des surfaces du Bassin Versant n°11. Source : Arkham Ingénierie

Calcul du volume à stocker (V)

***Le calcul du volume à stocker V sera effectué à l'aide de la méthode des pluies*.**

L'ensemble de ces hypothèses nous donne le graphique suivant :



Méthode des pluies	Montana	a	b	Qf (L/s/ha)	Qf (L/s)	t critique	V à stocker
	100 ans	23.382	0.834	0.00	1.36	14.29	**5.85 m³**

Figure 43 : Tableau résultats du Bassin Versant n°11. Source : Arkham Ingénierie

Le bassin versant 11 est équipé d'une noue assurant la gestion des volumes de ruissellement. Pour une pluie d'occurrence centennale, le volume théorique à gérer est de 5.85 m³. Toutefois, le volume dimensionnant est imposé par la méthode de PLU et s'élève à 8.29 m³. L'ouvrage en place permet de stocker 7.05 m³, couvrant le besoin de 8.29 m³, avec un temps de vidange complet estimé à 1.70 heures, soit 102 minutes.

3.13. Calcul du volume à stocker BV12

Le bassin versant n°12 s'étend sur une surface totale de 3973 m². Le dispositif de gestion des eaux pluviales retenu est une noue.

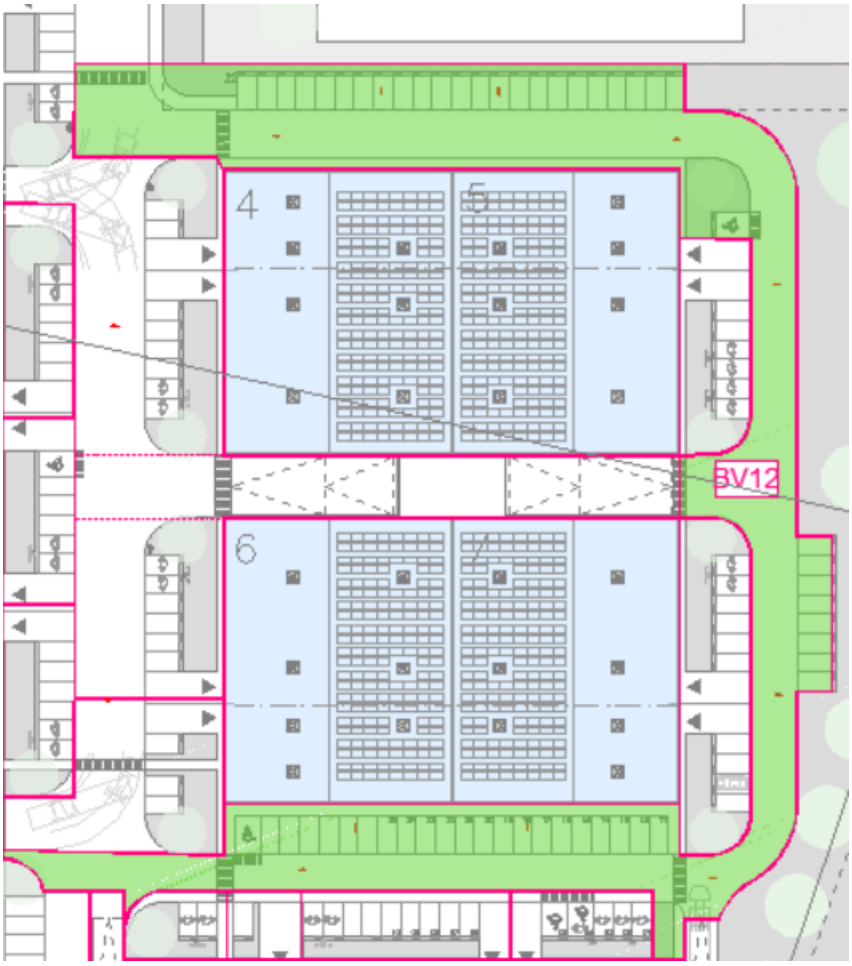


Figure 44 : Localisation du Bassin Versant n°12. Source : Arkham Ingénierie

Calcul du débit de fuite (Qf) et du volume sortant (Vs) :

Le débit de fuite est déterminé par l'infiltration :

Qf = 1072 m² × 2.89e-05 m/s × 1 000 = 30.98 L/s (~ 0.030981 m³/s).

Ci-dessous le tableau des surfaces actives du bassin versant :

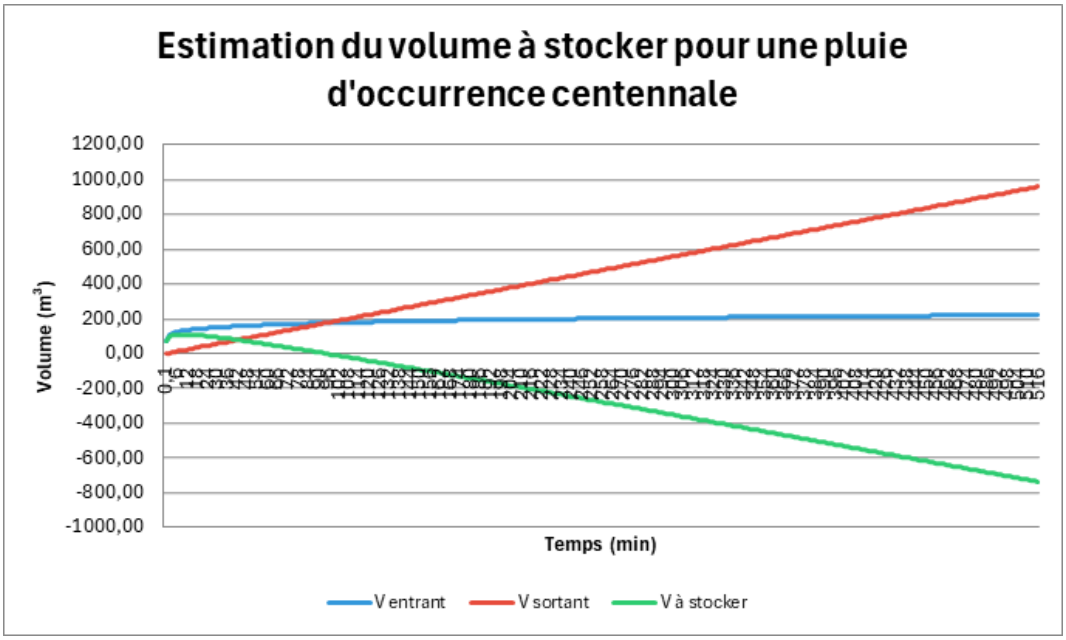
Type de surface	Coefficient de ruissellement	Superficie (m²)	Ca	Sa
Noues	0.20	1072	0.71	2825.30
Espaces Verts pleine terre	0.20	0		
Espaces Verts sur dalle	0.40	0		
Toitures	1.00	0		
Toitures végétalisées	0.70	0		
Toitures stockantes	0.70	0		
Voiries	0.90	2901		
Revêtements perméables	0.70			

Figure 45 : Tableau des surfaces du Bassin Versant n°12. Source : Arkham Ingénierie

Calcul du volume à stocker (V)

***Le calcul du volume à stocker V sera effectué à l'aide de la méthode des pluies*.**

L'ensemble de ces hypothèses nous donne le graphique suivant :



Méthode des pluies	Montana	a	b	Qf (L/s/ha)	Qf (L/s)	t critique	V à stocker
	100 ans	23.382	0.834	0.00	30.98	8.40	**78.44 m³**

Figure 46 : Tableau résultats du Bassin Versant n°12. Source : Arkham Ingénierie

Le bassin versant 12 est équipé d'une noue assurant la gestion des volumes de ruissellement. Pour une pluie d'occurrence centennale, le volume théorique à gérer est de 78.44 m³. Toutefois, le volume dimensionnant est imposé par la méthode de PLU et s'élève à 121.30 m³. L'ouvrage en place permet de stocker 107.20 m³, couvrant le besoin de 121.30 m³, avec un temps de vidange complet estimé à 1.09 heures, soit 65 minutes.

3.14. Calcul du volume à stocker BV13

Le bassin versant n°13 s'étend sur une surface totale de 252 m². Le dispositif de gestion des eaux pluviales retenu est une noue.

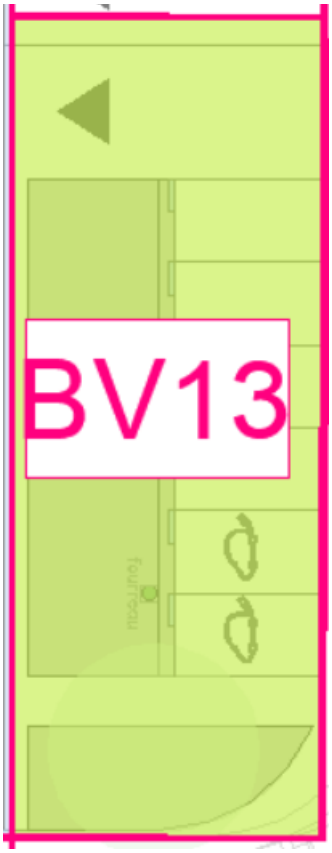


Figure 47 : Localisation du Bassin Versant n°13. Source : Arkham Ingénierie

Calcul du débit de fuite (Qf) et du volume sortant (Vs) :

Le débit de fuite est déterminé par l'infiltration :

Qf = 45 m² × 2.89e-05 m/s × 1 000 = 1.30 L/s (~ 0.001301 m³/s).

Ci-dessous le tableau des surfaces actives du bassin versant :

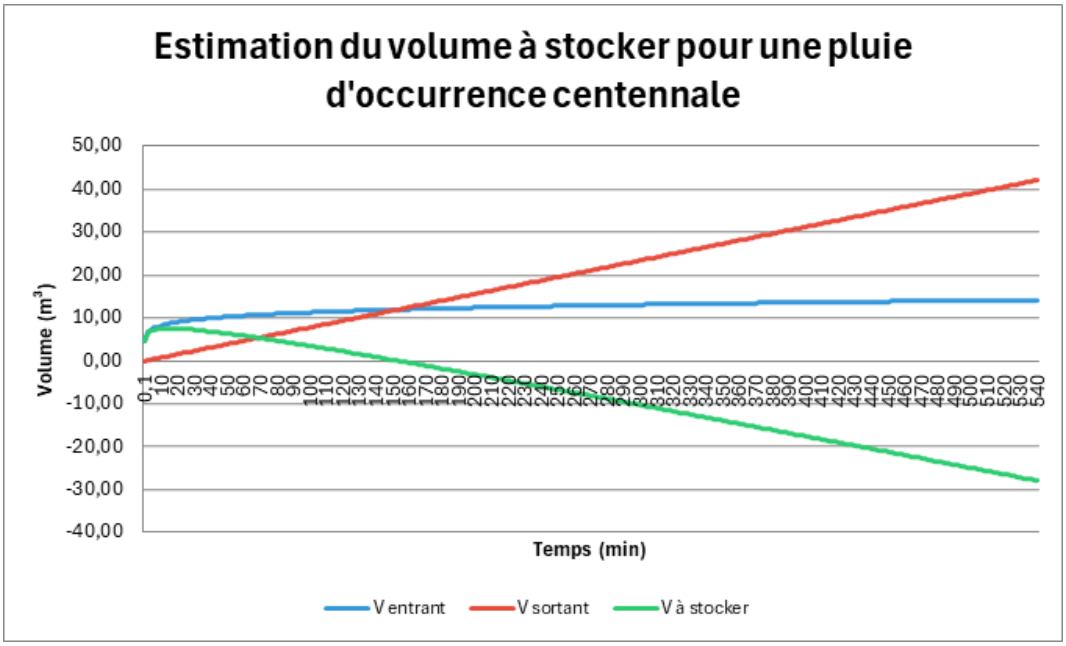
Type de surface	Coefficient de ruissellement	Superficie (m²)	Ca	Sa
Noues	0.20	45	0.78	195.30
Espaces Verts pleine terre	0.20	0		
Espaces Verts sur dalle	0.40	0		
Toitures	1.00	0		
Toitures végétalisées	0.70	0		
Toitures stockantes	0.70	0		
Voiries	0.90	207		
Revêtements perméables	0.70			

Figure 48 : Tableau des surfaces du Bassin Versant n°13. Source : Arkham Ingénierie

Calcul du volume à stocker (V)

***Le calcul du volume à stocker V sera effectué à l'aide de la méthode des pluies*.**

L'ensemble de ces hypothèses nous donne le graphique suivant :



Méthode des pluies	Montana	a	b	Qf (L/s/ha)	Qf (L/s)	t critique	V à stocker
	100 ans	23.382	0.834	0.00	1.30	15.27	**5.99 m³**

Figure 49 : Tableau résultats du Bassin Versant n°13. Source : Arkham Ingénierie

Le bassin versant 13 est équipé d'une noue assurant la gestion des volumes de ruissellement. Pour une pluie d'occurrence centennale, le volume théorique à gérer est de 5.99 m³. Toutefois, le volume dimensionnant est imposé par la méthode de PLU et s'élève à 8.39 m³. L'ouvrage en place permet de stocker 6.75 m³, couvrant le besoin de 8.39 m³, avec un temps de vidange complet estimé à 1.79 heures, soit 108 minutes.

3.15. Calcul du volume à stocker BV14

Le bassin versant n°14 s'étend sur une surface totale de 278 m². Le dispositif de gestion des eaux pluviales retenu est une noue.

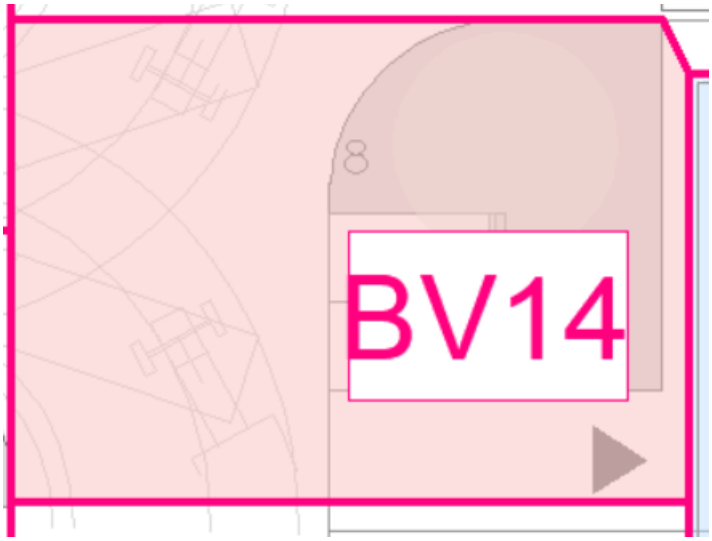


Figure 50 : Localisation du Bassin Versant n°14. Source : Arkham Ingénierie

Calcul du débit de fuite (Qf) et du volume sortant (Vs) :

Le débit de fuite est déterminé par l'infiltration :

Qf = 55 m² × 2.89e-05 m/s × 1 000 = 1.59 L/s (~ 0.001589 m³/s).

Ci-dessous le tableau des surfaces actives du bassin versant :

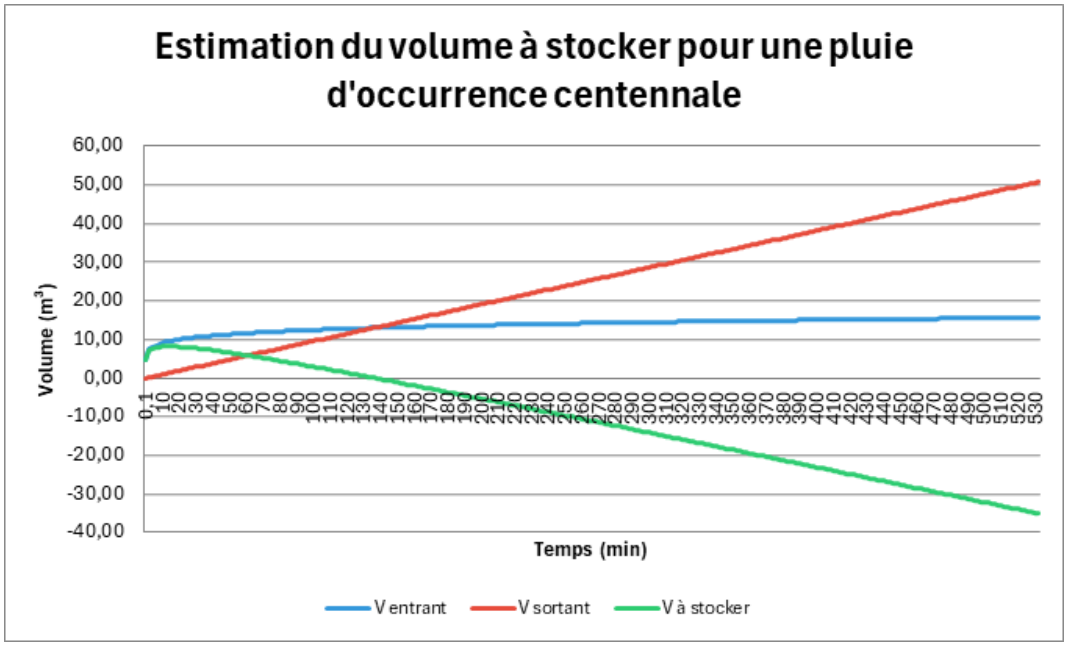
Type de surface	Coefficient de ruissellement	Superficie (m²)	Ca	Sa
Noues	0.20	55	0.76	211.70
Espaces Verts pleine terre	0.20	0		
Espaces Verts sur dalle	0.40	0		
Toitures	1.00	0		
Toitures végétalisées	0.70	0		
Toitures stockantes	0.70	0		
Voiries	0.90	223		
Revêtements perméables	0.70			

Figure 51 : Tableau des surfaces du Bassin Versant n°14. Source : Arkham Ingénierie

Calcul du volume à stocker (V)

***Le calcul du volume à stocker V sera effectué à l'aide de la méthode des pluies*.**

L'ensemble de ces hypothèses nous donne le graphique suivant :



Méthode des pluies	Montana	a	b	Qf (L/s/ha)	Qf (L/s)	t critique	V à stocker
	100 ans	23.382	0.834	0.00	1.59	13.23	**6.34 m³**

Figure 52 : Tableau résultats du Bassin Versant n°14. Source : Arkham Ingénierie

Le bassin versant 14 est équipé d'une noue assurant la gestion des volumes de ruissellement. Pour une pluie d'occurrence centennale, le volume théorique à gérer est de 6.34 m³. Toutefois, le volume dimensionnant est imposé par la méthode de PLU et s'élève à 9.09 m³. L'ouvrage en place permet de stocker 8.25 m³, couvrant le besoin de 9.09 m³, avec un temps de vidange complet estimé à 1.59 heures, soit 95 minutes.

3.16. Calcul du volume à stocker BV15

Le bassin versant n°15 s'étend sur une surface totale de 498 m². Le dispositif de gestion des eaux pluviales retenu est une noue.

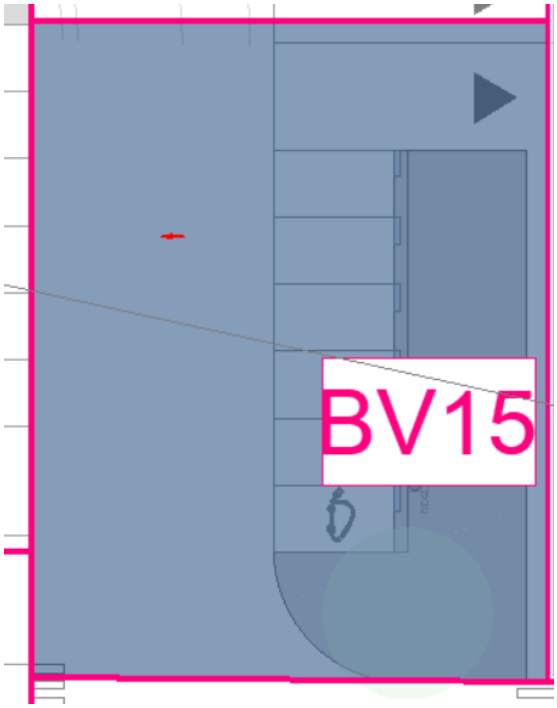


Figure 53 : Localisation du Bassin Versant n°15. Source : Arkham Ingénierie

Calcul du débit de fuite (Qf) et du volume sortant (Vs) :

Le débit de fuite est déterminé par l'infiltration :

Qf = 98 m² × 2.89e-05 m/s × 1 000 = 2.83 L/s (~ 0.002832 m³/s).

Ci-dessous le tableau des surfaces actives du bassin versant :

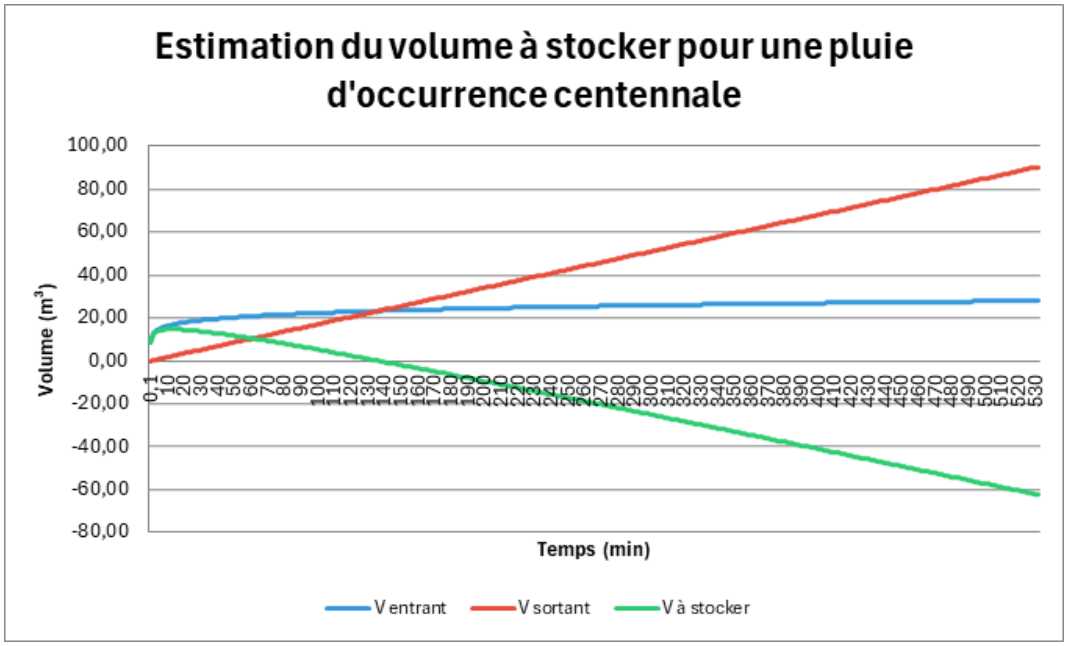
Type de surface	Coefficient de ruissellement	Superficie (m²)	Ca	Sa
Noues	0.20	98	0.76	379.60
Espaces Verts pleine terre	0.20	0		
Espaces Verts sur dalle	0.40	0		
Toitures	1.00	0		
Toitures végétalisées	0.70	0		
Toitures stockantes	0.70	0		
Voiries	0.90	400		
Revêtements perméables	0.70			

Figure 54 : Tableau des surfaces du Bassin Versant n°15. Source : Arkham Ingénierie

Calcul du volume à stocker (V)

***Le calcul du volume à stocker V sera effectué à l'aide de la méthode des pluies*.**

L'ensemble de ces hypothèses nous donne le graphique suivant :



Méthode des pluies	Montana	a	b	Qf (L/s/ha)	Qf (L/s)	t critique	V à stocker
	100 ans	23.382	0.834	0.00	2.83	13.33	**11.38 m³**

Figure 55 : Tableau résultats du Bassin Versant n°15. Source : Arkham Ingénierie

Le bassin versant 15 est équipé d'une noue assurant la gestion des volumes de ruissellement. Pour une pluie d'occurrence centennale, le volume théorique à gérer est de 11.38 m³. Toutefois, le volume dimensionnant est imposé par la méthode de PLU et s'élève à 16.31 m³. L'ouvrage en place permet de stocker 14.70 m³, couvrant le besoin de 16.31 m³, avec un temps de vidange complet estimé à 1.60 heures, soit 96 minutes.

3.17. Calcul du volume à stocker BV16

Le bassin versant n°16 s'étend sur une surface totale de 495 m². Le dispositif de gestion des eaux pluviales retenu est une noue.

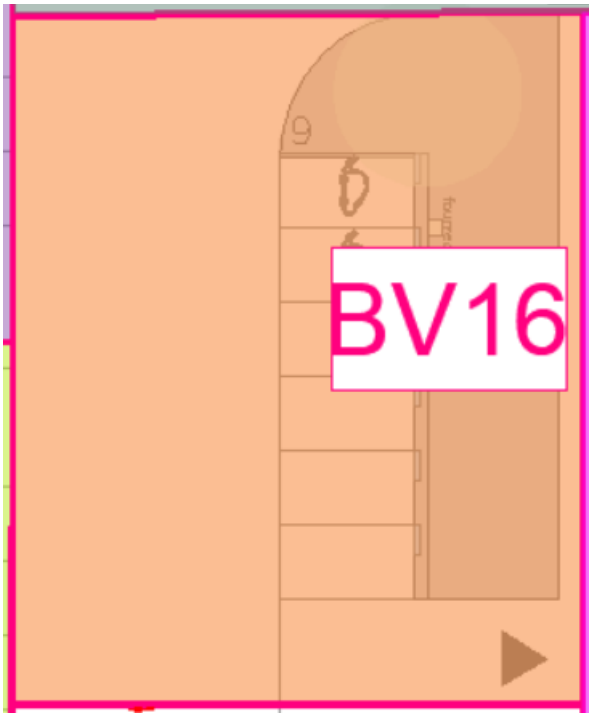


Figure 56 : Localisation du Bassin Versant n°16. Source : Arkham Ingénierie

Calcul du débit de fuite (Qf) et du volume sortant (Vs) :

Le débit de fuite est déterminé par l'infiltration :

Qf = 98 m² × 2.89e-05 m/s × 1 000 = 2.83 L/s (~ 0.002832 m³/s).

Ci-dessous le tableau des surfaces actives du bassin versant :

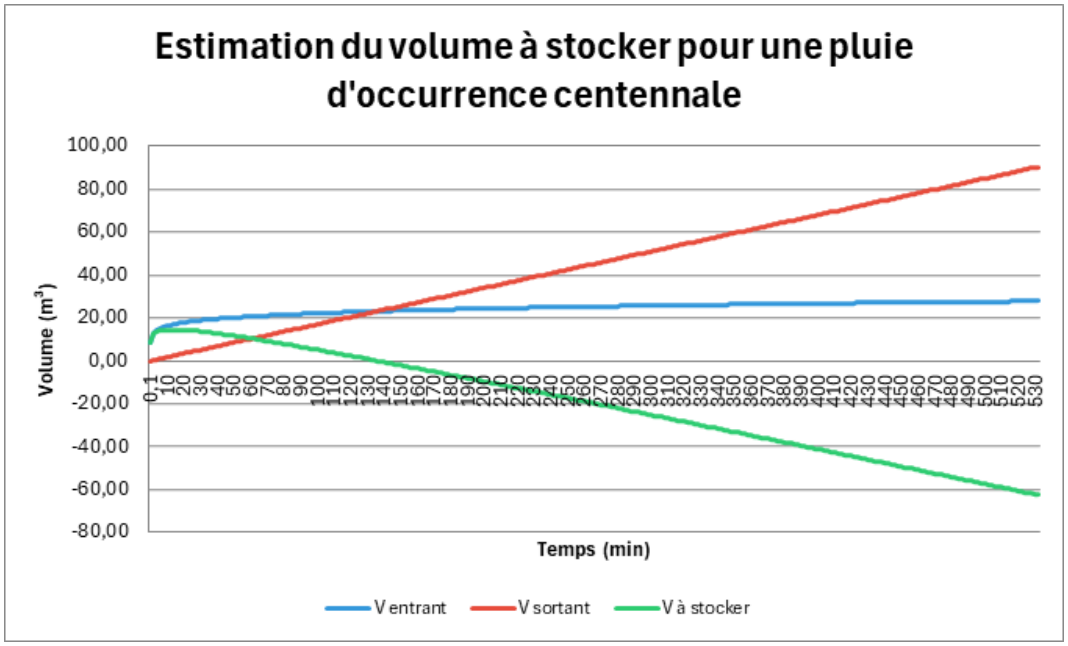
Type de surface	Coefficient de ruissellement	Superficie (m²)	Ca	Sa
Noues	0.20	98	0.76	376.90
Espaces Verts pleine terre	0.20	0		
Espaces Verts sur dalle	0.40	0		
Toitures	1.00	0		
Toitures végétalisées	0.70	0		
Toitures stockantes	0.70	0		
Voiries	0.90	397		
Revêtements perméables	0.70			

Figure 57 : Tableau des surfaces du Bassin Versant n°16. Source : Arkham Ingénierie

Calcul du volume à stocker (V)

***Le calcul du volume à stocker V sera effectué à l'aide de la méthode des pluies*.**

L'ensemble de ces hypothèses nous donne le graphique suivant :



Méthode des pluies	Montana	a	b	Qf (L/s/ha)	Qf (L/s)	t critique	V à stocker
	100 ans	23.382	0.834	0.00	2.83	13.21	**11.28 m³**

Figure 58 : Tableau résultats du Bassin Versant n°16. Source : Arkham Ingénierie

Le bassin versant 16 est équipé d'une noue assurant la gestion des volumes de ruissellement. Pour une pluie d'occurrence centennale, le volume théorique à gérer est de 11.28 m³. Toutefois, le volume dimensionnant est imposé par la méthode de PLU et s'élève à 16.19 m³. L'ouvrage en place permet de stocker 14.70 m³, couvrant le besoin de 16.19 m³, avec un temps de vidange complet estimé à 1.59 heures, soit 95 minutes.

3.18. Calcul du volume à stocker BV17

Le bassin versant n°17 s'étend sur une surface totale de 460 m². Le dispositif de gestion des eaux pluviales retenu est une noue.

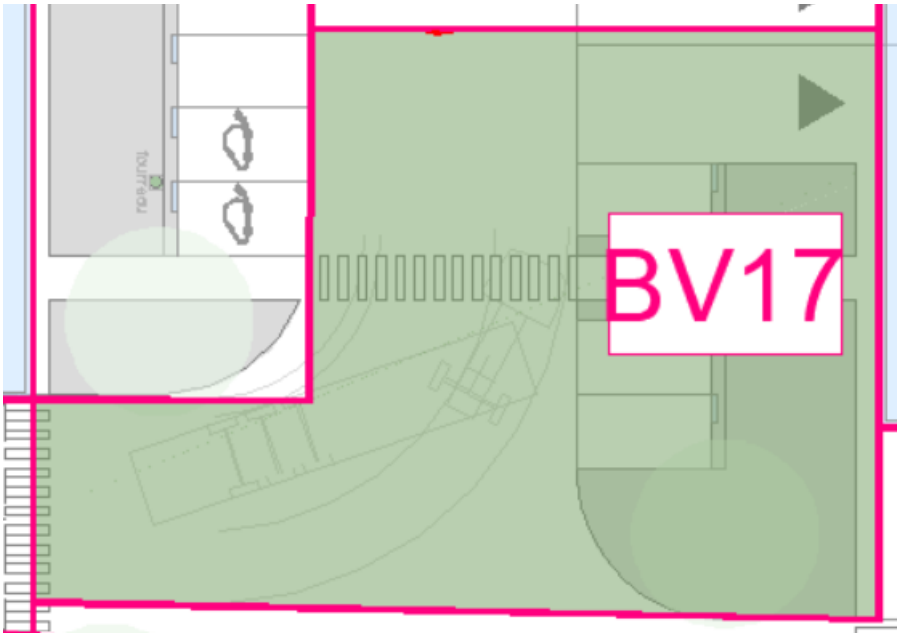


Figure 59 : Localisation du Bassin Versant n°17. Source : Arkham Ingénierie

Calcul du débit de fuite (Qf) et du volume sortant (Vs) :

Le débit de fuite est déterminé par l'infiltration :

Qf = 66 m² × 2.89e-05 m/s × 1 000 = 1.91 L/s (~ 0.001907 m³/s).

Ci-dessous le tableau des surfaces actives du bassin versant :

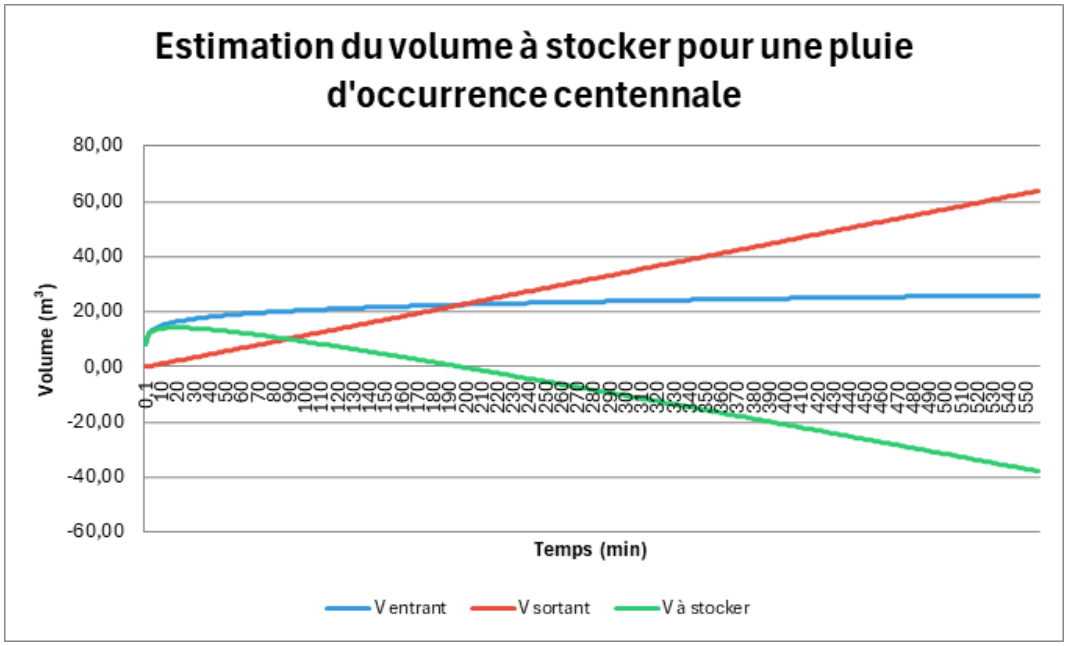
Type de surface	Coefficient de ruissellement	Superficie (m²)	Ca	Sa
Noues	0.20	66	0.80	367.80
Espaces Verts pleine terre	0.20	0		
Espaces Verts sur dalle	0.40	0		
Toitures	1.00	0		
Toitures végétalisées	0.70	0		
Toitures stockantes	0.70	0		
Voiries	0.90	394		
Revêtements perméables	0.70			

Figure 60 : Tableau des surfaces du Bassin Versant n°17. Source : Arkham Ingénierie

Calcul du volume à stocker (V)

***Le calcul du volume à stocker V sera effectué à l'aide de la méthode des pluies*.**

L'ensemble de ces hypothèses nous donne le graphique suivant :



Méthode des pluies	Montana	a	b	Qf (L/s/ha)	Qf (L/s)	t critique	V à stocker
	100 ans	23.382	0.834	0.00	1.91	20.61	**11.85 m³**

Figure 61 : Tableau résultats du Bassin Versant n°17. Source : Arkham Ingénierie

Le bassin versant 17 est équipé d'une noue assurant la gestion des volumes de ruissellement. Pour une pluie d'occurrence centennale, le volume théorique à gérer est de 11.85 m³. Toutefois, le volume dimensionnant est imposé par la méthode de PLU et s'élève à 15.80 m³. L'ouvrage en place permet de stocker 13.20 m³, couvrant le besoin de 15.80 m³, avec un temps de vidange complet estimé à 2.30 heures, soit 138 minutes.

3.19. Calcul du volume à stocker BV18

Le bassin versant n°18 s'étend sur une surface totale de 113 m². Le dispositif de gestion des eaux pluviales retenu est une noue.

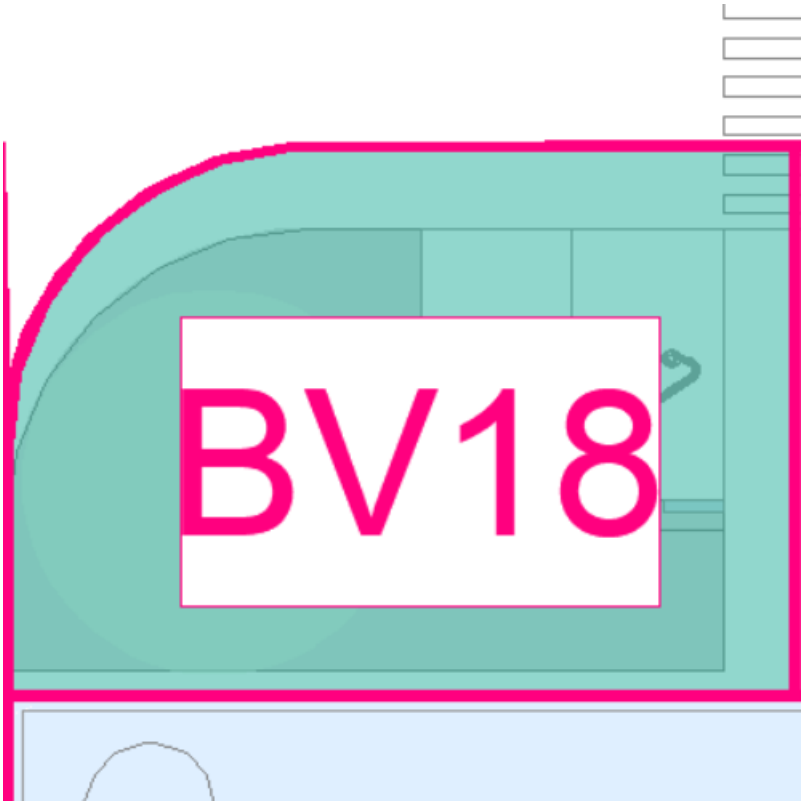


Figure 62 : Localisation du Bassin Versant n°18. Source : Arkham Ingénierie

Calcul du débit de fuite (Qf) et du volume sortant (Vs) :

Le débit de fuite est déterminé par l'infiltration :

Qf = 64 m² × 2.89e-05 m/s × 1 000 = 1.85 L/s (~ 0.001850 m³/s).

Ci-dessous le tableau des surfaces actives du bassin versant :

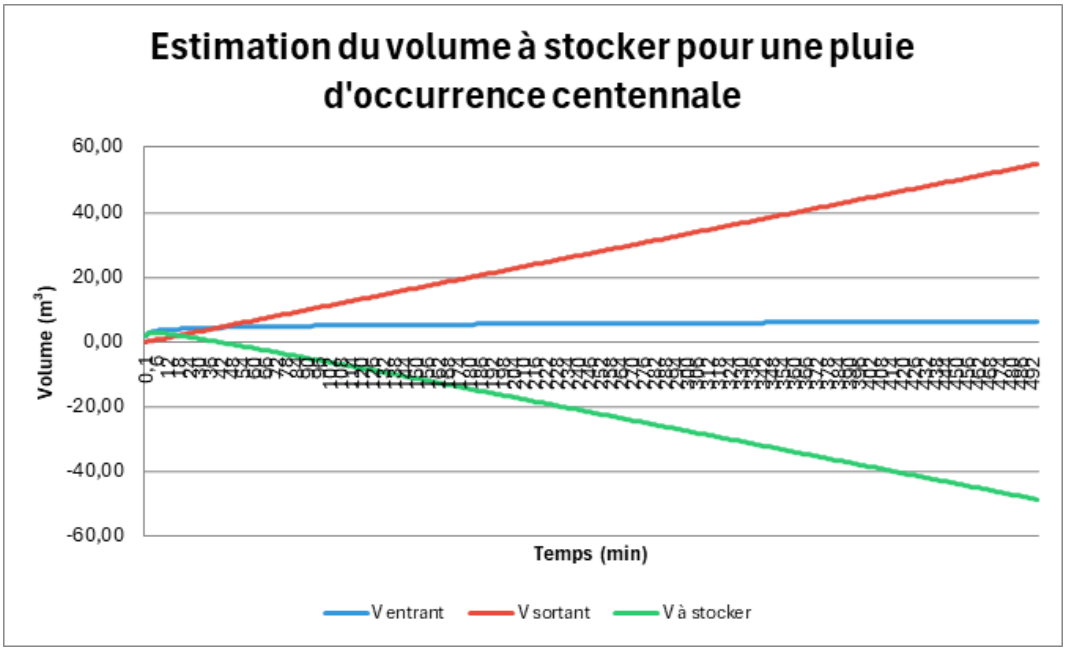
Type de surface	Coefficient de ruissellement	Superficie (m²)	Ca	Sa
Noues	0.20	64	0.50	56.90
Espaces Verts pleine terre	0.20	0		
Espaces Verts sur dalle	0.40	0		
Toitures	1.00	0		
Toitures végétalisées	0.70	0		
Toitures stockantes	0.70	0		
Voiries	0.90	49		
Revêtements perméables	0.70			

Figure 63 : Tableau des surfaces du Bassin Versant n°18. Source : Arkham Ingénierie

Calcul du volume à stocker (V)

***Le calcul du volume à stocker V sera effectué à l'aide de la méthode des pluies*.**

L'ensemble de ces hypothèses nous donne le graphique suivant :



Méthode des pluies	Montana	a	b	Qf (L/s/ha)	Qf (L/s)	t critique	V à stocker
	100 ans	23.382	0.834	0.00	1.85	2.28	**1.27 m³**

Figure 64 : Tableau résultats du Bassin Versant n°18. Source : Arkham Ingénierie

Le bassin versant 18 est équipé d'une noue assurant la gestion des volumes de ruissellement. Pour une pluie d'occurrence centennale, le volume théorique à gérer est de 1.27 m³. Toutefois, le volume dimensionnant est imposé par la méthode de PLU et s'élève à 2.44 m³. L'ouvrage en place permet de stocker 6.40 m³, couvrant le besoin de 2.44 m³, avec un temps de vidange complet estimé à 0.37 heures, soit 22 minutes.

3.20. Calcul du volume à stocker BV19

Le bassin versant n°19 s'étend sur une surface totale de 86 m². Le dispositif de gestion des eaux pluviales retenu est une noue.

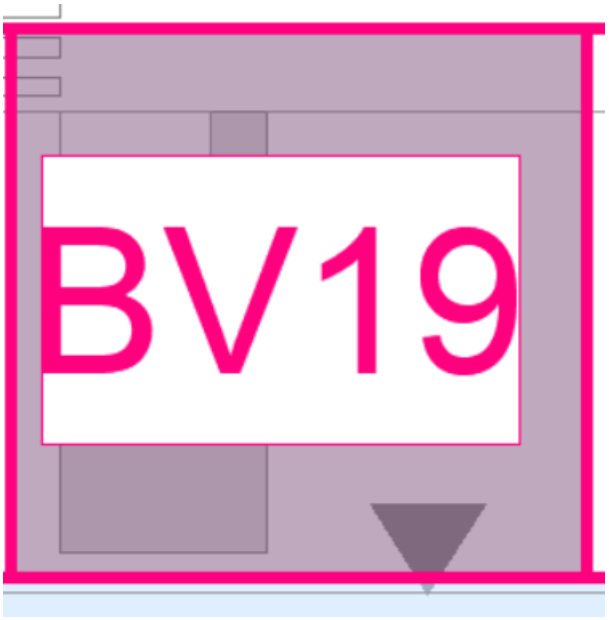


Figure 65 : Localisation du Bassin Versant n°19. Source : Arkham Ingénierie

Calcul du débit de fuite (Qf) et du volume sortant (Vs) :

Le débit de fuite est déterminé par l'infiltration :

Qf = 16 m² × 2.89e-05 m/s × 1 000 = 0.46 L/s (~ 0.000462 m³/s).

Ci-dessous le tableau des surfaces actives du bassin versant :

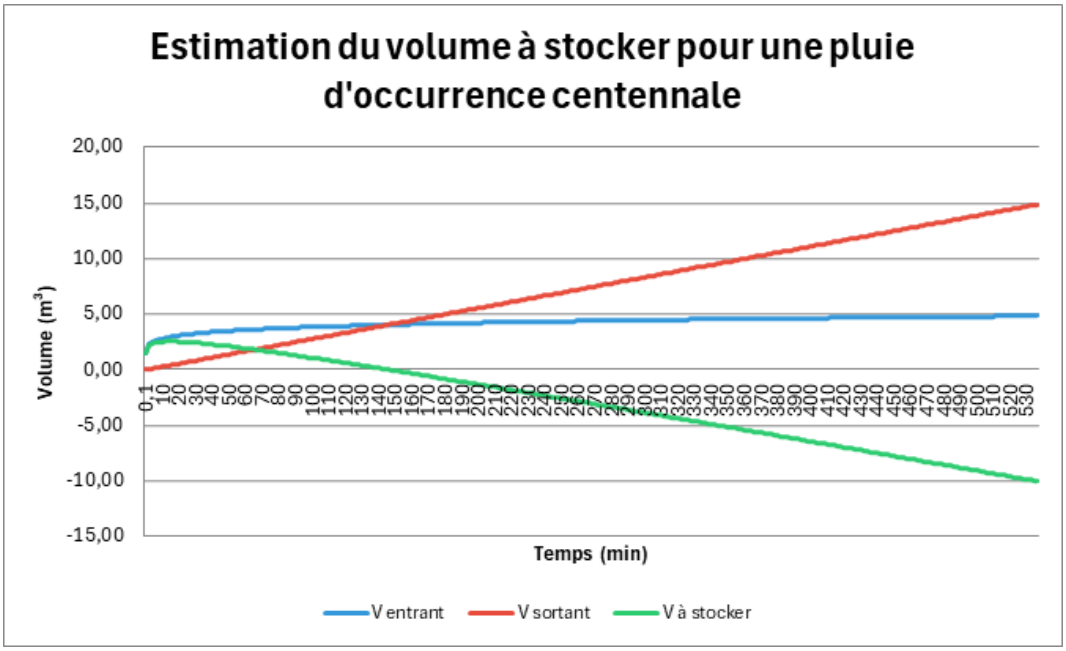
Type de surface	Coefficient de ruissellement	Superficie (m²)	Ca	Sa
Noues	0.20	16	0.77	66.20
Espaces Verts pleine terre	0.20	0		
Espaces Verts sur dalle	0.40	0		
Toitures	1.00	0		
Toitures végétalisées	0.70	0		
Toitures stockantes	0.70	0		
Voiries	0.90	70		
Revêtements perméables	0.70			

Figure 66 : Tableau des surfaces du Bassin Versant n°19. Source : Arkham Ingénierie

Calcul du volume à stocker (V)

***Le calcul du volume à stocker V sera effectué à l'aide de la méthode des pluies*.**

L'ensemble de ces hypothèses nous donne le graphique suivant :



Méthode des pluies	Montana	a	b	Qf (L/s/ha)	Qf (L/s)	t critique	V à stocker
	100 ans	23.382	0.834	0.00	0.46	14.42	**2.01 m³**

Figure 67 : Tableau résultats du Bassin Versant n°19. Source : Arkham Ingénierie

Le bassin versant 19 est équipé d'une noue assurant la gestion des volumes de ruissellement. Pour une pluie d'occurrence centennale, le volume théorique à gérer est de 2.01 m³. Toutefois, le volume dimensionnant est imposé par la méthode de PLU et s'élève à 2.84 m³. L'ouvrage en place permet de stocker 3.20 m³, couvrant le besoin de 2.84 m³, avec un temps de vidange complet estimé à 1.71 heures, soit 103 minutes.

3.21. Calcul du volume à stocker BV20

Le bassin versant n°20 s'étend sur une surface totale de 245 m². Le dispositif de gestion des eaux pluviales retenu est une noue.

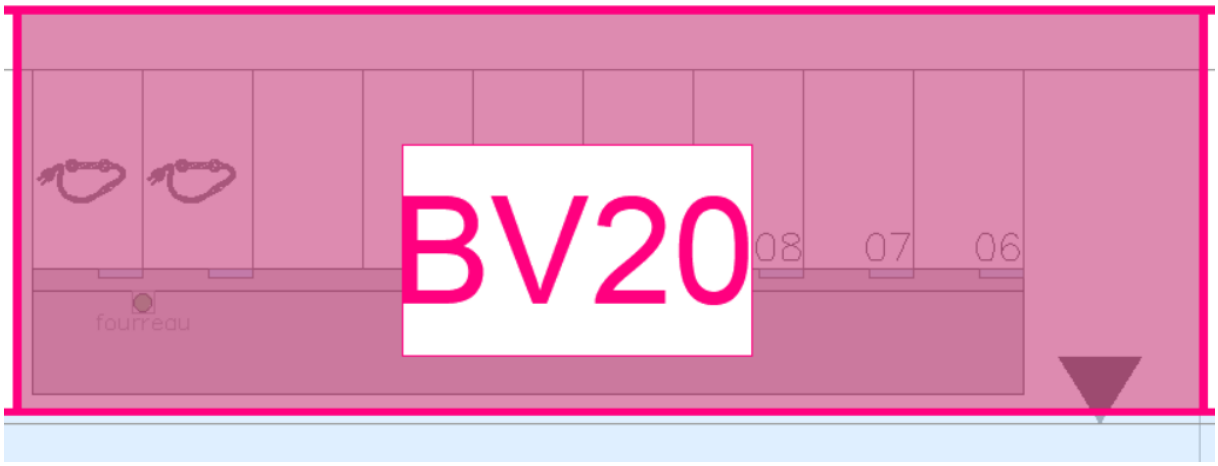


Figure 68 : Localisation du Bassin Versant n°20. Source : Arkham Ingénierie

Calcul du débit de fuite (Qf) et du volume sortant (Vs) :

Le débit de fuite est déterminé par l'infiltration :

Qf = 65 m² × 2.89e-05 m/s × 1 000 = 1.88 L/s (~ 0.001879 m³/s).

Ci-dessous le tableau des surfaces actives du bassin versant :

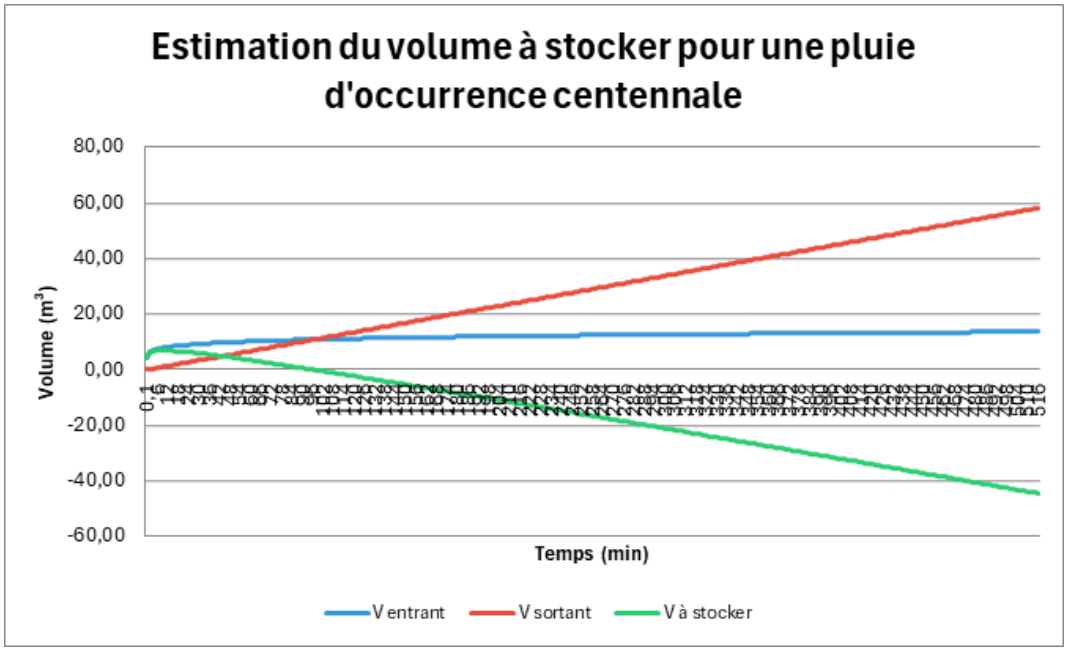
Type de surface	Coefficient de ruissellement	Superficie (m²)	Ca	Sa
Noues	0.20	65	0.71	175.00
Espaces Verts pleine terre	0.20	0		
Espaces Verts sur dalle	0.40	0		
Toitures	1.00	0		
Toitures végétalisées	0.70	0		
Toitures stockantes	0.70	0		
Voiries	0.90	180		
Revêtements perméables	0.70			

Figure 69 : Tableau des surfaces du Bassin Versant n°20. Source : Arkham Ingénierie

Calcul du volume à stocker (V)

***Le calcul du volume à stocker V sera effectué à l'aide de la méthode des pluies*.**

L'ensemble de ces hypothèses nous donne le graphique suivant :



Méthode des pluies	Montana	a	b	Qf (L/s/ha)	Qf (L/s)	t critique	V à stocker
	100 ans	23.382	0.834	0.00	1.88	8.62	**4.88 m³**

Figure 70 : Tableau résultats du Bassin Versant n°20. Source : Arkham Ingénierie

Le bassin versant 20 est équipé d'une noue assurant la gestion des volumes de ruissellement. Pour une pluie d'occurrence centennale, le volume théorique à gérer est de 4.88 m³. Toutefois, le volume dimensionnant est imposé par la méthode de PLU et s'élève à 7.51 m³. L'ouvrage en place permet de stocker 6.50 m³, couvrant le besoin de 7.51 m³, avec un temps de vidange complet estimé à 1.11 heures, soit 67 minutes.

3.22. Calcul du volume à stocker BV21

Le bassin versant n°21 s'étend sur une surface totale de 166 m². Le dispositif de gestion des eaux pluviales retenu est une noue.

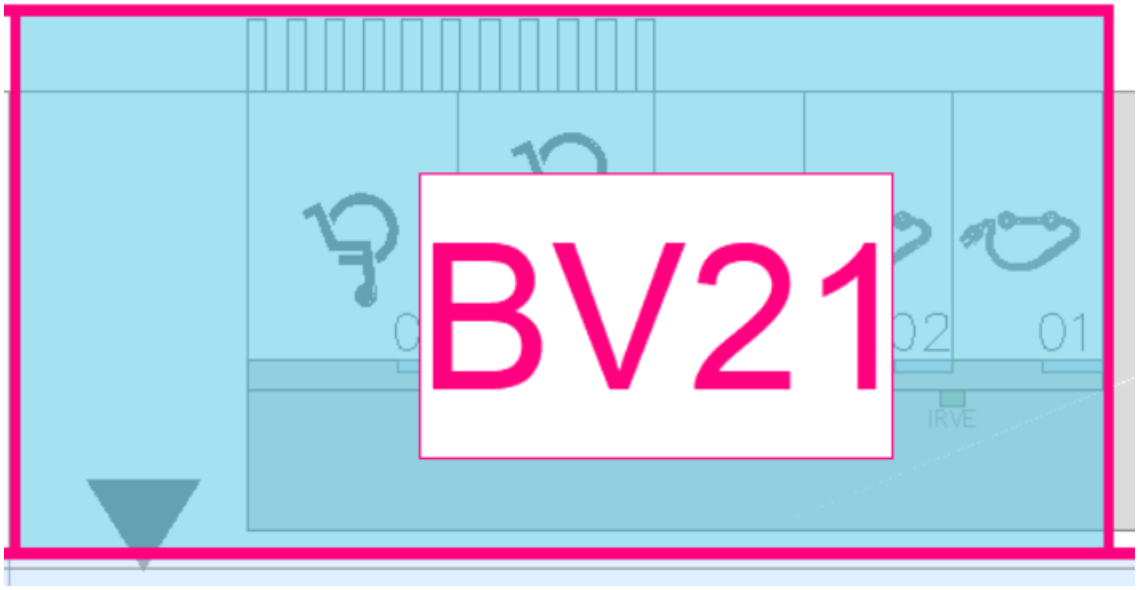


Figure 71 : Localisation du Bassin Versant n°21. Source : Arkham Ingénierie

Calcul du débit de fuite (Qf) et du volume sortant (Vs) :

Le débit de fuite est déterminé par l'infiltration :

Qf = 47 m² × 2.89e-05 m/s × 1 000 = 1.36 L/s (~ 0.001358 m³/s).

Ci-dessous le tableau des surfaces actives du bassin versant :

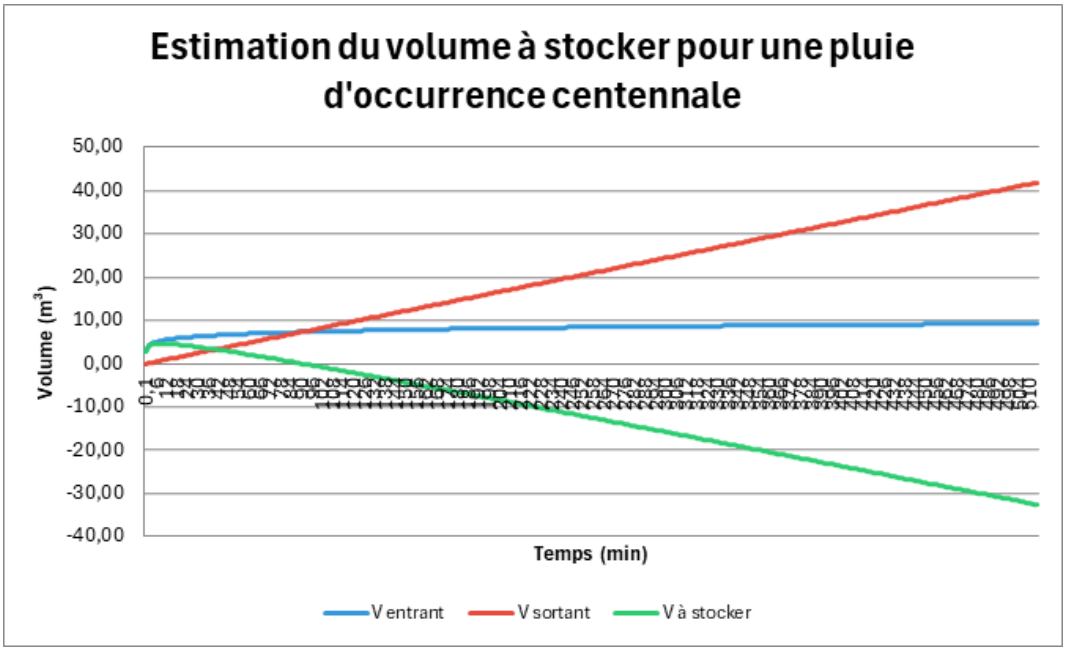
Type de surface	Coefficient de ruissellement	Superficie (m²)	Ca	Sa
Noues	0.20	47	0.70	116.50
Espaces Verts pleine terre	0.20	0		
Espaces Verts sur dalle	0.40	0		
Toitures	1.00	0		
Toitures végétalisées	0.70	0		
Toitures stockantes	0.70	0		
Voiries	0.90	119		
Revêtements perméables	0.70			

Figure 72 : Tableau des surfaces du Bassin Versant n°21. Source : Arkham Ingénierie

Calcul du volume à stocker (V)

***Le calcul du volume à stocker V sera effectué à l'aide de la méthode des pluies*.**

L'ensemble de ces hypothèses nous donne le graphique suivant :



Méthode des pluies	Montana	a	b	Qf (L/s/ha)	Qf (L/s)	t critique	V à stocker
	100 ans	23.382	0.834	0.00	1.36	7.80	**3.20 m³**

Figure 73 : Tableau résultats du Bassin Versant n°21. Source : Arkham Ingénierie

Le bassin versant 21 est équipé d'une noue assurant la gestion des volumes de ruissellement. Pour une pluie d'occurrence centennale, le volume théorique à gérer est de 3.20 m³. Toutefois, le volume dimensionnant est imposé par la méthode de PLU et s'élève à 5.00 m³. L'ouvrage en place permet de stocker 4.70 m³, couvrant le besoin de 5.00 m³, avec un temps de vidange complet estimé à 1.02 heures, soit 61 minutes.

3.23. Calcul du volume à stocker BV22

Le bassin versant n°22 s'étend sur une surface totale de 178 m². Le dispositif de gestion des eaux pluviales retenu est une noue.



Figure 74 : Localisation du Bassin Versant n°22. Source : Arkham Ingénierie

Calcul du débit de fuite (Qf) et du volume sortant (Vs) :

Le débit de fuite est déterminé par l'infiltration :

Qf = 61 m² × 2.89e-05 m/s × 1 000 = 1.76 L/s (~ 0.001763 m³/s).

Ci-dessous le tableau des surfaces actives du bassin versant :

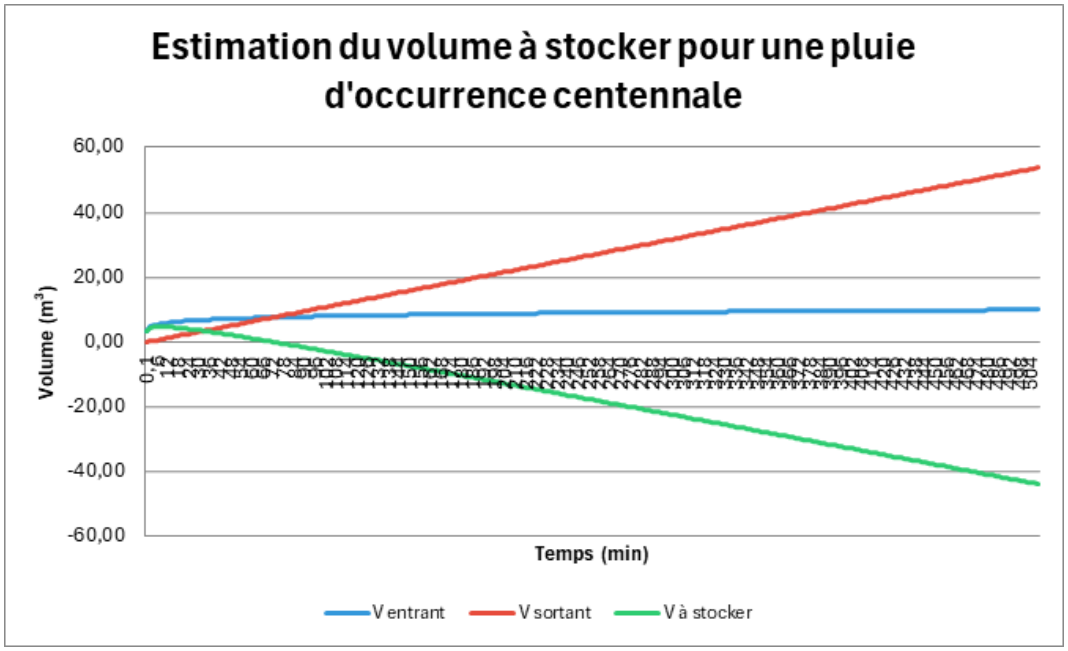
Type de surface	Coefficient de ruissellement	Superficie (m²)	Ca	Sa
Noues	0.20	61	0.66	117.50
Espaces Verts pleine terre	0.20	0		
Espaces Verts sur dalle	0.40	0		
Toitures	1.00	0		
Toitures végétalisées	0.70	0		
Toitures stockantes	0.70	0		
Voiries	0.90	117		
Revêtements perméables	0.70			

Figure 75 : Tableau des surfaces du Bassin Versant n°22. Source : Arkham Ingénierie

Calcul du volume à stocker (V)

***Le calcul du volume à stocker V sera effectué à l'aide de la méthode des pluies*.**

L'ensemble de ces hypothèses nous donne le graphique suivant :



Méthode des pluies	Montana	a	b	Qf (L/s/ha)	Qf (L/s)	t critique	V à stocker
	100 ans	23.382	0.834	0.00	1.76	5.77	**3.06 m³**

Figure 76 : Tableau résultats du Bassin Versant n°22. Source : Arkham Ingénierie

Le bassin versant 22 est équipé d'une noue assurant la gestion des volumes de ruissellement. Pour une pluie d'occurrence centennale, le volume théorique à gérer est de 3.06 m³. Toutefois, le volume dimensionnant est imposé par la méthode de PLU et s'élève à 5.04 m³. L'ouvrage en place permet de stocker 6.10 m³, couvrant le besoin de 5.04 m³, avec un temps de vidange complet estimé à 0.80 heures, soit 48 minutes.

3.24. Calcul du volume à stocker BV23

Le bassin versant n°23 s'étend sur une surface totale de 229 m². Le dispositif de gestion des eaux pluviales retenu est une noue.

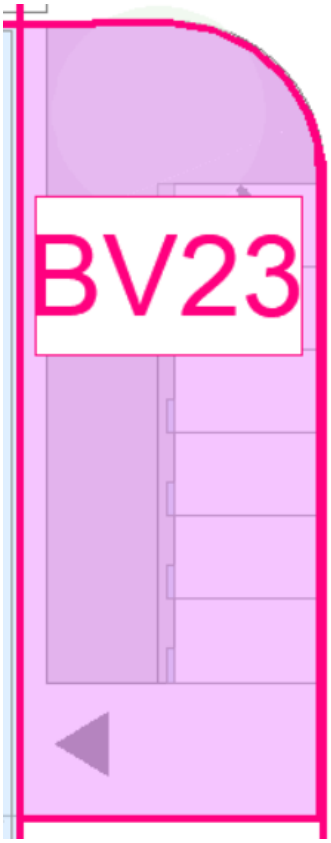


Figure 77 : Localisation du Bassin Versant n°23. Source : Arkham Ingénierie

Calcul du débit de fuite (Qf) et du volume sortant (Vs) :

Le débit de fuite est déterminé par l'infiltration :

Qf = 80 m² × 2.89e-05 m/s × 1 000 = 2.31 L/s (~ 0.002312 m³/s).

Ci-dessous le tableau des surfaces actives du bassin versant :

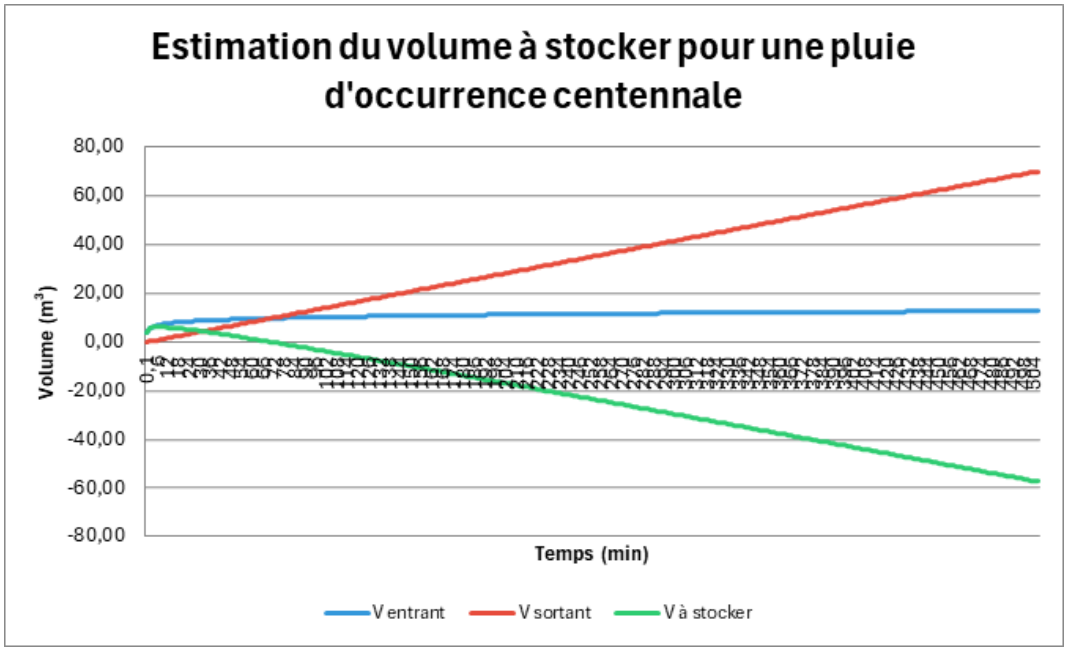
Type de surface	Coefficient de ruissellement	Superficie (m²)	Ca	Sa
Noues	0.20	80	0.66	150.10
Espaces Verts pleine terre	0.20	0		
Espaces Verts sur dalle	0.40	0		
Toitures	1.00	0		
Toitures végétalisées	0.70	0		
Toitures stockantes	0.70	0		
Voiries	0.90	149		
Revêtements perméables	0.70			

Figure 78 : Tableau des surfaces du Bassin Versant n°23. Source : Arkham Ingénierie

Calcul du volume à stocker (V)

***Le calcul du volume à stocker V sera effectué à l'aide de la méthode des pluies*.**

L'ensemble de ces hypothèses nous donne le graphique suivant :



Méthode des pluies	Montana	a	b	Qf (L/s/ha)	Qf (L/s)	t critique	V à stocker
	100 ans	23.382	0.834	0.00	2.31	5.59	**3.89 m³**

Figure 79 : Tableau résultats du Bassin Versant n°23. Source : Arkham Ingénierie

Le bassin versant 23 est équipé d'une noue assurant la gestion des volumes de ruissellement. Pour une pluie d'occurrence centennale, le volume théorique à gérer est de 3.89 m³. Toutefois, le volume dimensionnant est imposé par la méthode de PLU et s'élève à 6.44 m³. L'ouvrage en place permet de stocker 8.00 m³, couvrant le besoin de 6.44 m³, avec un temps de vidange complet estimé à 0.78 heures, soit 47 minutes.

3.25. Calcul du volume à stocker BV24

Le bassin versant n°24 s'étend sur une surface totale de 267 m². Le dispositif de gestion des eaux pluviales retenu est une noue.

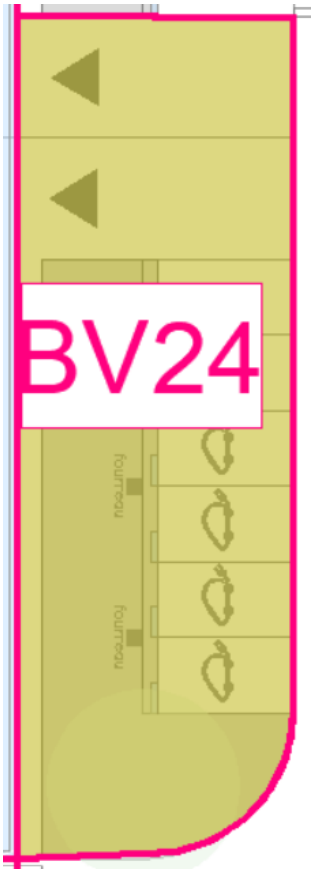


Figure 80 : Localisation du Bassin Versant n°24. Source : Arkham Ingénierie

Calcul du débit de fuite (Qf) et du volume sortant (Vs) :

Le débit de fuite est déterminé par l'infiltration :

Qf = 78 m² × 2.89e-05 m/s × 1 000 = 2.25 L/s (~ 0.002254 m³/s).

Ci-dessous le tableau des surfaces actives du bassin versant :

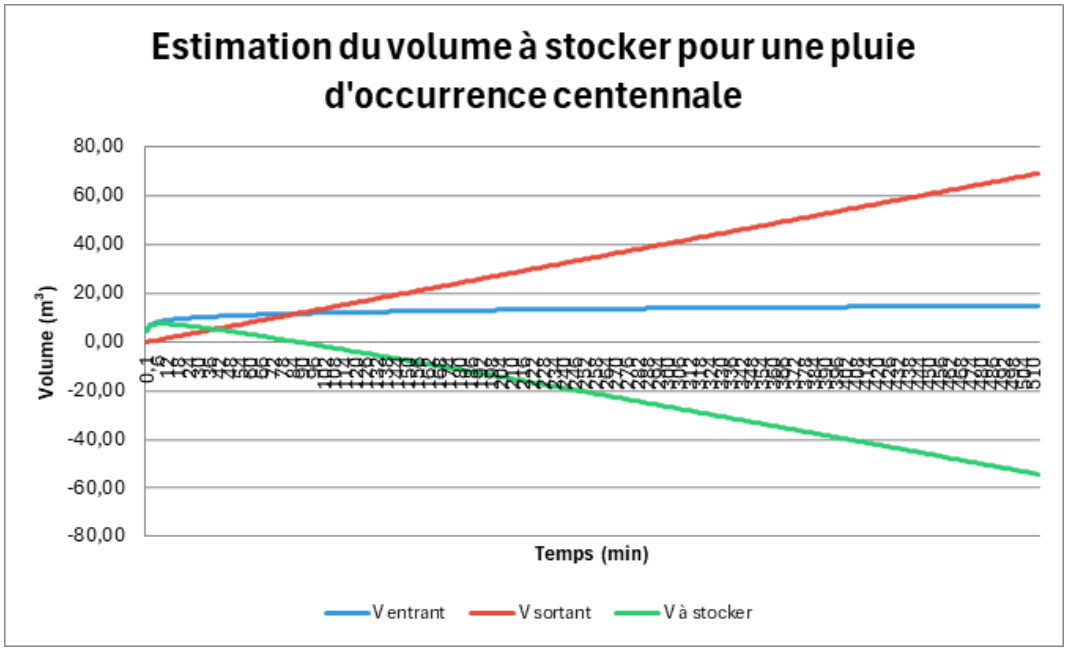
Type de surface	Coefficient de ruissellement	Superficie (m²)	Ca	Sa
Noues	0.20	78	0.70	185.70
Espaces Verts pleine terre	0.20	0		
Espaces Verts sur dalle	0.40	0		
Toitures	1.00	0		
Toitures végétalisées	0.70	0		
Toitures stockantes	0.70	0		
Voiries	0.90	189		
Revêtements perméables	0.70			

Figure 81 : Tableau des surfaces du Bassin Versant n°24. Source : Arkham Ingénierie

Calcul du volume à stocker (V)

***Le calcul du volume à stocker V sera effectué à l'aide de la méthode des pluies*.**

L'ensemble de ces hypothèses nous donne le graphique suivant :



Méthode des pluies	Montana	a	b	Qf (L/s/ha)	Qf (L/s)	t critique	V à stocker
	100 ans	23.382	0.834	0.00	2.25	7.44	**5.05 m³**

Figure 82 : Tableau résultats du Bassin Versant n°24. Source : Arkham Ingénierie

Le bassin versant 24 est équipé d'une noue assurant la gestion des volumes de ruissellement. Pour une pluie d'occurrence centennale, le volume théorique à gérer est de 5.05 m³. Toutefois, le volume dimensionnant est imposé par la méthode de PLU et s'élève à 7.97 m³. L'ouvrage en place permet de stocker 7.80 m³, couvrant le besoin de 7.97 m³, avec un temps de vidange complet estimé à 0.98 heures, soit 59 minutes.

3.26. Calcul du volume à stocker BV25

Le bassin versant n°25 s'étend sur une surface totale de 638 m². Le dispositif de gestion des eaux pluviales retenu est une massif drainant.

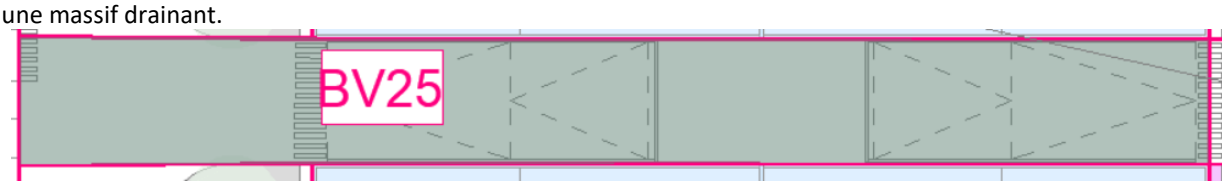


Figure 83 : Localisation du Bassin Versant n°25. Source : Arkham Ingénierie

Calcul du débit de fuite (Qf) et du volume sortant (Vs) :

Le débit de fuite est déterminé par l'infiltration :

Qf = 54 m² × 2.89e-05 m/s × 1 000 = 1.56 L/s (~ 0.001561 m³/s).

Ci-dessous le tableau des surfaces actives du bassin versant :

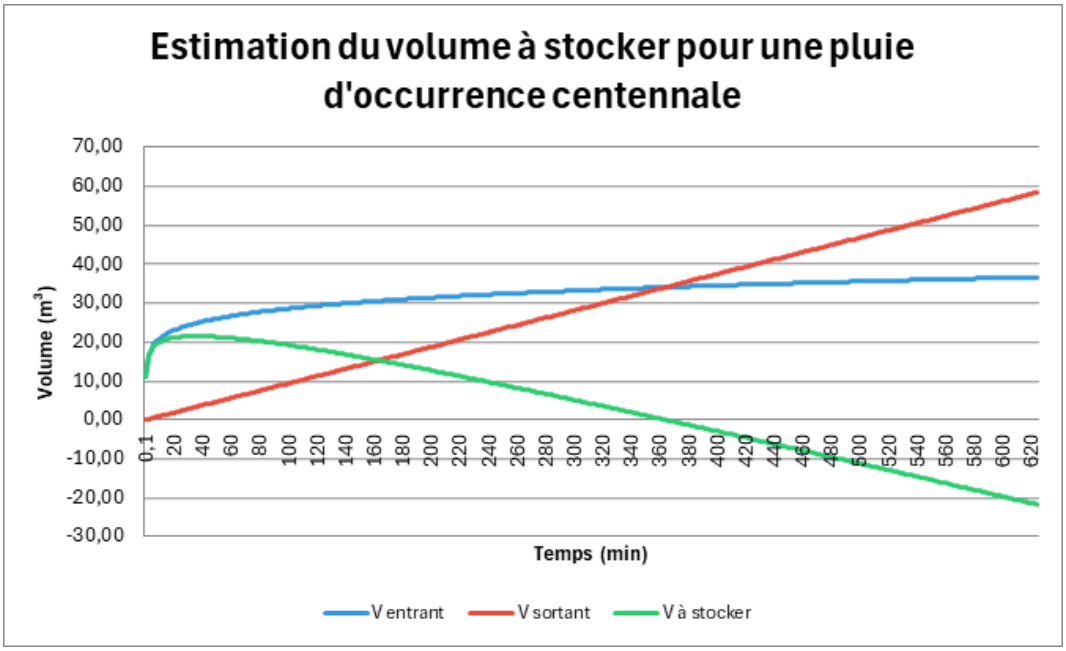
Type de surface	Coefficient de ruissellement	Superficie (m²)	Ca	Sa
Noues	0.20	0	0.90	574.20
Espaces Verts pleine terre	0.20	0		
Espaces Verts sur dalle	0.40	0		
Toitures	1.00	0		
Toitures végétalisées	0.70	0		
Toitures stockantes	0.70	0		
Voiries	0.90	638		
Revêtements perméables	0.70			

Figure 84 : Tableau des surfaces du Bassin Versant n°25. Source : Arkham Ingénierie

Calcul du volume à stocker (V)

***Le calcul du volume à stocker V sera effectué à l'aide de la méthode des pluies*.**

L'ensemble de ces hypothèses nous donne le graphique suivant :



Méthode des pluies	Montana	a	b	Qf (L/s/ha)	Qf (L/s)	t critique	V à stocker
	100 ans	23.382	0.834	0.00	1.56	44.73	**21.04 m³**

Figure 85 : Tableau résultats du Bassin Versant n°25. Source : Arkham Ingénierie

Le bassin versant 25 est traité par un massif drainant destiné à la régulation des eaux pluviales. Pour une pluie d'occurrence centennale, le volume théorique à gérer est de 21.04 m³. Toutefois, le volume dimensionnant est imposé par la pluie spécifique n°1 (43.0mm) et s'élève à 24.68 m³. L'ouvrage assure un volume disponible de 21.60 m³, avec un temps de vidange complet estimé à 4.39 heures, soit 264 minutes.

3.27. Calcul du volume à stocker BV26

Le bassin versant n°26 s'étend sur une surface totale de 228 m². Le dispositif de gestion des eaux pluviales retenu est une massif drainant.

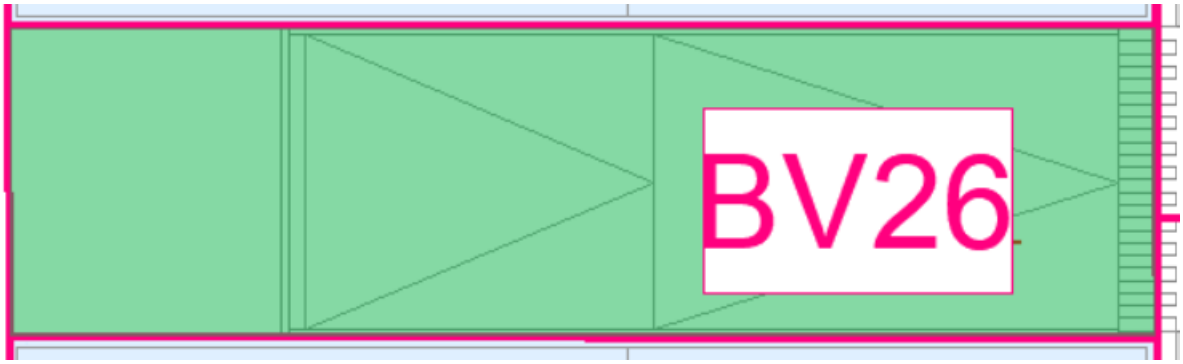


Figure 86 : Localisation du Bassin Versant n°26. Source : Arkham Ingénierie

Calcul du débit de fuite (Qf) et du volume sortant (Vs) :

Le débit de fuite est déterminé par l'infiltration :

Qf = 35 m² × 2.89e-05 m/s × 1 000 = 1.01 L/s (~ 0.001012 m³/s).

Ci-dessous le tableau des surfaces actives du bassin versant :

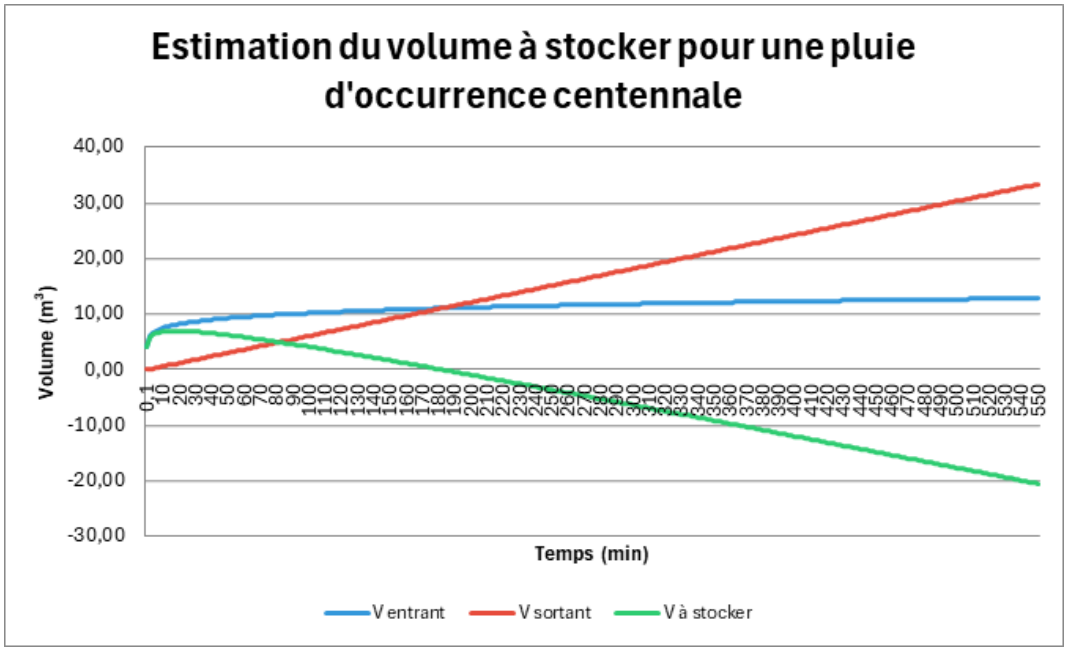
Type de surface	Coefficient de ruissellement	Superficie (m²)	Ca	Sa
Noues	0.20	0	0.90	205.20
Espaces Verts pleine terre	0.20	0		
Espaces Verts sur dalle	0.40	0		
Toitures	1.00	0		
Toitures végétalisées	0.70	0		
Toitures stockantes	0.70	0		
Voiries	0.90	228		
Revêtements perméables	0.70			

Figure 87 : Tableau des surfaces du Bassin Versant n°26. Source : Arkham Ingénierie

Calcul du volume à stocker (V)

***Le calcul du volume à stocker V sera effectué à l'aide de la méthode des pluies*.**

L'ensemble de ces hypothèses nous donne le graphique suivant :



Méthode des pluies	Montana	a	b	Qf (L/s/ha)	Qf (L/s)	t critique	V à stocker
	100 ans	23.382	0.834	0.00	1.01	21.91	**6.68 m³**

Figure 88 : Tableau résultats du Bassin Versant n°26. Source : Arkham Ingénierie

Le bassin versant 26 est traité par un massif drainant destiné à la régulation des eaux pluviales. Pour une pluie d'occurrence centennale, le volume théorique à gérer est de 6.68 m³. Toutefois, le volume dimensionnant est imposé par la pluie spécifique n°1 (43.0mm) et s'élève à 8.82 m³. L'ouvrage assure un volume disponible de 7.00 m³, avec un temps de vidange complet estimé à 2.42 heures, soit 145 minutes.

3.28. Calcul du volume à stocker BV27

Le bassin versant n°27 s'étend sur une surface totale de 226 m². Le dispositif de gestion des eaux pluviales retenu est une massif drainant.

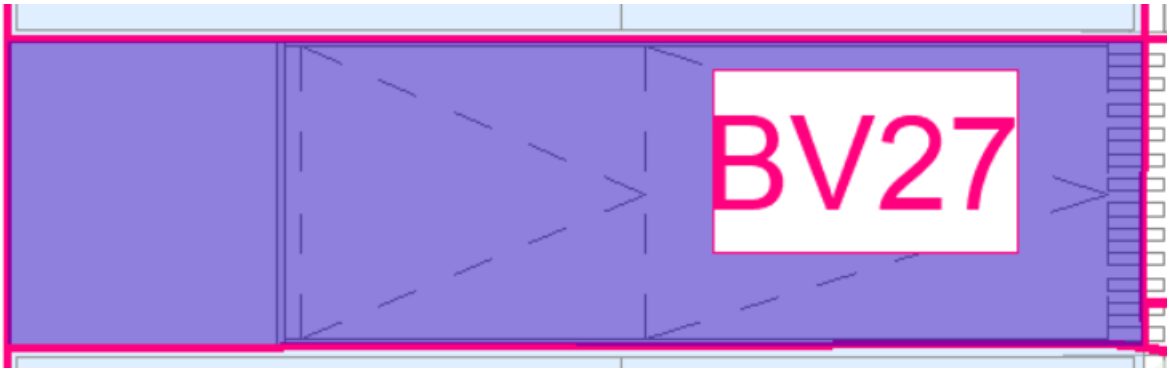


Figure 89 : Localisation du Bassin Versant n°27. Source : Arkham Ingénierie

Calcul du débit de fuite (Qf) et du volume sortant (Vs) :

Le débit de fuite est déterminé par l'infiltration :

Qf = 35 m² × 2.89e-05 m/s × 1 000 = 1.01 L/s (~ 0.001012 m³/s).

Ci-dessous le tableau des surfaces actives du bassin versant :

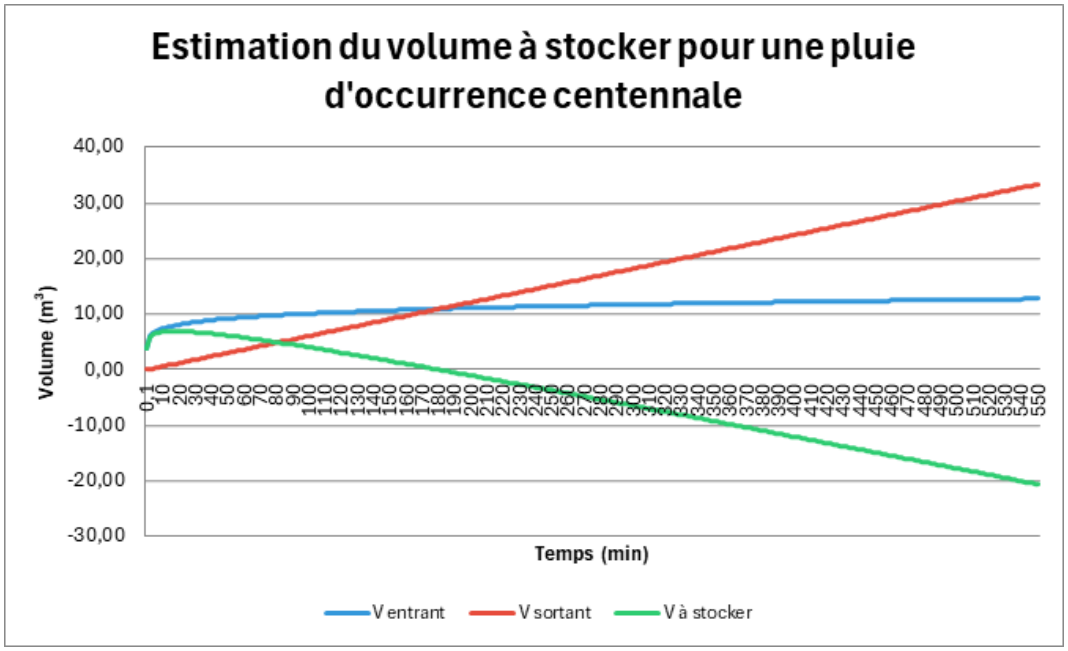
Type de surface	Coefficient de ruissellement	Superficie (m²)	Ca	Sa
Noues	0.20	0	0.90	203.40
Espaces Verts pleine terre	0.20	0		
Espaces Verts sur dalle	0.40	0		
Toitures	1.00	0		
Toitures végétalisées	0.70	0		
Toitures stockantes	0.70	0		
Voiries	0.90	226		
Revêtements perméables	0.70			

Figure 90 : Tableau des surfaces du Bassin Versant n°27. Source : Arkham Ingénierie

Calcul du volume à stocker (V)

***Le calcul du volume à stocker V sera effectué à l'aide de la méthode des pluies*.**

L'ensemble de ces hypothèses nous donne le graphique suivant :



Méthode des pluies	Montana	a	b	Qf (L/s/ha)	Qf (L/s)	t critique	V à stocker
	100 ans	23.382	0.834	0.00	1.01	21.68	**6.61 m³**

Figure 91 : Tableau résultats du Bassin Versant n°27. Source : Arkham Ingénierie

Le bassin versant 27 est traité par un massif drainant destiné à la régulation des eaux pluviales. Pour une pluie d'occurrence centennale, le volume théorique à gérer est de 6.61 m³. Toutefois, le volume dimensionnant est imposé par la pluie spécifique n°1 (43.0mm) et s'élève à 8.74 m³. L'ouvrage assure un volume disponible de 7.00 m³, avec un temps de vidange complet estimé à 2.40 heures, soit 144 minutes.

3.29. Calcul du volume à stocker BV28

Le bassin versant n°28 s'étend sur une surface totale de 98 m². Le dispositif de gestion des eaux pluviales retenu est une massif drainant.

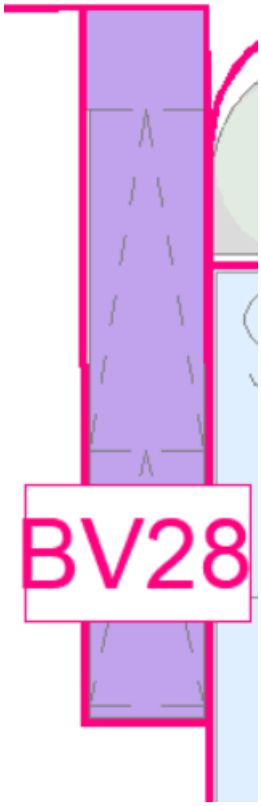


Figure 92 : Localisation du Bassin Versant n°28. Source : Arkham Ingénierie

Calcul du débit de fuite (Qf) et du volume sortant (Vs) :

Le débit de fuite est déterminé par l'infiltration :

Qf = 15 m² × 2.89e-05 m/s × 1 000 = 0.43 L/s (~ 0.000434 m³/s).

Ci-dessous le tableau des surfaces actives du bassin versant :

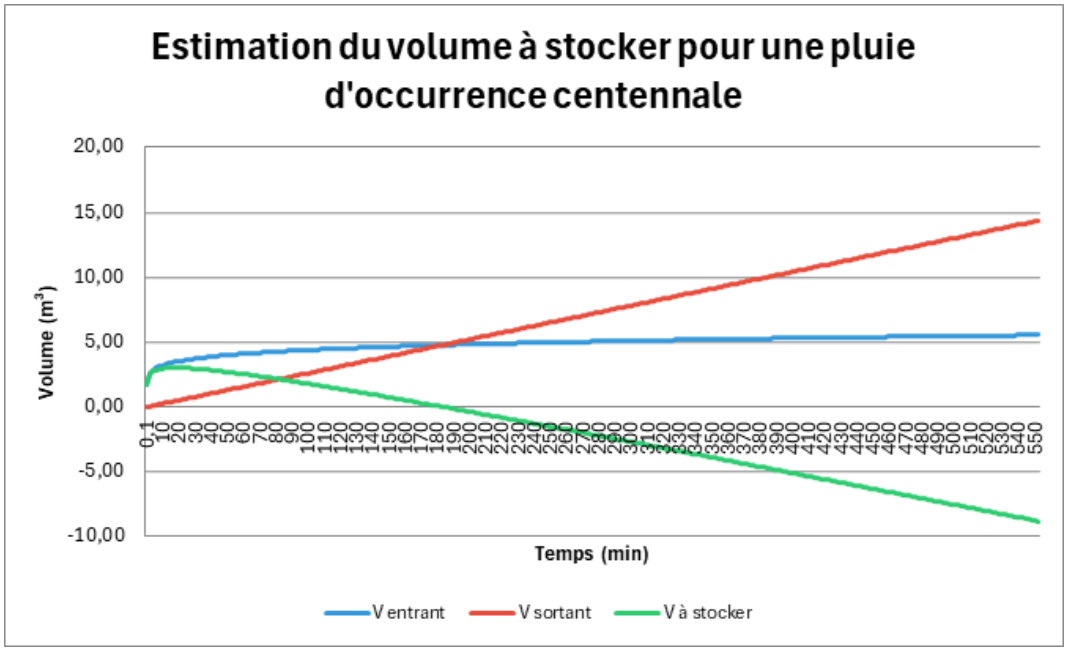
Type de surface	Coefficient de ruissellement	Superficie (m²)	Ca	Sa
Noues	0.20	0	0.90	88.20
Espaces Verts pleine terre	0.20	0		
Espaces Verts sur dalle	0.40	0		
Toitures	1.00	0		
Toitures végétalisées	0.70	0		
Toitures stockantes	0.70	0		
Voiries	0.90	98		
Revêtements perméables	0.70			

Figure 93 : Tableau des surfaces du Bassin Versant n°28. Source : Arkham Ingénierie

Calcul du volume à stocker (V)

***Le calcul du volume à stocker V sera effectué à l'aide de la méthode des pluies*.**

L'ensemble de ces hypothèses nous donne le graphique suivant :



Méthode des pluies	Montana	a	b	Qf (L/s/ha)	Qf (L/s)	t critique	V à stocker
	100 ans	23.382	0.834	0.00	0.43	21.98	**2.87 m³**

Figure 94 : Tableau résultats du Bassin Versant n°28. Source : Arkham Ingénierie

Le bassin versant 28 est traité par un massif drainant destiné à la régulation des eaux pluviales. Pour une pluie d'occurrence centennale, le volume théorique à gérer est de 2.87 m³. Toutefois, le volume dimensionnant est imposé par la pluie spécifique n°1 (43.0mm) et s'élève à 3.79 m³. L'ouvrage assure un volume disponible de 3.00 m³, avec un temps de vidange complet estimé à 2.43 heures, soit 146 minutes.

3.30. Calcul du volume à stocker BV29

Le bassin versant n°29 s'étend sur une surface totale de 96 m². Le dispositif de gestion des eaux pluviales retenu est une massif drainant.

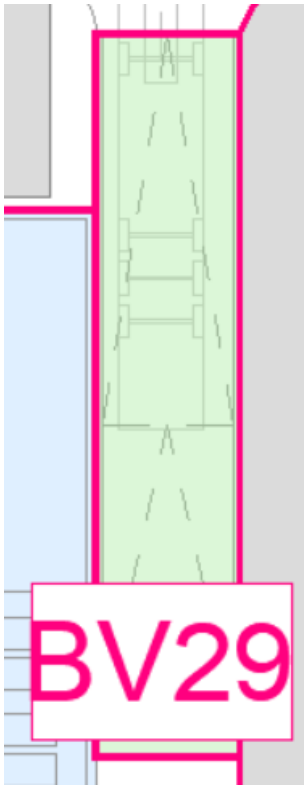


Figure 95 : Localisation du Bassin Versant n°29. Source : Arkham Ingénierie

Calcul du débit de fuite (Qf) et du volume sortant (Vs) :

Le débit de fuite est déterminé par l'infiltration :

Qf = 15 m² × 2.89e-05 m/s × 1 000 = 0.43 L/s (~ 0.000434 m³/s).

Ci-dessous le tableau des surfaces actives du bassin versant :

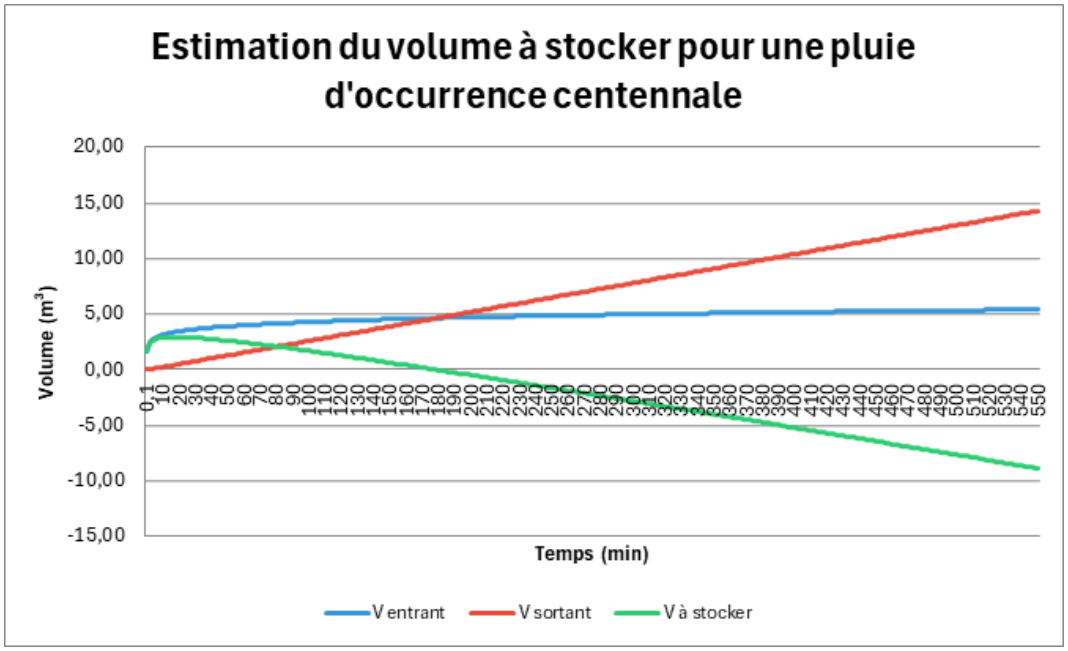
Type de surface	Coefficient de ruissellement	Superficie (m²)	Ca	Sa
Noues	0.20	0	0.90	86.40
Espaces Verts pleine terre	0.20	0		
Espaces Verts sur dalle	0.40	0		
Toitures	1.00	0		
Toitures végétalisées	0.70	0		
Toitures stockantes	0.70	0		
Voiries	0.90	96		
Revêtements perméables	0.70			

Figure 96 : Tableau des surfaces du Bassin Versant n°29. Source : Arkham Ingénierie

Calcul du volume à stocker (V)

***Le calcul du volume à stocker V sera effectué à l'aide de la méthode des pluies*.**

L'ensemble de ces hypothèses nous donne le graphique suivant :



Méthode des pluies	Montana	a	b	Qf (L/s/ha)	Qf (L/s)	t critique	V à stocker
	100 ans	23.382	0.834	0.00	0.43	21.45	**2.80 m³**

Figure 97 : Tableau résultats du Bassin Versant n°29. Source : Arkham Ingénierie

Le bassin versant 29 est traité par un massif drainant destiné à la régulation des eaux pluviales. Pour une pluie d'occurrence centennale, le volume théorique à gérer est de 2.80 m³. Toutefois, le volume dimensionnant est imposé par la pluie spécifique n°1 (43.0mm) et s'élève à 3.71 m³. L'ouvrage assure un volume disponible de 3.00 m³, avec un temps de vidange complet estimé à 2.38 heures, soit 143 minutes.

4. Résumé général des Bassins Versants

Le tableau qui suit résume le volume à stocker, ainsi que le temps de vidange.

Bassin Versants	V à stocker (m^3)	V disponible (m^3)	Surface massifs drainants (m^2)	Hauteur massifs drainants (m^2)	Volume massifs drainants (m^2)	Hauteur de noues (cm)	Temps de vidange (h)
BV1	162,90	186,60	0	0	0,00	0,20	1,68
BV2	137,13	141,40	0	0	0,00	0,20	1,86
BV3	53,15	57,20		0	0,00	0,10	0,89
BV4	7,33	10,00	0	0	0,00	0,10	0,70
BV5	3,80	5,00		0	0,00	0,20	1,46
BV6	2,82	3,30			0,00	0,15	1,23
BV7	2,96	5,90			0,00	0,10	0,48
BV8	4,49	7,40	0	0	0,00	0,10	0,58
BV9	3,54	5,70	0	0	0,00	0,10	0,60
BV10	5,69	8,00	0	0	0,00	0,10	0,68
BV11	5,85	7,05		0	0,00	0,15	1,20
BV12	78,44	107,20	0		0,00	0,10	0,70
BV13	5,99	6,75			0,00	0,15	1,28
BV14	6,34	8,25	0		0,00	0,15	1,11
BV15	11,38	14,70	0		0,00	0,15	1,12
BV16	11,28	14,70	0		0,00	0,15	1,11
BV17	11,85	13,20	0	0	0,00	0,20	1,73
BV18	1,27	6,40	0		0,00	0,10	0,19
BV19	2,01	3,20	0		0,00	0,20	1,21
BV20	4,88	6,50	0		0,00	0,10	0,72
BV21	3,20	4,70	0		0,00	0,10	0,65
BV22	3,06	6,10	0		0,00	0,10	0,48
BV23	3,89	8,00	0		0,00	0,10	0,47
BV24	5,05	7,80	0		0,00	0,10	0,62
BV25	21,04	21,60	54	1	21,60	0,00	3,75
BV26	6,68	7,00	35	0,5	7,00	0,00	1,83
BV27	6,61	7,00	35	0,5	7,00	0,00	1,82
BV28	2,87	3,00	15	0,5	3,00	0,00	1,84
BV29	2,80	3,00	15	0,5	3,00	0,00	1,80

Figure 98 : Récapitulatif résultat GEP des bassins versants (Source : Arkham Ingénierie)

5. Détail des ouvrages projetés

5.1. Les jardins de Pluie ou Espaces Verts Creux

Il s'agit du mode de gestion privilégié sur cette opération pour effectuer l'acheminement des eaux de ruissellement des voiries vers les bassins de rétention. Au-delà leur fonction hydraulique, ils apporteront une grande plus-value paysagère et environnementale au site. Temporairement en eau, ils constitueront des espaces semi-humides favorables à la biodiversité et aux continuités écologiques. En termes d'entretien, le coût est quasiment nul puisqu'aucun entretien spécifique supplémentaire à l'entretien des espaces verts classiques n'est à prévoir. En outre, le fait de gérer les eaux de ruissellement via des espaces verts creux et non des canalisations enterrées va non seulement limiter l'approfondissement des ouvrages mais aussi participer à l'absorption, infiltration des premières pluies.

Pour rappel de la typologie des ouvrages :

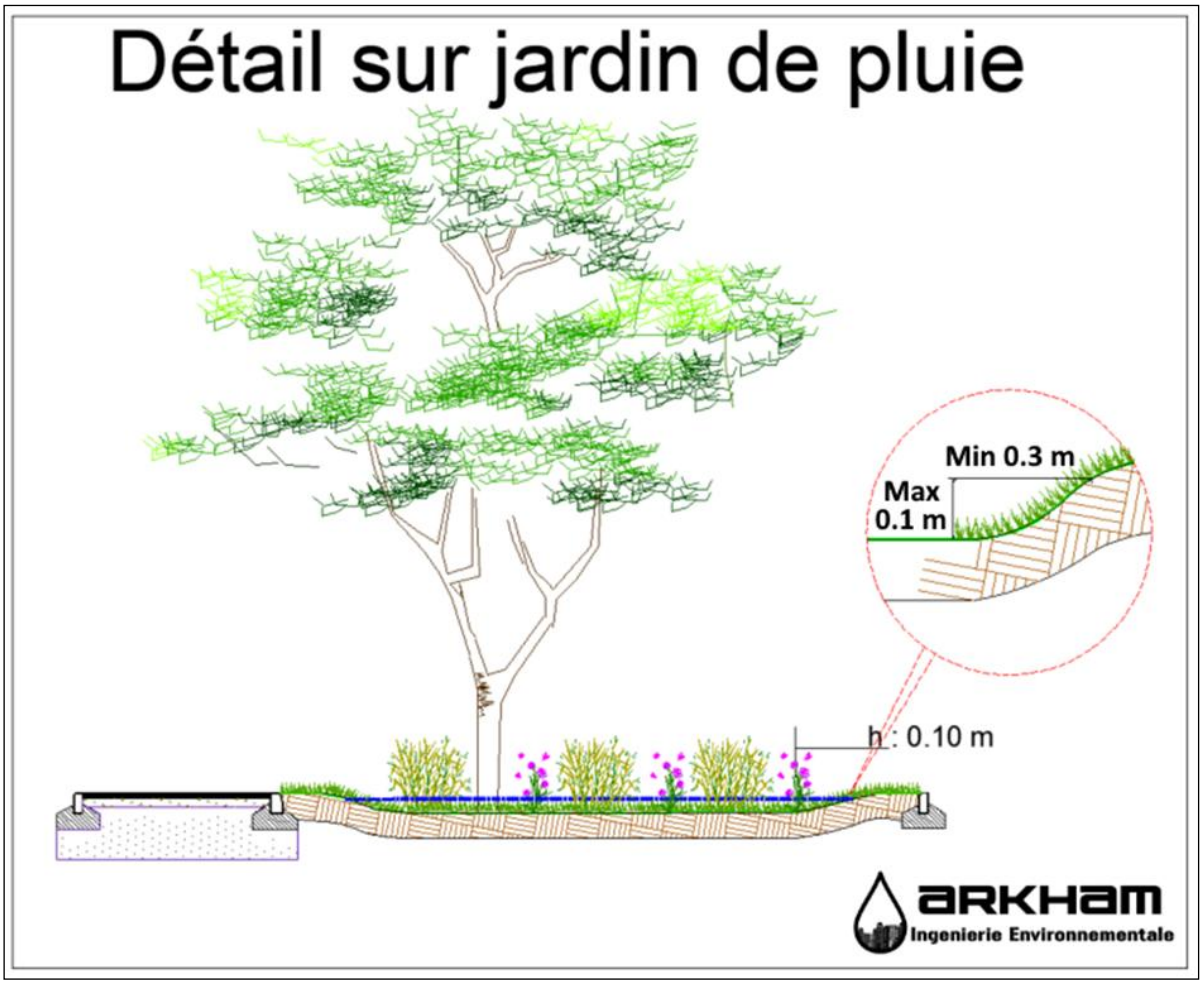


Figure 99 : Détail type d'un espace vert creux (Source : Arkham Ingénierie)

5.2. Les Noues

Les noues serviront à la fois à la collecte des eaux pluviales et à leur infiltration.

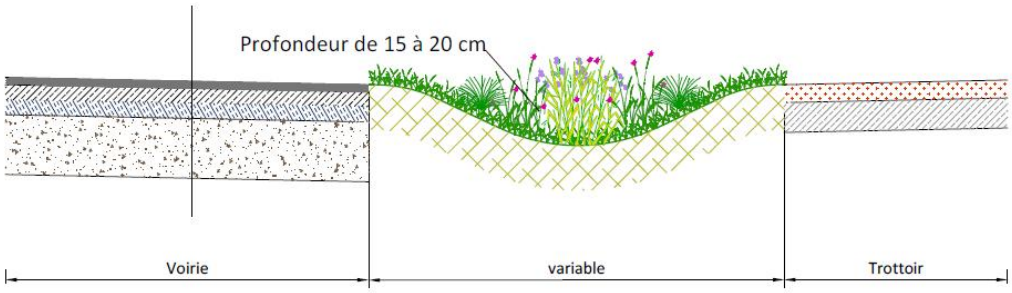


Figure 100 : Coupe de principe d'une noue type sur le projet (Source : Arkham Ingénierie)

5.3. Les Regards

R01 – Regards à Fond Perdu

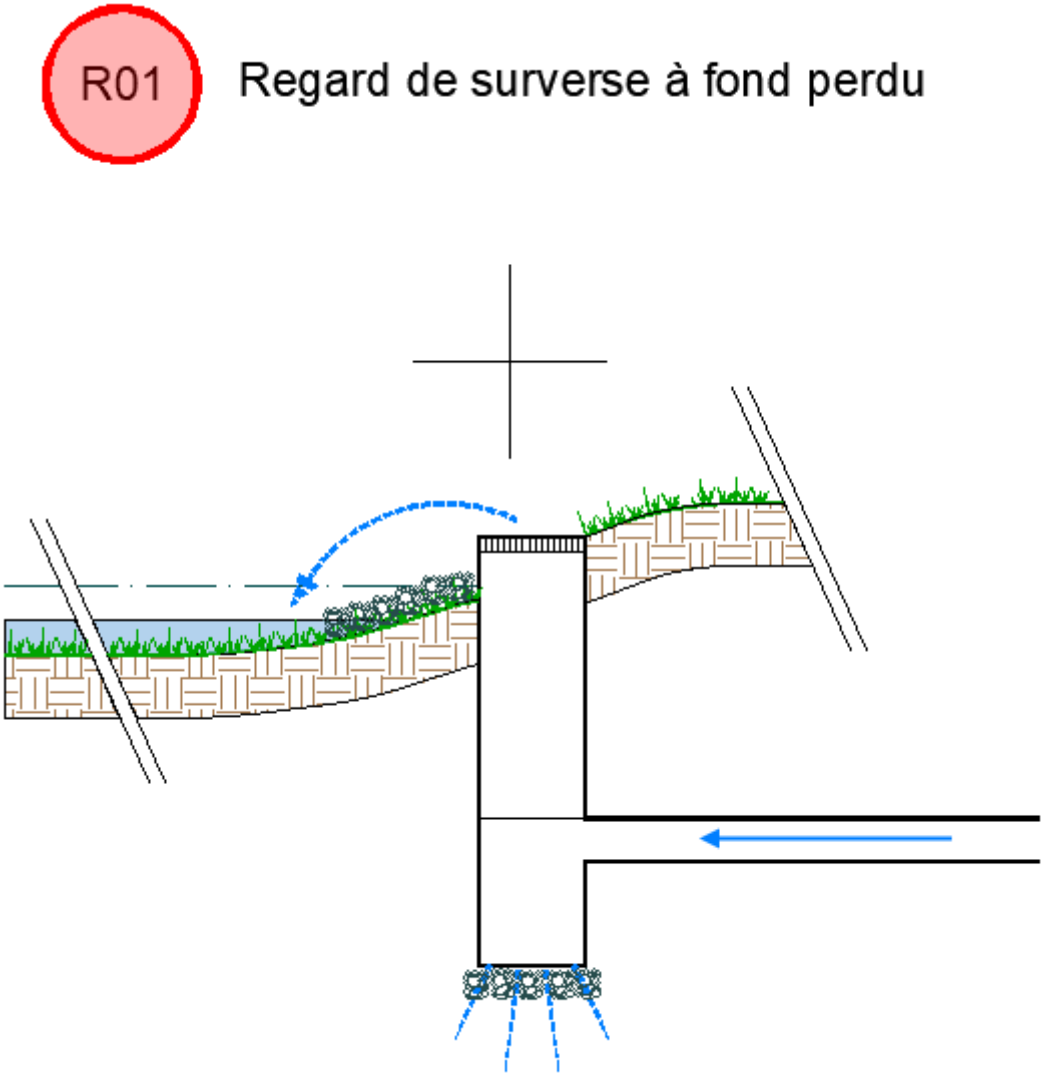


Figure 101 : Détail regard à fond perdu (Source : Arkham Ingénierie)

R02 – Regards de surverse à grilles

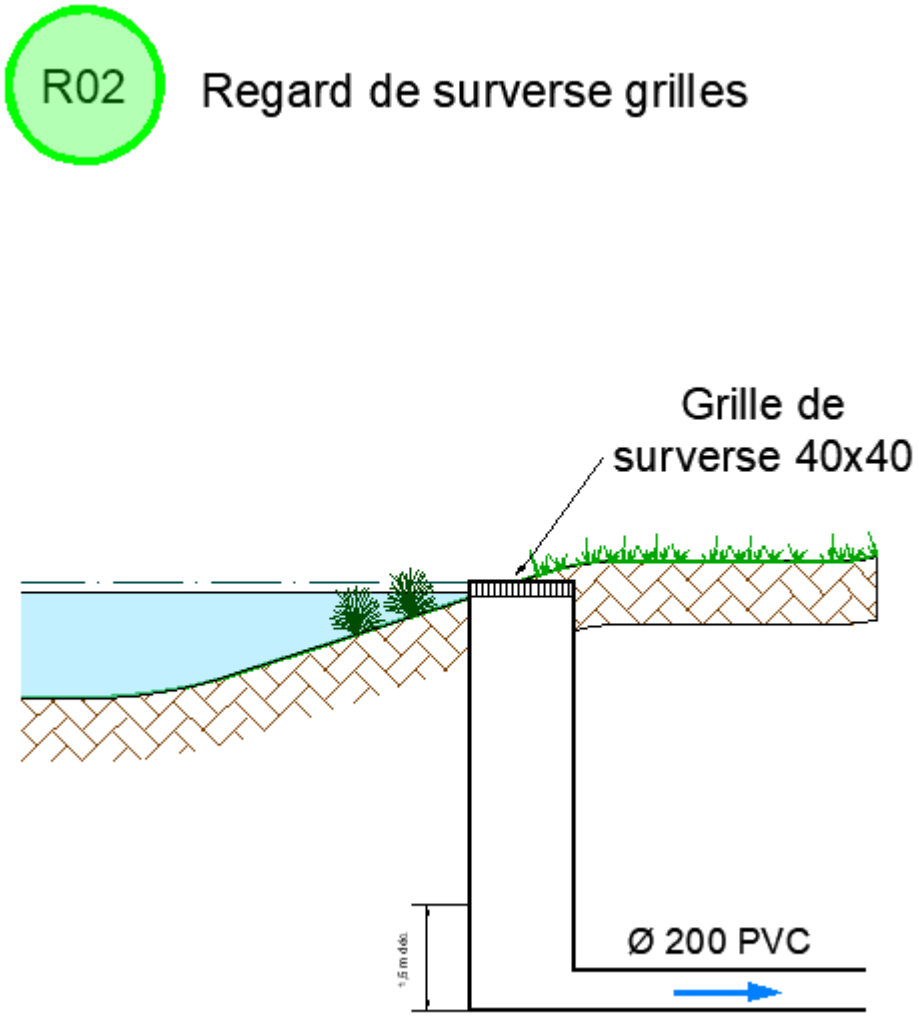
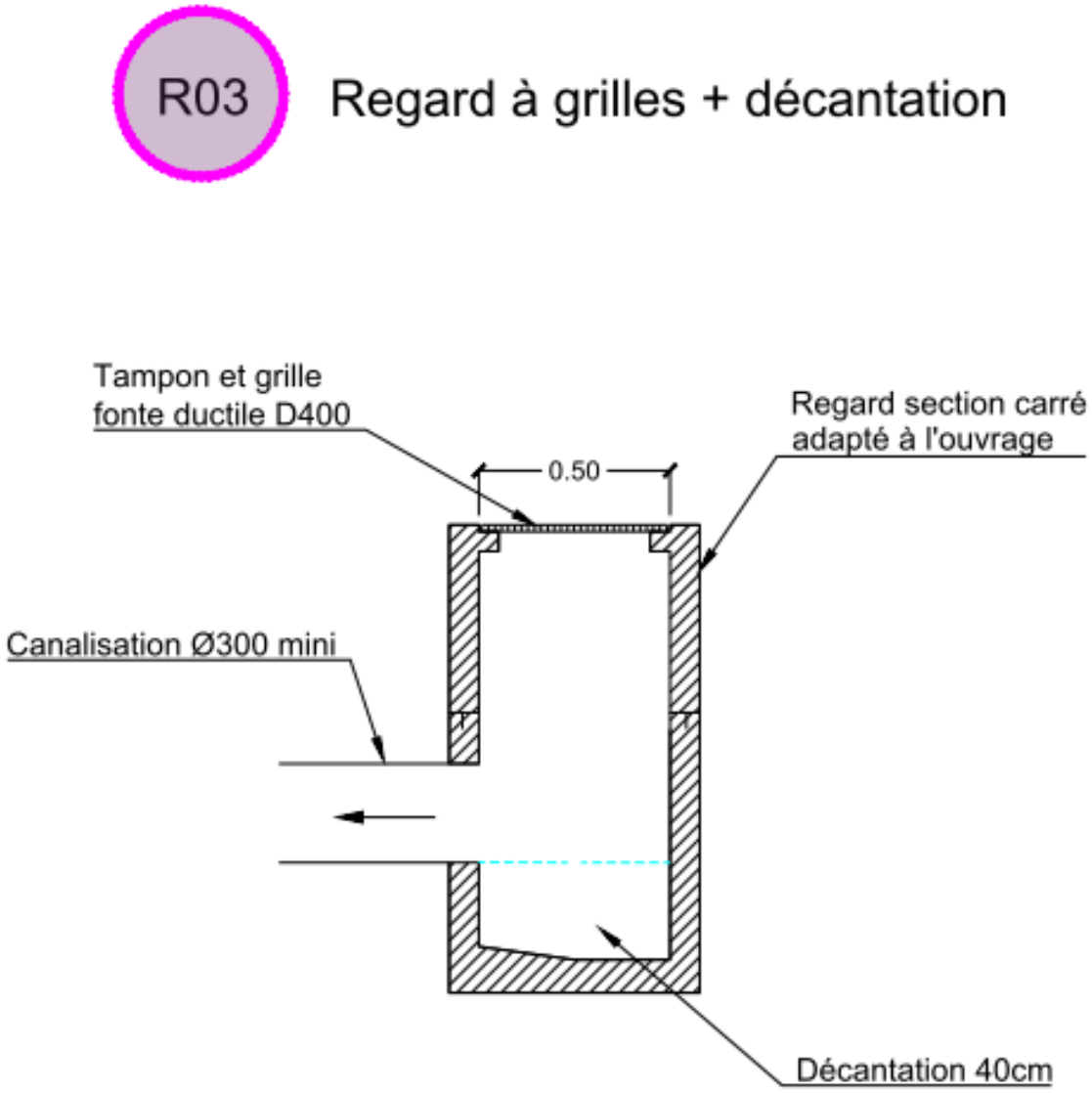
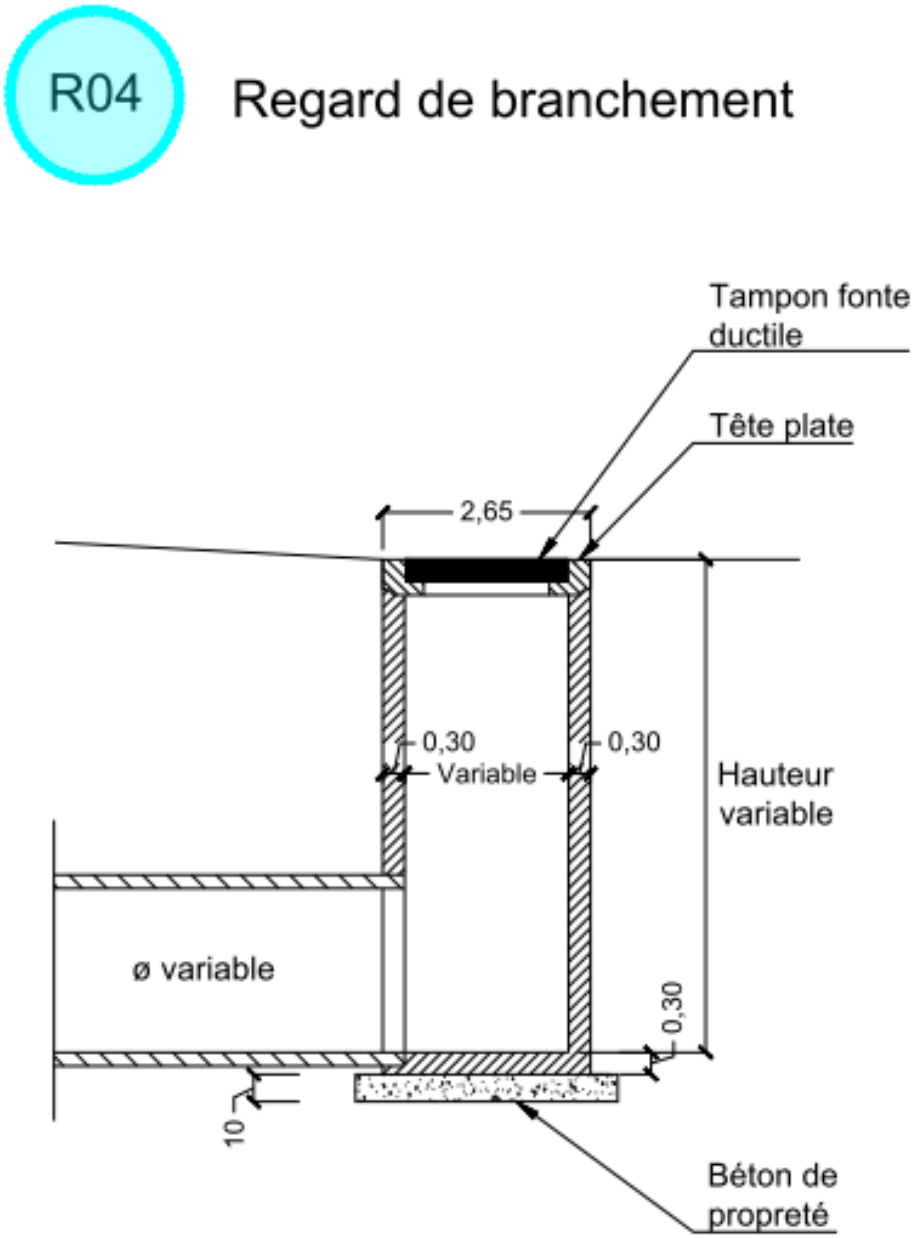


Figure 102 : Regard de surverse à grilles (Source : Arkham Ingénierie)

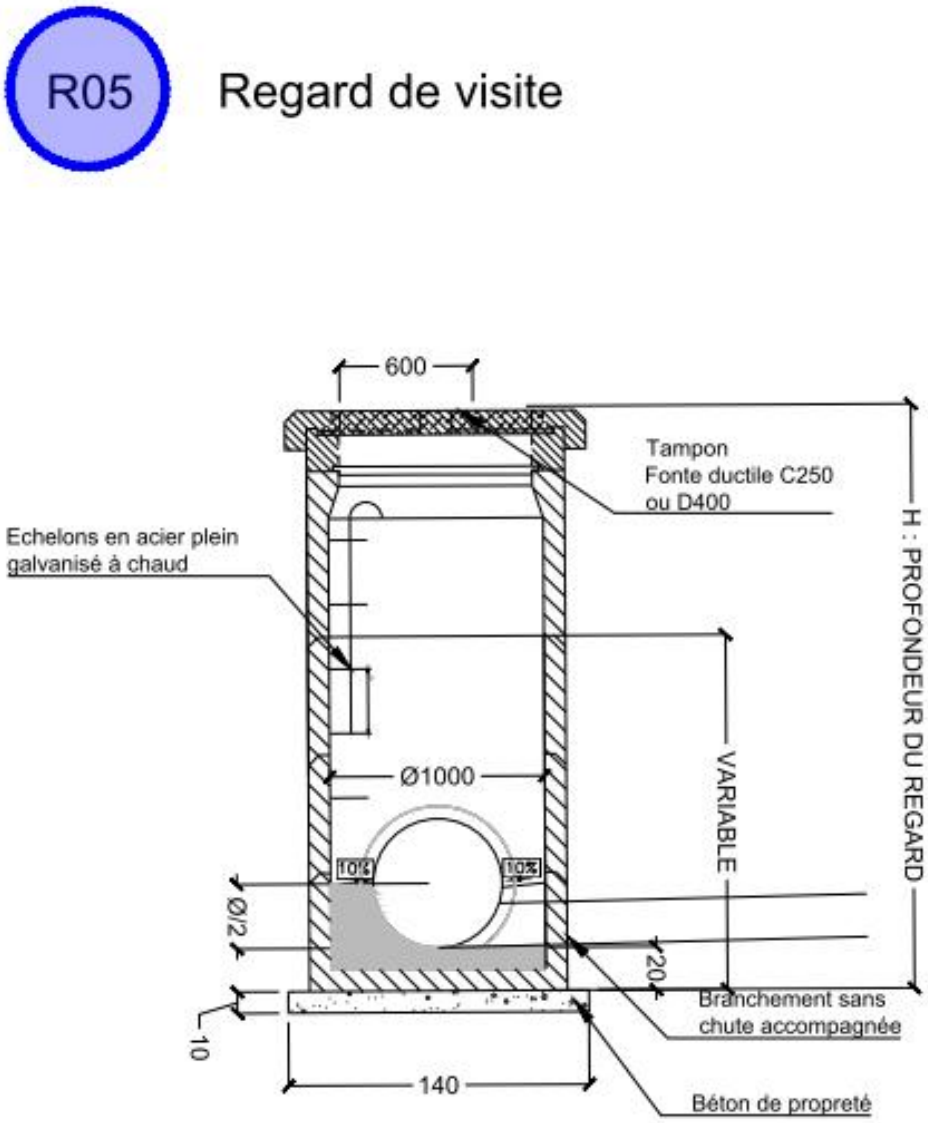
R03 – Regard à grilles



R04 – Regard de branchement

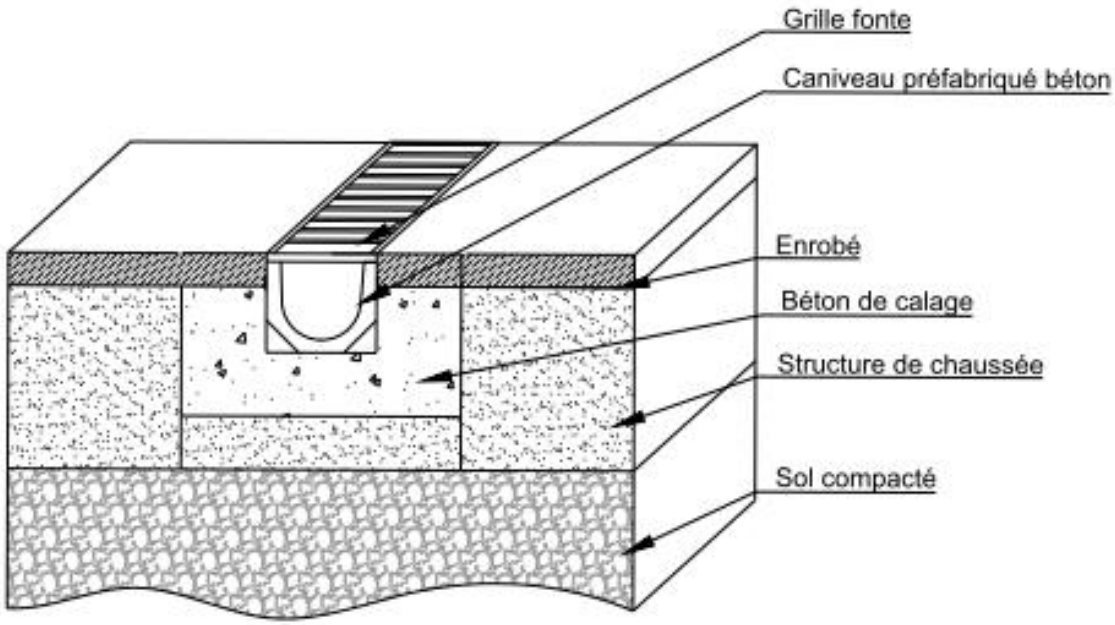


R05 – Regard de visite



C01 – Caniveau à grille

C01 Caniveau à grille



5.4. Les Descentes EP

Pour conserver le principe de ne pas approfondir la gestion des eaux pluviales du projet, il est important de récupérer les EP des toitures au plus proche du futur TN. Pour ce faire nous proposons plusieurs principes de descente pouvant s'accommoder de façon esthétique au projet et qui permettront aux eaux pluviales de se rejeter dans les noues ou espaces verts creux sans transiter le moins possible par des canalisations enterrées. Voici quelques détails techniques :

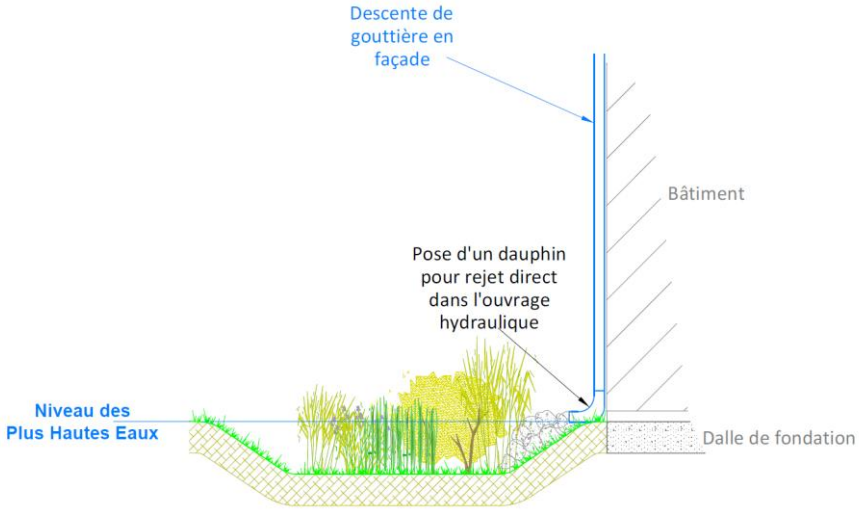


Figure 103 : Récupération des eaux en surface (Source : Arkham Ingénierie)

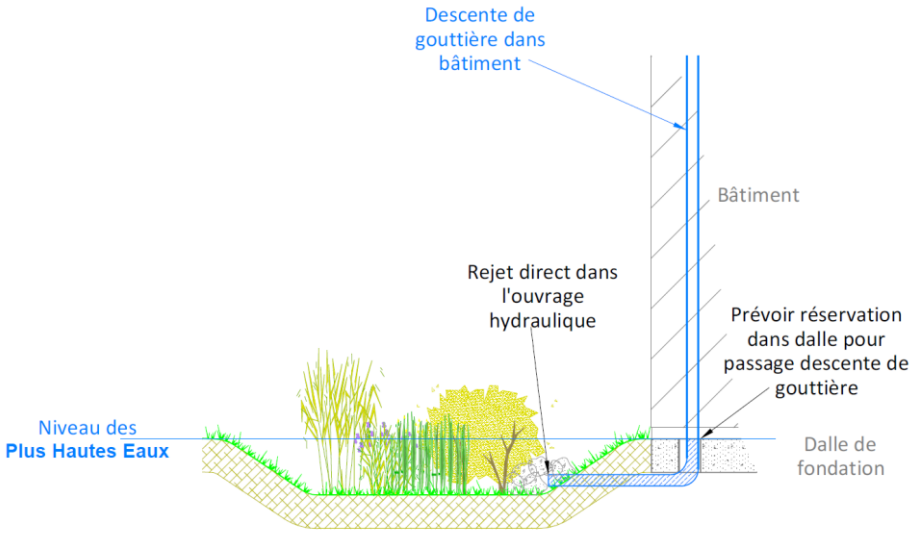


Figure 104 : Récupération des eaux sous dalle (Source : Arkham Ingénierie)

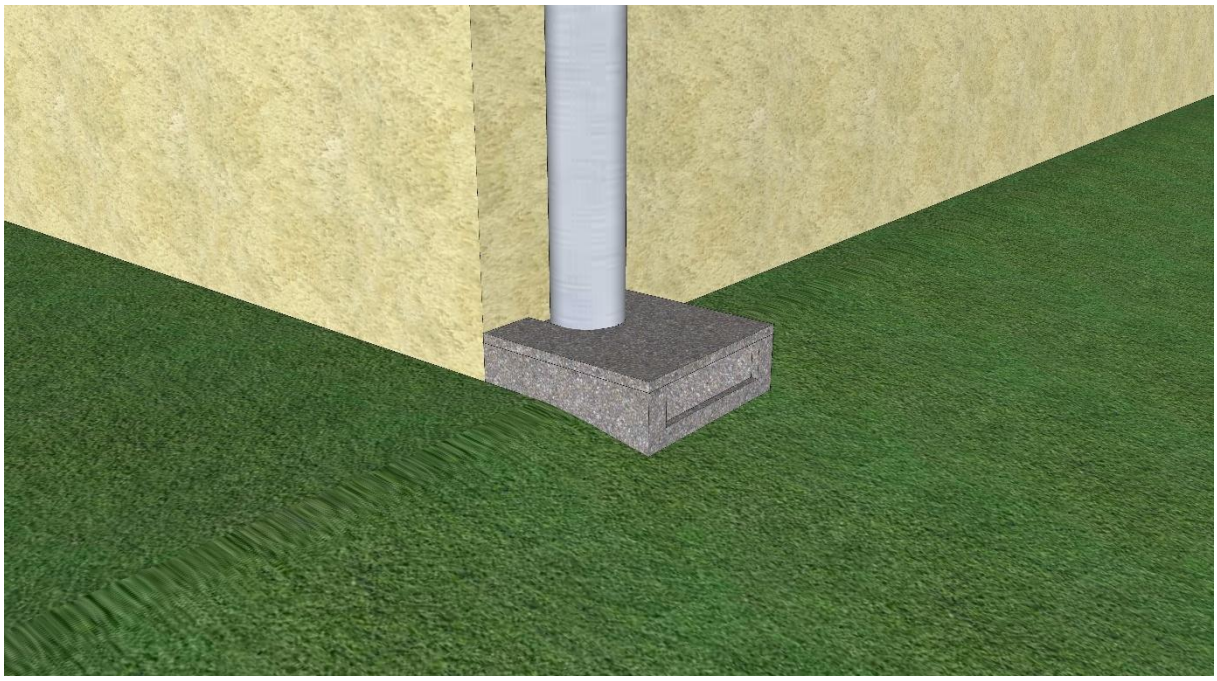


Figure 105 : Regard descente de gouttière déversoir (Source : Arkham Ingénierie)

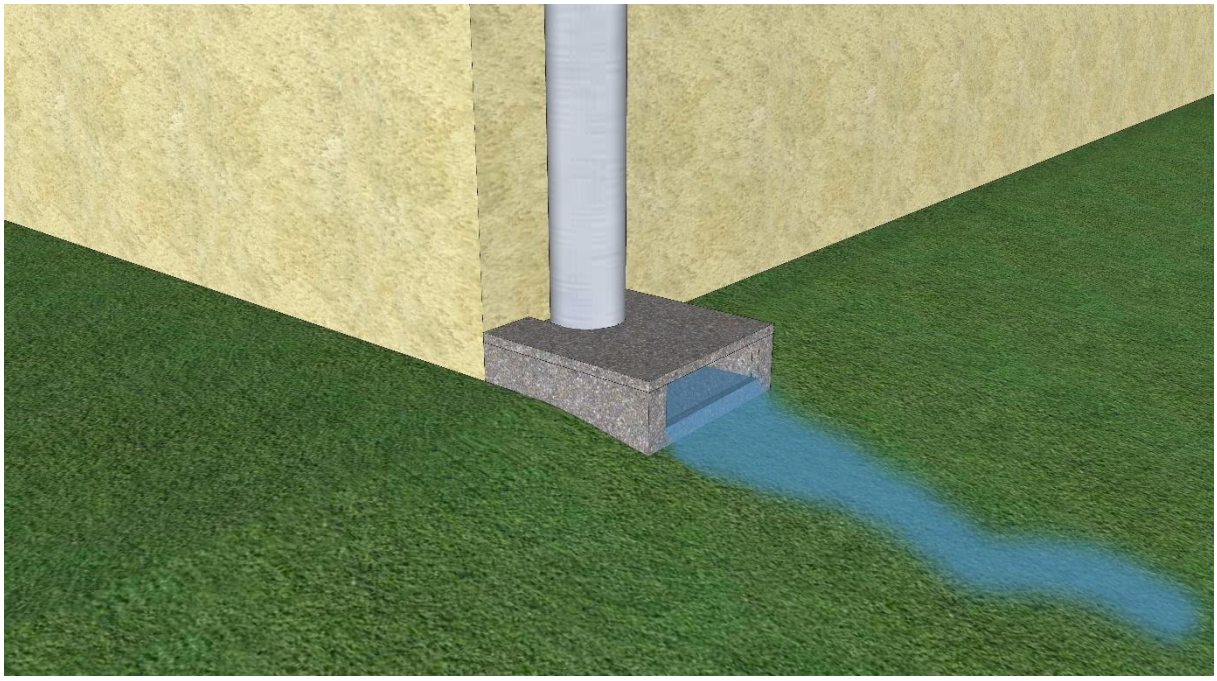


Figure 106 : Regard descente de gouttière déversoir en eau (Source : Arkham Ingénierie)

Dans le cas où les descentes de toitures ne sont pas situées dans des ouvrages récepteurs (espaces verts creux) et pour ne pas approfondir les réseaux et les ouvrages de gestion EP, il faut accompagner les fils d'eau sur voiries comme sur les deux exemples ci-dessous. Cet écoulement peut se faire aussi tout simplement sur le béton ou l'enrobé des voiries.

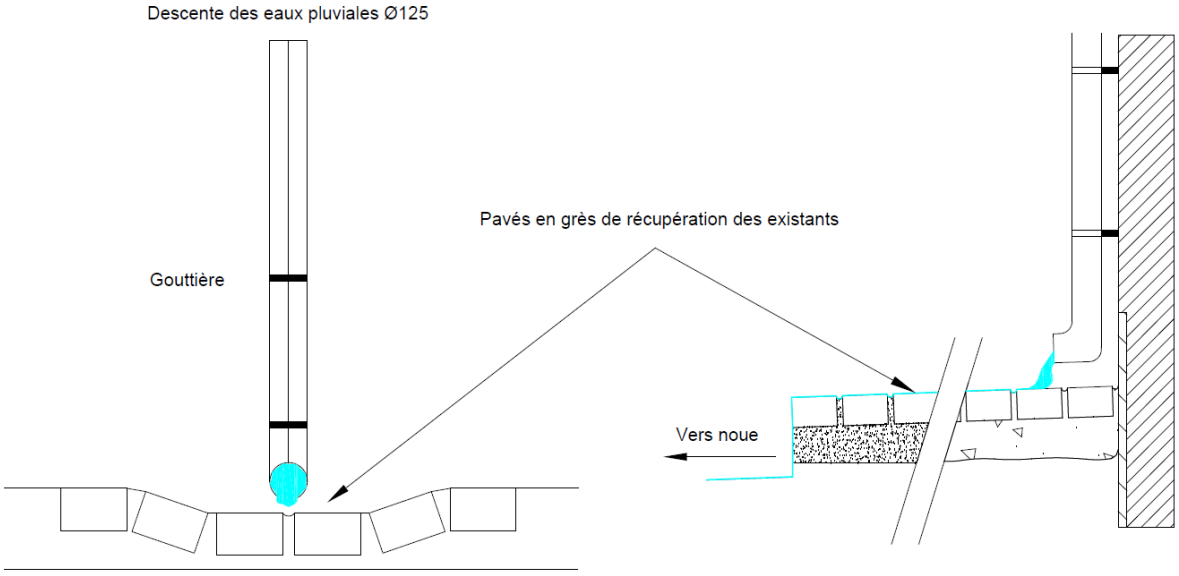


Figure 107 : Vue en coupe descente EP sur voirie (Source : Arkham Ingénierie)

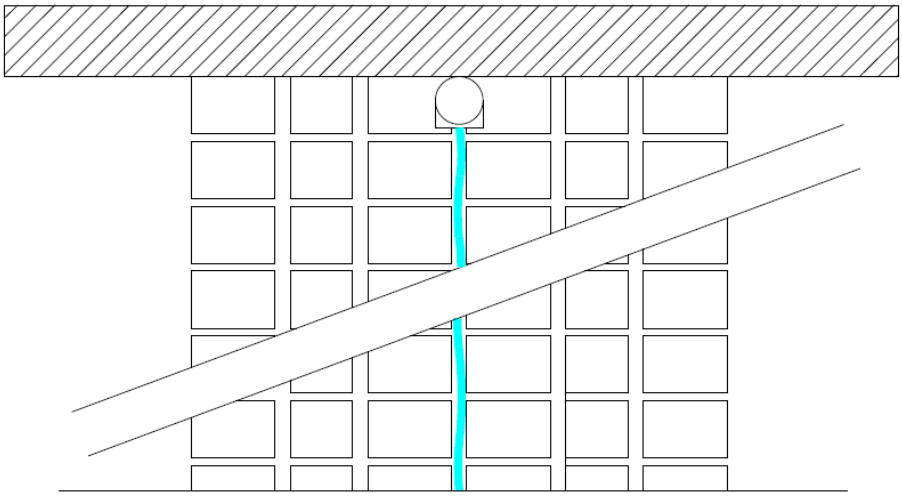


Figure 108 : Vue en plan descente EP sur voirie (Source : Arkham Ingénierie)

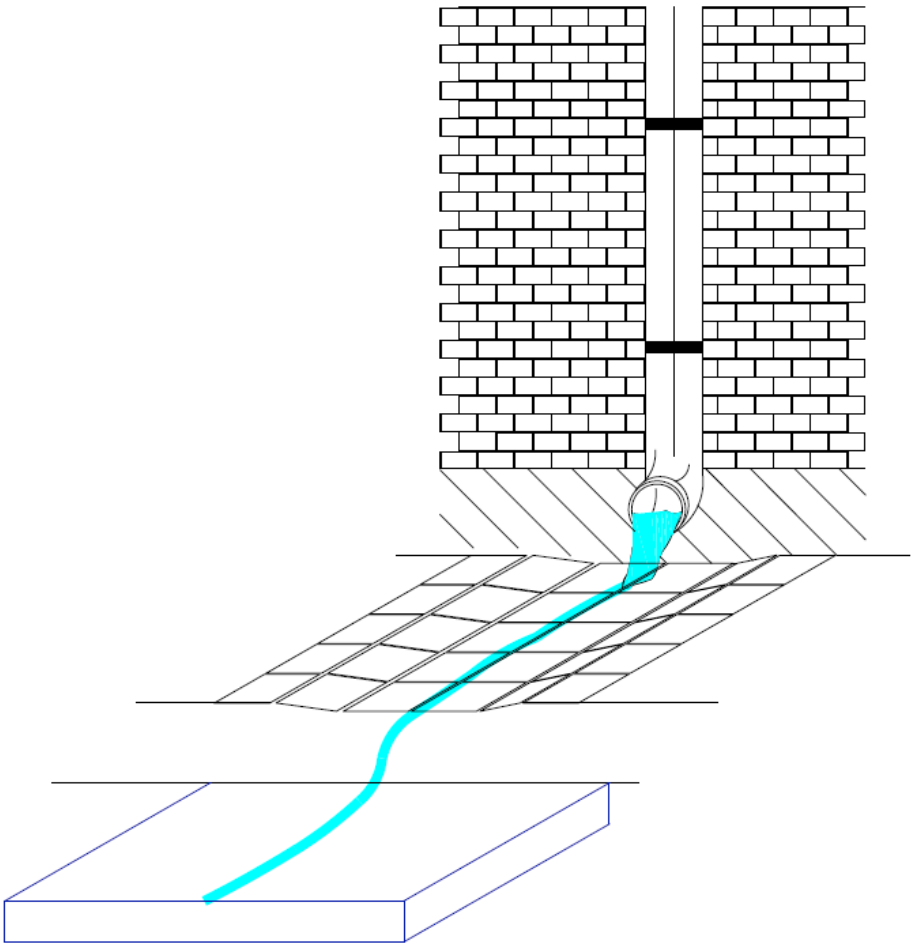


Figure 109 : Vue en 2D descente EP sur voirie (Source : Arkham Ingénierie)

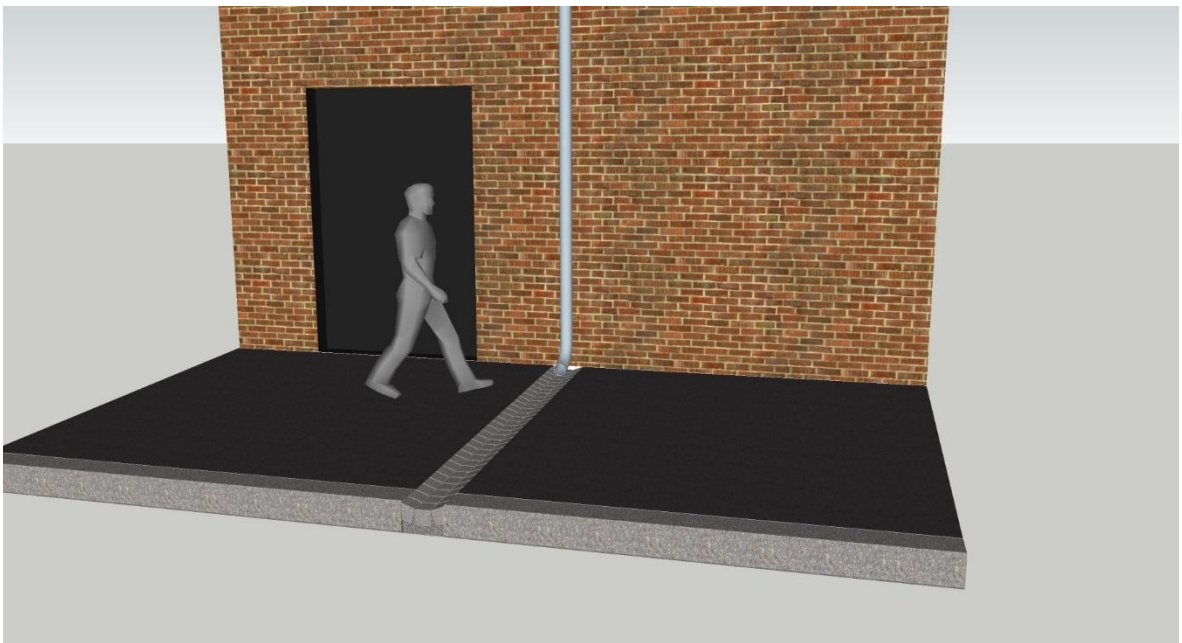


Figure 110 : Vue en 3D descente EP sur voirie (Source : Arkham Ingénierie)

Pour le confort des passants, sur cheminement piéton ce fil d'eau peut être canalisé via un caniveau à grilles, comme représenté ci-dessous :

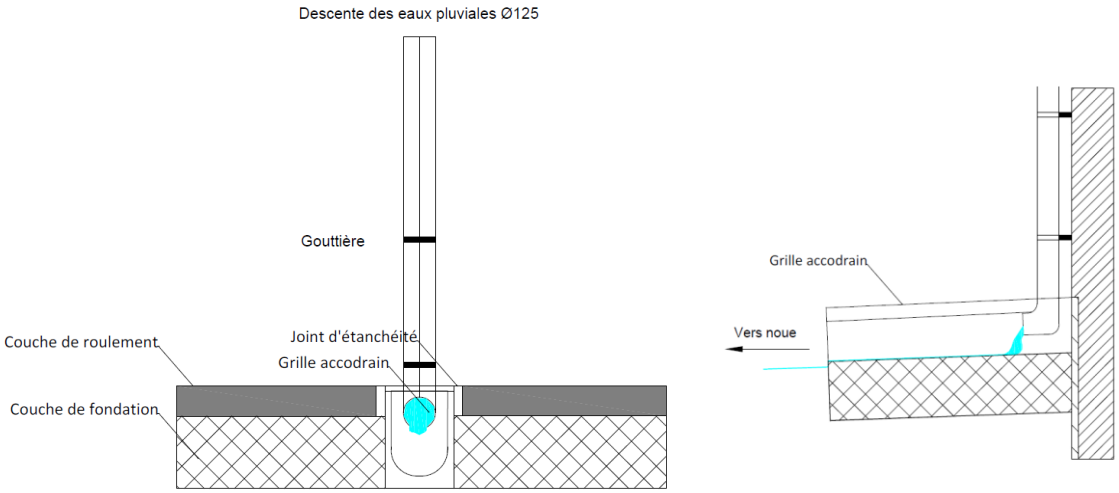


Figure 111 : Coupe et profil caniveau à grille pour accompagner descente toitures (Source : Arkham Ingénierie)

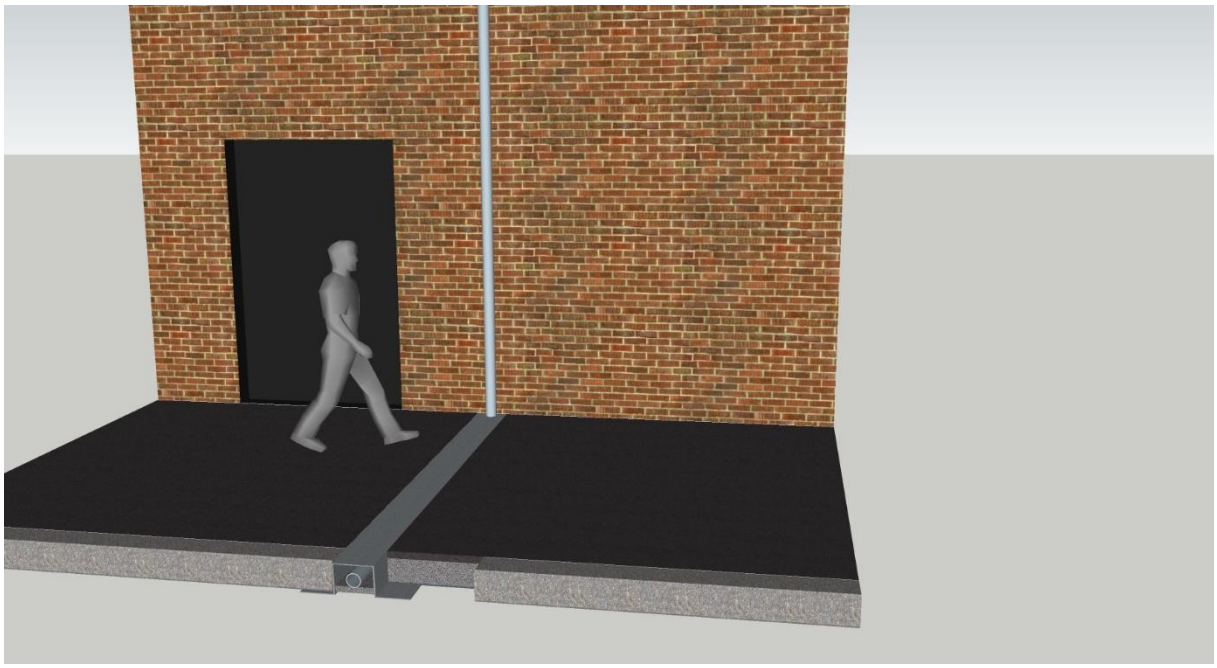


Figure 112 : Vue 3D caniveau à grille pour accompagner descente toitures (Source : Arkham Ingénierie)

6. Traitement des pollutions

6.1. Evaluation de la charge polluante

Lors des pluies, les matières déposées sur les surfaces de ruissellement sont transportées jusqu'à l'exutoire ou en fond d'ouvrage. Ces matières constituent une source de pollution relative. L'entraînement et le transport de ces matières sont fonction de facteurs caractéristiques :

- De la pluie : hauteur, intensité, durée de temps sec précédant la pluie ;
- Du sol : nature, pente, existence ou non d'un nettoyage régulier ;
- Du dépôt : type, importance.

Il est difficile de pouvoir évaluer les apports en polluants dus au ruissellement. La bibliographie donne les fourchettes suivantes actualisées selon les données de « ***La ville et son assainissement*** » du CEREMA (Anciennement CERTU) – 2003 et le « ***Document d'orientation pour une meilleure maitrise des pollutions dès l'origine du ruissellement*** » de Novembre 2011 par Agence de l'Eau Seine-Normandie. Nous corroborons ces résultats avec le guide « ***Calcul des charges de pollution chronique des eaux de ruissellement issues des plates-formes routières*** » du SETRA en 2006 :

Estimation des apports polluants dus au ruissellement (selon agence de l'eau Seine-Normandie 2011) :

Polluants	Voie urbaine			Aire de Stationnement	Abattement par les techniques alternatives (Certu 2003)		Sources Bibliographiques
	Trafic Faible <3 000 Véhicules/j	Trafic Moyen	Trafic Fort >10 000 Véhicules/j		Minima	Maxima	
DB05 (mg/L)	8-35 (26)				75%	95%	Certu 2003
MES (mg/L)	11,7-117 (84,5)	59,8-240 (99)	69,3-260 (160)	98-150 (129)	80%		Agence de l'eau Seine-Normandie 2011
DCO (mg/L)	70-368 (120)			50-199 (70)	80%	90%	
Cuivre (µg/l)	47-75,9 (60,4)	51,7-103,8 (97)	65,6-143,5 (90)	6-80 (43)	30%	65%	
Plomb (µg/l)	25-535 (170)			15,4-137 (78,5)	80%	98%	
Zinc (µg/l)	129,3-1956 (407)			125-526 (281)	15%	40%	
Hct (µg/l)	160-2277 (1402)		4000-11000 (4170)	150-1000 (160)	80%	90%	

Dans le cas présent sur ce projet, et en prenant en compte les données de trafic envisagé, voici une estimation des charges polluantes.

Les charges polluantes les plus importantes sont emportées par les premiers orages après une saison sèche. Ces phénomènes constituent le principal risque pour le milieu naturel. Après une saison sèche, on peut évaluer à 25 %, voire 50 % de la pollution annuelle, la charge polluante transportée par les eaux de ruissellement générées par cinq événements successifs de quelques heures. Un seul de ces événements pourrait transporter 10 à 20 % de la charge annuelle.

La pollution des eaux pluviales se distingue par un certain nombre de caractéristiques qui sont favorables à son traitement. En effet, une grande partie de la pollution se fixe sur les matériaux solides, à l'exception toutefois des nitrites, des nitrates et des phosphates qui sont essentiellement sous forme dissoute.

6.2. Les seuils d'acceptabilité

Nous évaluerons cette charge polluante que sur la zone de la voirie comprenant la chaussée et les stationnements.

La pluviométrie moyenne dans la zone est de **637 mm/an.** La surface imperméabilisée circulable (voiries, parking,…) du projet représente **9 032 m².**

Impluvium : 0.637 x 3605 = 5 753 m^3

C'est donc environ **5 753 m³** (5 753 000 litres) d'eaux de pluie (impluvium) qui tombent en moyenne chaque année sur les surfaces imperméabilisées circulables.

Il est en général considéré que 30 % des eaux pluviales tombant sur une surface imperméabilisée ne participent pas au ruissellement.

Le volume annuel moyen ruisselé sur les zones de voirie s'élève donc à :

5 753 x 0,7 = 4 027 m³

Données Trafic : Le projet dispose de **138** places de stationnement VL extérieur. A raison de 2 rotations par place pour les VL, nous arrivons à un trafic estimé à **276 véhicules par jour** pour la zone nous concernant (sans accroissement annuel – site privé).

Ces eaux de ruissellement seront stockées en espaces verts.

Les stockages en espaces verts via les espaces verts creux permettront une importante décantation, une filtration mécanique et une épuration biologique naturelle. L'accompagnement végétal renforcera encore le rôle épurateur.

Sur ces bases, les concentrations et les flux de pollution en sortie des espaces verts de stockage sont calculés à titre indicatif dans le tableau suivant, à partir des données issues de la bibliographie du CEREMA et de l'Agence de l'eau Seine-Normandie présentées précédemment. Ces données sont un peu plus précises que celle du document édité par le SETRA **« *Calcul des charges de pollution chronique des eaux de ruissellement issues des plates-formes routières* »** car dans celui-ci, les informations ont été recueillies et analysées pour un trafic allant de 1 000 Véhicules par jour à 10 000 véhicules par jour ; or le site d'activités est conçu pour un projet avec un trafic estimé à 146 véhicules par jour. Ainsi notre estimation est basée sur la définition de trafic faible donné dans le tableau précédent (CEREMA/AESN) qui donne un maillage plus précis pour la définition des charges unitaires annuelles que le document du SETRA. Néanmoins, nous corroborons dans cette note les calculs avec la méthode SETRA.

Paramètre de pollution des eaux pluviales	Charge polluante moyenne (Voiries VL et aires de stationnement)	Taux d'abattement moyen (CEREMA 2003 + AESN 2011)	Charge polluante annuelle en sortie des espaces verts creux		Charge polluante évènements pluvieux défavorable
	mg/l		Kg/an	mg/L	Kg/an
DB05	26	85%	0,016	3,90	1,5707
Matières en supension	84,5	80%	0,068	16,90	6,8063
DCO	120	85%	0,072	18,00	7,2493
Cuivre	0,06	48%	0,000	0,03	0,0126
Plomb	0,17	89%	0,000	0,02	0,0075
Zinc	0,41	28%	0,001	0,30	0,1189
Hydrocarbures	1,4	85%	0,001	0,21	0,0846

Les estimations des charges polluantes sont données dans la colonne bleue et exprimée en mg/l.

Dans la dernière colonne on remarque que nous approchons les valeurs de charges unitaires (Cu) définies dans le guide du SETRA « *Calcul des charges de pollution chronique des eaux de ruissellement issues des plates-formes routières* » à savoir :

- MES : 40 Kg/an (SETRA) et 30.26 Kg/an (CEREMA/AESN)
- DCO : 40 Kg/an (SETRA) et 32.23 Kg/an (CEREMA/AESN)
- ZINC : 0.4 Kg/an (SETRA) et 0.53 Kg/an (CEREMA/AESN)
- CUIVRE : 0.02 Kg/an (SETRA) et 0.06Kg/an (CEREMA/AESN)
- HYDROCARBURES : 0.6 Kg/an (SETRA) et 0.38 Kg/an (CEREMA/AESN)

La méthode CEREMA/AESN 2011 est plus contraignante puisqu'on observe que les charges unitaires annuelles, bien que comparables, sont parfois supérieures. C'est aussi le cas pour les estimations de charges polluantes.

Voici un tableau extrait du guide du SETRA « ***Calcul des charges de pollution chronique des eaux de ruissellement issues des plates-formes routières*** » avec un exemple d'objectifs de qualité du SDAGE Rhône-Méditerranée-Corse :

Classe **Concentration maximale admissible dans le rejet**	**1A**	**1B**	**2**	**3**
MES (mg/l)	25	25	70	150
DCO (mg/l)	20	25	40	80
Cu (μg/l)		5	1000	
Cd (μg/l)	2	5	5	

La classe 1A correspond au meilleur objectif de qualité : il permet toute activité liée à l'usage de l'eau. A noter que ces valeurs sont susceptibles d'évoluer, notamment avec la prise en compte des objectifs de bon état des eaux. Il est donc demandé au lecteur une grande vigilance vis-à-vis de la législation et des futurs systèmes d'évaluation de la qualité de l'eau néanmoins, quand on compare les résultats sur l'estimation de la charge polluante du projet, nous avons des résultats qui sont inférieurs à la concentration maximale admissible dans le rejet :

Concentration Maximale admissible dans le rejet	**Rejet du projet**	**Classe 1 A**	**Classe 1 B**	**Classe 2**	**Classe 3**
Matières en supension (mg/l)	16,90	25	25,00	70,00	150,00
DCO (mg/l)	18,00	20	25,00	40,00	80,00
Cuivre(mg/l)	0,03		5,00	100,00	

On observe que l'estimation de la charge polluante sur ce projet classe la concentration de rejet en classe 1A.

Cas des hydrocarbures

Dans notre tableau d'estimation des charges polluantes, après abattement, la valeur de concentration des hydrocarbures est de 0.007 mg/litre. Selon la norme NF EN 858.1 la teneur maximale autorisée en hydrocarbures résiduels est de 5 mg/l (résultat obtenu par le meilleur séparateur hydrocarbures disponible et surtout entretenu). Le traitement avec des noues enherbées et des espaces verts creux, donne un résultat très supérieur. Le projet est donc conforme en termes de taux de rejet d'hydrocarbures.

6.3. Evaluation de la charge polluante (selon méthode SETRA 2006)

Nous avons modélisé selon les définitions données par le guide du SETRA « ***Calcul des charges de pollution chronique des eaux de ruissellement issues des plates-formes routières*** » les estimations de charges polluantes pour le projet ainsi que les concentrations émises :

Paramètre de pollution des eaux pluviales selon guide SETRA 2006	Charge polluante annuelle véhiculées par les eaux de ruissellement CU	Taux d'abattement/Performance des ouvrages (Fossés/Noues enherbés - SETRA 2006)	Charge polluante annuelle CA emise par le trafic routier	Calcul de concentrations dans le milieu récepteur (Impact maximal)
	kg/an		Kg/an	mg/L
Matières en supension	40	65%	3,613	1,02
DCO	40	50%	3,613	1,46
Cuivre	0,02	65%	0,002	0,00
Cadnium	0,002	65%	0,000	0,00
Zinc	0,4	65%	0,036	0,01
Hydrocarbures	0,6	50%	0,054	0,02

Nous avons calculé la charge polluante CA avec l'équation 1 : charge annuelle en fonction du trafic et de la surface d'impluvium jusqu'à 10 000 v/j :

$$Ca = Cu \times \frac{T}{1000} \times S$$

Avec :

- Ca = charge annuelle, en kg, de 0 à 10 000 v/j,
- T = trafic global en v/j, quel que soit le pourcentage de poids lourds,
- S = surface imperméabilisée en ha,
- Cu = charge unitaire annuelle en kg/ha pour 1 000 v/j

Le taux d'abattement et performance des ouvrages est issu du tableau page 7 du guide et repris ci-dessous :

Performances intrinsèques

	MES	DCO	Cu, Cd, Zn	HC et HAP
Fossé enherbé	65	50	65	50
Bief de confinement	65	50	65	50
Fossé Subhorizontal Enherbé	65	50	65	50
Bassin Sanitaire	85	70	85	90
Filtre à Sable	90	75	90	95
Bassin avec volume mort Vs en m/h				
1	85	75	80	65
3	70	65	70	45
5	60	55	60	40

Nous avons retenu la valeur pour les fossés enherbés car nous allons gérer l'infiltration via des noues et des espaces vers creux.

Enfin nous avons calculé la concentration dans le milieu récepteur à travers l'équation n°4 : concentration émise par un événement pluvial de pointe (mg/l) :

$$Ce = \frac{Fr \times Ca \times (1-t)}{10 \times Sh} \quad ou \quad Ce = \frac{2,3 \times Ca \times (1-t)}{10 \times S}$$

Avec :

- Fr = fraction maximale de la charge polluante annuelle mobilisable par un événement de pointe,
- Ce = concentration émise en mg/l,
- t = taux d'abattement des ouvrages,
- Ca est exprimé en kg, S en ha et h en m

Conclusion méthode SETRA 2006

Les résultats classent le projet en catégorie A1 et sont inférieurs à ceux trouvés avec la méthode CEREMA/AESN 2011 car les données d'entrées étaient moins fortes. Voici un tableau comparatif des deux méthodes : on constate que dans les deux cas les estimations classent les rejets en catégorie A1.

Concentration Maximale admissible dans le rejet	Rejet du projet - Méthode CEREMA / AESN 2011	Rejet du projet - Méthode SETRA 2006	Classe 1 A	Classe 1B
Matières en supension (mg/l)	16,90	1,02	25	25,00
DCO (mg/l)	18,00	1,46	20	25,00
Cuivre(mg/l)	0,03	0,00		5,00

De même pour les hydrocarbures totaux, l'impact maximal du rejet reste inférieur à la valeur seuil de 5 mg/L.

Quelle que soit la méthode d'estimation de la charge polluante, les rejets en concentration maximale sont inférieurs à la catégorie de classe 1A.

Du fait de sa conception et du choix d'un mode de gestion des eaux de ruissellement à travers un espace vert planté, la quantité de polluants générés par l'aménagement ne sera que très faible et même dans certains cas sera tellement infime qu'on ne pourrait pas la quantifier. Le projet n'aura ainsi pas d'incidence sur les eaux superficielles. En effet, la collecte des eaux pluviales au plus proche du lieu de précipitation permettra de limiter au maximum les ruissellements et donc la charge polluante. Les ouvrages de gestion des eaux pluviales permettront, par ailleurs, d'annihiler la vitesse de l'eau et de favoriser la décantation. De plus, les plantations réalisées dans les espaces verts de stockage apporteront une épuration biologique naturelle supplémentaire.

6.4. Incidence sur les eaux souterraines

Les temps de transit dans les ouvrages de gestion favoriseront la décantation et l'oxydation des éléments. Les végétaux mis en place accentueront cet effet épuratoire naturel. Lors de pollutions ponctuelles, une simple réfection des matériaux pollués suffira. L'accès étant aisé, le contrôle visuel et la surveillance en sont simplifiés.

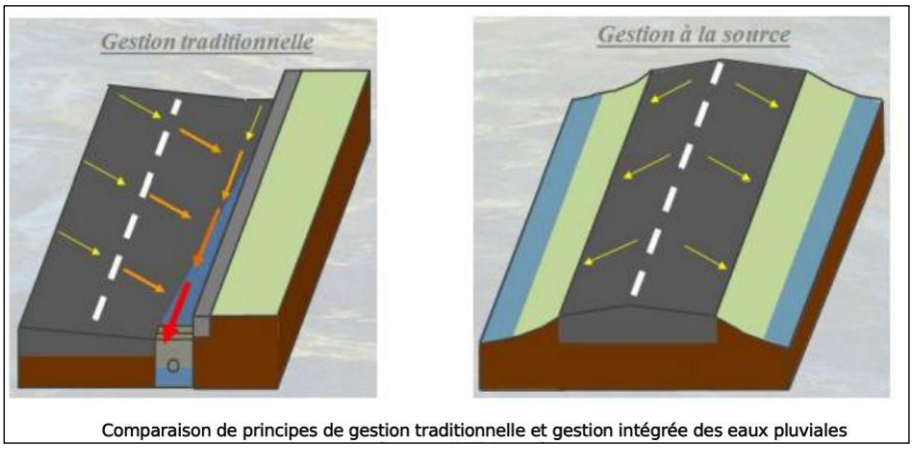
L'interface entre la structure et le sol permet la diffusion de la pollution plutôt que la concentration engendrée par une canalisation qui ne possède qu'un point de rejet. Ainsi la percolation dans le sol permet une filtration à travers les matériaux en place et une dégradation/oxydation plus importante.

Une part importante des polluants et des matières en suspension sera bloquée, oxydée et décomposée dans la végétation en surface, il n'y aura par conséquent aucune incidence du projet sur les eaux souterraines.

6.5. Traitement des pollutions chroniques

Dans le cas d'une gestion des eaux pluviales classique, le transit des eaux de ruissellement au sein d'ouvrages de transfert comme des canalisations enterrées augmente leur pouvoir polluant puisque leur parcours par ruissellement est extrêmement important.

En effet, le paramètre du « temps de parcours » de l'eau par ruissellement sur les surfaces minérales de voirie potentiellement polluées et canalisations enterrées est prépondérant. Plus le parcours de ruissellement est long et plus les substances polluantes sont arrachées des surfaces, par abrasion mécanique et par mise en solution au sein de la masse d'eau, et inversement.

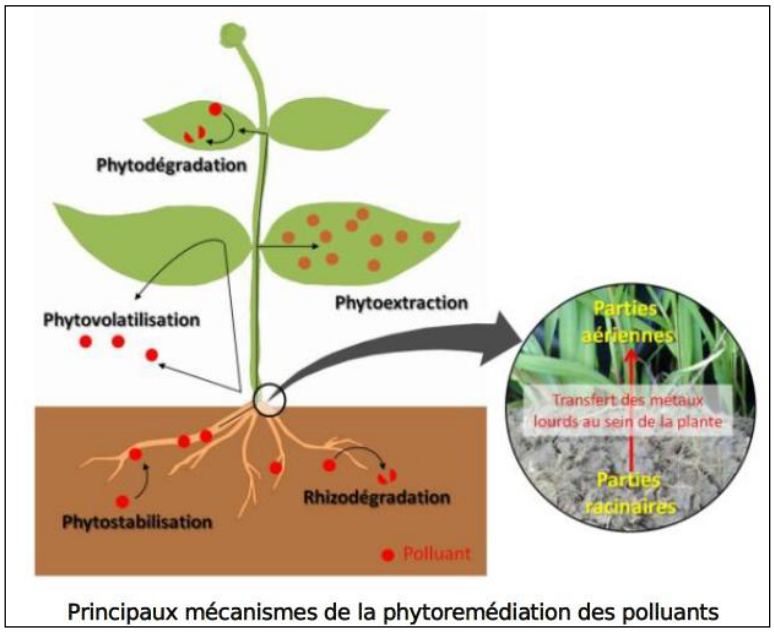


Comparaison de principes de gestion traditionnelle et gestion intégrée des eaux pluviales

La gestion des eaux pluviales à la source, au plus proche du lieu de précipitation, permet ainsi de limiter la charge polluante des eaux de ruissellement. En outre, il est intéressant de voir de quelle manière se comportent les polluants dans des ouvrages de stockage / infiltration réalisés en espace vert.

La qualité de l'eau de ruissellement et le devenir des polluants ont été suivis durant plusieurs années sur une opération test en Normandie entre 2013 et 2016 où des contrôles de pollution sont effectués dans une noue en bord de voirie. Cette étude sur site a été associée à des essais grandeur nature sur des mésocosmes contaminés artificiellement avec six polluants (métaux lourds et HAP) toxiques et/ou cancérigènes et mutagènes et

récalcitrants dans l'environnement afin de tester les capacités de remédiation de quatre espèces végétales couramment plantées dans nos ouvrages. L'absorption des métaux lourds dans les racines des végétaux, l'exportation de ces éléments dans les parties aériennes des plantes (tiges, feuilles, racines) mais aussi l'augmentation de la dégradation des polluants organiques comme les HAP par l'intermédiaire des microorganismes ont été étudiées.



Principaux mécanismes de la phytoremédiation des polluants

Les travaux ont notamment montré que :

- Les sols limono-argileux retiennent très majoritairement les polluants hydrophobes et peu solubles dans l'eau (HAP) ;
- La dégradation des HAP est favorisée autour des racines de certaines plantes ;
- Les plantes peuvent stabiliser dans leurs racines et extraire dans leurs feuilles et tiges de faibles quantités de métaux ;
- La dépollution est meilleure lorsque le système est vivant, planté et propice au développement de micro-organismes.

C'est bien l'association de la plante et des microorganismes du sol qui va dans certains cas avoir un effet de synergie et favoriser le traitement des polluants. Pour ne citer que certains exemples qui témoignent de cette synergie, la plante est capable de diminuer la toxicité de certains polluants en libérant des substances dans le sol ou encore l'ensemble des racines va créer un habitat favorable au développement des micro-organismes alors plus performants pour la dégradation des polluants organiques, etc.

De nombreuses études confirment aujourd'hui l'efficacité du concept de gestion des eaux pluviales par des espaces verts pour le traitement des polluants associés aux ruissellements. La gestion des eaux pluviales en espaces verts, telle que mise en œuvre sur le présent projet est grandement favorable à la dépollution, notamment en comparaison avec un système classique.

7. Liste des Annexes

- Annexe 1 - Rapport Géotechnique G2 AVP
- Annexe 2 – Zonage Pluvial de Thillois
- Annexe 3 – Règlement de zonage du Grand Reims



MAITRISE D'OUVRAGE :

FAUBOURG PROMOTION

OPERATION :

ZONE D'ACTIVITE
Champigny Les Sables
Reims (51)

MAÎTRISE D'OEUVRE - BET VRD :

ARKHAM Ingenierie Environnementale
ARKHAM INGENIERIE
32 Route de Chambray
27220 VERNON

VISUEL :

EMETTEUR : ARKHAM INGENIERIE

TITRE :

PLAN D'ASSAINISSEMENT

ECHELLE : 1/500

PHASE : PC

DATE : 25/02/2026

CORPS D'ETAT :	LOT :	AFFAIRE :	N° DOCUMENT :	INDICE :
--	--	ARK.FAU.CHA		-

INDICE :	DATE :	OBSERVATIONS :
A	25/02/2026	Première émission
B		
C		
D		
E		
F		

>> © ARKHAM INGENIERIE (FRANCE) _ Tous droits réservés pour tous pays. Reproduction interdite sauf autorisation<<.



BV6 - gestion d'une pluie de 100 ans dans un espace vert creux n°6

Volume à stocker : 2.82 m³
Surface imperméabilisée : 98 m²
Surface espace vert creux : 22 m²
Temps de vidange : 1.23 h
Espace vert creux :
Volume disponible : 3.30 m³
Hauteur espace vert creux : 0.15 m

BV7 - gestion d'une pluie de 100 ans dans un espace vert creux n°7

Volume à stocker : 2.96 m³
Surface imperméabilisée : 113 m²
Surface espace vert creux : 59 m²
Temps de vidange : 0.48 h
Espace vert creux :
Volume disponible : 5.90 m³
Hauteur espace vert creux : 0.10 m

BV5 - gestion d'une pluie de 100 ans dans un espace vert creux n°5

Volume à stocker : 3.80 m³
Surface imperméabilisée : 129 m²
Surface espace vert creux : 25 m²
Temps de vidange : 1.46 h
Espace vert creux :
Volume disponible : 5.00 m³
Hauteur espace vert creux : 0.20 m

BV4 - gestion d'une pluie de 100 ans dans un espace vert creux n°4

Volume à stocker : 7.33 m³
Surface imperméabilisée : 271 m²
Surface espace vert creux : 100 m²
Temps de vidange : 0.70 h
Espace vert creux :
Volume disponible : 10.00 m³
Hauteur espace vert creux : 0.10 m

BV8 - gestion d'une pluie de 100 ans dans un espace vert creux n°8

Volume à stocker : 4.49 m³
Surface imperméabilisée : 169 m²
Surface espace vert creux : 74 m²
Temps de vidange : 0.58 h
Espace vert creux :
Volume disponible : 7.40 m³
Hauteur espace vert creux : 0.10 m

BV9 - gestion d'une pluie de 100 ans dans un espace vert creux n°9

Volume à stocker : 3.54 m³
Surface imperméabilisée : 133 m²
Surface espace vert creux : 57 m²
Temps de vidange : 0.59 h
Espace vert creux :
Volume disponible : 5.70 m³
Hauteur espace vert creux : 0.10 m

BV2 - gestion d'une pluie de 100 ans dans un espace vert creux n°2

Volume à stocker : 137.13 m³
Surface imperméabilisée : 4060 m²
Surface espace vert creux : 707 m²
Temps de vidange : 1.86 h
Espace vert creux :
Volume disponible : 141.40 m³
Hauteur espace vert creux : 0.20 m

BV24 - gestion d'une pluie de 100 ans dans un espace vert creux n°24

Volume à stocker : 5.05 m³
Surface imperméabilisée : 189 m²
Surface espace vert creux : 78 m²
Temps de vidange : 0.62 h
Espace vert creux :
Volume disponible : 7.80 m³
Hauteur espace vert creux : 0.10 m

BV25 - gestion d'une pluie de 100 ans dans un massif drainant n°25

Volume à stocker : 21.04 m³
Surface imperméabilisée : 638 m²
Surface massif drainant : 54 m²
Temps de vidange : 3.75 h
Massif drainant (40% de vide) :
Volume disponible : 21.60 m³
Hauteur massif drainant : 1.00 m

BV23 - gestion d'une pluie de 100 ans dans un espace vert creux n°23

Volume à stocker : 3.89 m³
Surface imperméabilisée : 149 m²
Surface espace vert creux : 80 m²
Temps de vidange : 0.47 h
Espace vert creux :
Volume disponible : 8.00 m³
Hauteur espace vert creux : 0.10 m

BV12 - gestion d'une pluie de 100 ans dans un espace vert creux n°12

Volume à stocker : 78.44 m³
Surface imperméabilisée : 2901 m²
Surface espace vert creux : 1072 m²
Temps de vidange : 0.7 h
Espace vert creux :
Volume disponible : 107.20 m³
Hauteur espace vert creux : 0.10 m

BV22 - gestion d'une pluie de 100 ans dans un espace vert creux n°22

Volume à stocker : 3.06 m³
Surface imperméabilisée : 117 m²
Surface espace vert creux : 61 m²
Temps de vidange : 0.48 h
Espace vert creux :
Volume disponible : 6.10 m³
Hauteur espace vert creux : 0.10 m

BV29 - gestion d'une pluie de 100 ans dans un massif drainant n°29

Volume à stocker : 2.80 m³
Surface imperméabilisée : 96 m²
Surface massif drainant : 15 m²
Temps de vidange : 1.8 h
Massif drainant (40% de vide) :
Volume disponible : 3.00 m³
Hauteur massif drainant : 0.50 m

BV3 - gestion d'une pluie de 100 ans dans un espace vert creux n°3

Volume à stocker : 53.15 m³
Surface imperméabilisée : 1740 m²
Surface espace vert creux : 572 m²
Temps de vidange : 0.89 h
Espace vert creux :
Volume disponible : 57.20 m³
Hauteur espace vert creux : 0.10 m

BV21 - gestion d'une pluie de 100 ans dans un espace vert creux n°21

Volume à stocker : 3.20 m³
Surface imperméabilisée : 119 m²
Surface espace vert creux : 47 m²
Temps de vidange : 0.65 h
Espace vert creux :
Volume disponible : 4.70 m³
Hauteur espace vert creux : 0.10 m

BV20 - gestion d'une pluie de 100 ans dans un espace vert creux n°20

Volume à stocker : 4.88 m³
Surface imperméabilisée : 180 m²
Surface espace vert creux : 65 m²
Temps de vidange : 0.72 h
Espace vert creux :
Volume disponible : 6.50 m³
Hauteur espace vert creux : 0.10 m

BV19 - gestion d'une pluie de 100 ans dans un espace vert creux n°19

Volume à stocker : 2.01 m³
Surface imperméabilisée : 70 m²
Surface espace vert creux : 16 m²
Temps de vidange : 1.21 h
Espace vert creux :
Volume disponible : 3.20 m³
Hauteur espace vert creux : 0.20 m

BV18 - gestion d'une pluie de 100 ans dans un espace vert creux n°18

Volume à stocker : 1.27 m³
Surface imperméabilisée : 49 m²
Surface espace vert creux : 64 m²
Temps de vidange : 0.19 h
Espace vert creux :
Volume disponible : 6.40 m³
Hauteur espace vert creux : 0.10 m

BV28 - gestion d'une pluie de 100 ans dans un massif drainant n°28

Volume à stocker : 2.87 m³
Surface imperméabilisée : 98 m²
Surface massif drainant : 35 m²
Temps de vidange : 1.84 h
Massif drainant (40% de vide) :
Volume disponible : 3.00 m³
Hauteur massif drainant : 0.50 m

BV17 - gestion d'une pluie de 100 ans dans un espace vert creux n°17

Volume à stocker : 11.85 m³
Surface imperméabilisée : 394 m²
Surface espace vert creux : 66 m²
Temps de vidange : 1.73 h
Espace vert creux :
Volume disponible : 13.20 m³
Hauteur espace vert creux : 0.20 m

BV1 - gestion d'une pluie de 100 ans dans un espace vert creux n°1

Volume à stocker : 162.9 m³
Surface imperméabilisée : 4980 m²
Surface espace vert creux : 933 m²
Temps de vidange : 1.68 h
Espace vert creux :
Volume disponible : 186.6 m³

BV26 - gestion d'une pluie de 100 ans dans un massif drainant n°26

olume à stocker : 6.68 m³
rface imperméabilisée : 228 m²
rface massif drainant : 35 m²
mps de vidange : 1.83 h
assif drainant (40% de vide) :
olume disponible : 7.00 m³
auteur massif drainant : 0.50 m

BV14 - gestion d'une pluie de 100 ans dans un espace vert creux n°14

Volume à stocker : 6.34 m³
Surface imperméabilisée : 223 m²
Surface espace vert creux : 55 m²
Temps de vidange : 1.11 h
Espace vert creux :
Volume disponible : 8.25 m³
Hauteur espace vert creux : 0.15 m

BV9 - gestion d'une pluie de 100 ans dans un espace vert creux n°9

Volume à stocker : 3.54 m³
Surface imperméabilisée : 133 m²
Surface espace vert creux : 57 m²
Temps de vidange : 0.60 h
Espace vert creux :
Volume disponible : 5.70 m³
Hauteur espace vert creux : 0.10 m

BV10 - gestion d'une pluie de 100 ans dans un espace vert creux n°10

Volume à stocker : 5.69 m³
Surface imperméabilisée : 211 m²
Surface espace vert creux : 80 m²
Temps de vidange : 0.68 h
Espace vert creux :
Volume disponible : 8.00 m³
Hauteur espace vert creux : 0.10 m

BV15 - gestion d'une pluie de 100 ans dans un espace vert creux n°15

Volume à stocker : 11.38 m³
Surface imperméabilisée : 400 m²
Surface espace vert creux : 98 m²
Temps de vidange : 1.12 h
Espace vert creux :
Volume disponible : 14.70 m³
Hauteur espace vert creux : 0.15 m

BV11 - gestion d'une pluie de 100 ans dans un espace vert creux n°11

Volume à stocker : 5.85 m³
Surface imperméabilisée : 204 m²
Surface espace vert creux : 47 m²
Temps de vidange : 1.20 h
Espace vert creux :
Volume disponible : 7.05 m³
Hauteur espace vert creux : 0.15 m

BV16 - gestion d'une pluie de 100 ans dans un espace vert creux n°16

Volume à stocker : 11.28 m³
Surface imperméabilisée : 397 m²
Surface espace vert creux : 98 m²
Temps de vidange : 1.11 h
Espace vert creux :
Volume disponible : 14.70 m³
Hauteur espace vert creux : 0.15 m

BV27 - gestion d'une pluie de 100 ans dans un massif drainant n°27

Volume à stocker : 6.61 m³
Surface imperméabilisée : 226 m²
Surface massif drainant : 35 m²
Temps de vidange : 1.82 h
Massif drainant (40% de vide) :
Volume disponible : 7.00 m³
Hauteur massif drainant : 0.50 m

BV13 - gestion d'une pluie de 100 ans dans un espace vert creux n°13

Volume à stocker : 5.99 m³
Surface imperméabilisée : 207 m²
Surface espace vert creux : 45 m²
Temps de vidange : 1.28 h
Espace vert creux :
Volume disponible : 6.75 m³
Hauteur espace vert creux : 0.15 m

LEGENDE

- Bâtiment projet
- Espaces verts
- Emprise projet
- Bassin versant
- EP — Réseau EP PVC CR8
- EPT — Réseau EP Toitures PVC CR8
- Regard de visite EP Ø1000 - Ø800
- Regard de branchement EP 50x50
- Regard de branchement EPT 50x50
- Caniveau à grille
- Massif drainant - grave 20/60
- Noue ou espace vert creux

MAITRE D'OUVRAGE :

FAUBOURG PROMOTION

OPERATION :

ZONE D'ACTIVITE
Champigny Les Sables
Reims (51)

MAÎTRISE D'OEUVRE - BET VRD :

ARKHAM Ingénierie Environnementale
ARKHAM INGENIERIE
32 Route de Chambray
27220 VERNON

VISUEL :

EMETTEUR : ARKHAM INGENIERIE

TITRE : PLAN D'ASSAINISSEMENT

ECHELLE : 1/500

PHASE : PC

DATE : 27/02/2026

CORPS D'ETAT : --

LOT : --

AFFAIRE : ARK.FAU.CHA

N° DOCUMENT :

INDICE : -

INDICE :	DATE :	OBSERVATIONS :
A	27/02/2026	Première émission
B		
C		
D		
E		
F		

<< © ARKHAM INGENIERIE (FRANCE) _ Tous droits réservés pour tous pays. Reproduction interdite sauf autorisation>>.

REGLEMENT DE SERVICE D'ASSAINISSEMENT COLLECTIF

CHAPITRE I : DISPOSITIONS GENERALES

Article 1 : Objet du règlement

La structure intercommunale qui gère le service public d'assainissement en régie directe, la Communauté Urbaine du Grand Reims (CUGR), à laquelle ont été transférées les compétences, est désignée dans ce qui suit par "Le Service Public".

Le présent règlement a pour objet de définir les conditions et modalités de déversement des eaux usées domestiques, assimilées domestiques et industrielles dans le système d'assainissement collectif de la CUGR.
Ce règlement a également pour objet de définir les conditions et modalités de déversement des eaux pluviales urbaines :
- - dans le cas de bâtiments existants (raccordés au système d'assainissement),
- - ou dans le cas de projets d'aménagement répondant aux conditions de dérogation au principe du zéro rejet hors de la parcelle, imposé par ailleurs, par le règlement du Service de Gestion des Eaux Pluviales Urbaines (GEPU).

Les conditions et modalités de gestion des eaux pluviales urbaines dans le cas de projets d'aménagement sont quant à elles définies dans le règlement du Service de Gestion des Eaux Pluviales Urbaines (GEPU).

Les prescriptions du présent règlement ne font pas obstacle au respect de l'ensemble des réglementations en vigueur ou à venir concernant notamment l'usage de l'eau, la prévention de la pollution et les installations classées pour la protection de l'environnement.

Le règlement est remis à l'abonné, lors de l'accès au service, ou adressé par un courrier postal ou électronique. Le paiement de la première facture suivant sa diffusion, vaut accusé de réception.

Le Service Public tient le règlement à la disposition des usagers.

Article 2 : Cadre et portée du règlement

Le présent règlement est établi dans le cadre de la législation en vigueur et en particulier par référence au Règlement Sanitaire Départemental, au Code de la Santé Publique, au Code de l'Environnement et au Code Général des Collectivités Territoriales.

Il définit les prestations assurées par le service ainsi que les obligations respectives du Service Public, des abonnés, des usagers et des propriétaires.

- ⇨ L'abonné est la personne physique ou morale qui a souscrit un contrat d'abonnement auprès du Service Public. Il sera destinataire des factures de redevance assainissement, suivant les dispositions prévues à l'article 44.
- ⇨ L'usager est la personne qui utilise le système d'assainissement, il est responsable des usages et des rejets qu'il occasionne. En cas de mauvais usage, l'usager prendra à sa charge tous les frais que la collectivité devra engager pour réparer le préjudice subi, y compris les frais relatifs aux opérations de contrôle, d'analyse et d'investigation.
- ⇨ Le propriétaire est la personne qui est propriétaire de l'immeuble concerné. Il sera destinataire des factures de travaux réalisés sur sa demande par le Service Public.

L'usager, l'abonné et le propriétaire peuvent être, selon le cas, la même personne physique ou morale, ou des personnes distinctes.

L'ensemble des canalisations visitables ou non, branchements et ouvrages annexes, destinés à la collecte ou au transport des effluents, et la station de traitement des eaux usées constituent le système d'assainissement collectif.

Article 3: Droits et obligations générales du Service Public

Le Service Public assure l'assainissement des immeubles situés sur le ban communal (des communes faisant partie de la CUGR) dans la zone desservie par le réseau, dans la mesure où les installations privatives existantes le permettent et que les conditions énumérées dans le présent règlement sont remplies.

Le Service Public est seul propriétaire de l'ensemble des installations de collecte, de transport, de traitement des eaux usées, jusqu'à la limite de propriété tel que défini à l'article 39.2.

Le Service Public gère, exploite, entretient, répare et rénove tous les ouvrages et installations du réseau d'assainissement public.

Le Service Public est seul autorisé à faire effectuer les réparations et transformations nécessaires sur la partie publique du branchement pour assurer l'évacuation des eaux usées.

Le Service Public est tenu d'assurer la collecte et le traitement des eaux usées, dans le respect de la réglementation en vigueur.

Le Service Public se réserve le droit de neutraliser le ou les branchement(s) d'assainissement, conformément aux dispositions de l'article 40.2. Il se réserve également le droit de fixer des limites maximales de qualité et quantité d'effluent déversé par les usagers industriels ou autres déversements importants.

Les agents du Service Public doivent être munis d'un signe distinctif et être porteurs d'une carte professionnelle lorsqu'ils pénètrent dans une propriété privée dans le cadre d'une des missions prévues par le présent règlement.

Le Service Public est à la disposition des usagers pour répondre aux questions concernant le service public d'assainissement.

Article 4 : Le déversement dans les réseaux - les eaux admises

Trois catégories d'eaux peuvent être déversées dans les réseaux d'assainissement :
- les eaux usées domestiques et assimilées, définies aux articles 9 et 11 du présent règlement,
- les eaux industrielles, définies à l'article 13 du présent règlement,
- - les eaux pluviales, suivant les règles définies au chapitre V du présent règlement (si ces eaux ne peuvent être gérées à la parcelle).

Le système d'assainissement de la Communauté Urbaine du Grand Reims est de type séparatif, sauf exceptions : les eaux usées et les eaux pluviales sont recueillies dans des ouvrages distincts. Il appartient au propriétaire de se renseigner auprès du Service Public sur la nature des réseaux desservant sa propriété.
Le changement de destination, la démolition de l'immeuble ou, enfin, la transformation du déversement ordinaire en déversement spécial ou assimilé domestique doit être notifié au Service Public

Article 5 : Déversements interdits

Quelle que soit la nature des eaux rejetées et quelle que soit la nature du réseau d'assainissement, il est formellement interdit d'y déverser tout produit liquide autre que les eaux définies à l'article 4 du présent règlement, notamment :
- le contenu des fosses fixes,
- le contenu des fosses septiques,
- les ordures ménagères,
- des fluides inflammables ou toxiques,
- des hydrocarbures et leurs dérivés halogénés,
- des acides et bases concentrés,
- des cyanures, sulfures,
- des huiles usagées,
- les graisses et huiles de fritures usagers,
- des produits radioactifs,
- des produits encrassant (boues, sables, gravats, cendres, celluloses, colle, goudrons, huiles, graisses, béton, ciment...),
- des déchets industriels solides, même après broyage,
- des peintures et solvants à peinture,
- des substances susceptibles de colorer anormalement les eaux acheminées,
- les eaux de vidange et les eaux de lavage des filtres des piscines privées sauf dérogation obtenue auprès du service public qui en fixera les modalités,
- des eaux industrielles ne répondant pas aux conditions générales d'admissibilité décrites au chapitre III du présent règlement,
- toute substance pouvant dégager, soit par elle-même, soit après mélange avec d'autres effluents des gaz ou vapeurs dangereux, toxiques ou inflammables,
- les eaux ayant un pH inférieur à 5,5 ou supérieur à 8,5,
- les eaux ayant une température supérieure ou égale à 30°C,
- des lingettes de tous types
- les médicaments non utilisés
- et, d'une façon générale, tout corps solide ou non, susceptible de nuire au personnel d'exploitation des ouvrages d'évacuation et de traitement, ainsi qu'au bon état ou au bon fonctionnement du réseau d'assainissement et des ouvrages de traitement.

Sur le rejet de tout usager et à toute époque, le personnel du Service Public et les personnes mandatées par lui, avec le cas échéant le concours des services compétents, peuvent être amenés à effectuer tous prélèvements de contrôle qu'il estime utile pour assurer le bon fonctionnement du système d'assainissement. En cas d'infraction constatée, l'usager prendra à sa charge tous les frais que le Service Public devra engager pour réparer le préjudice subi, y compris les frais relatifs aux opérations de contrôle, d'analyse et d'investigation, conformément au marché en cours.

Article 6 : Déversement direct au réseau : interdit

Le déversement direct dans les réseaux d'assainissement publics par l'intermédiaire des regards de visite et bouches-avaloirs est strictement interdit, sauf dérogation écrite accordée par le Service Public après demande réglementaire. La demande de déversement est à formuler préalablement à tout déversement afin de permettre l'établissement d'un constat de l'état des réseaux. Il est précisé que le lavage et le nettoyage des véhicules ou de tout autre objet sur la voie publique est interdit ; que les entreprises du bâtiment (façadiers, peintres, maçons…) ne doivent pas rejeter les eaux du chantier dans le caniveaux sans prétraitement.
Les déversements de fuels et les vidanges sont strictement interdits dans les réseaux.

Tous contrevenants identifiés seront signalés auprès des autorités compétentes.
Les frais éventuels de remise en état (curage et travaux) seront à la charge du contrevenant ainsi que les travaux nécessaires exécutés par le Service Public, conformément aux marchés en cours

Article 7 : Accès et protection du réseau d'assainissement

Il est strictement interdit d'entreprendre des travaux ou de pénétrer dans les ouvrages constituant le réseau d'assainissement sans l'autorisation écrite du Service Public. L'accès aux collecteurs visitables ou aux galeries techniques par les administrations concessionnaires ou leurs entrepreneurs peut être autorisé après demande écrite au Service Public et exclusivement pour des travaux concernant leurs propres réseaux. Lorsqu'il y a interférence de plusieurs réseaux et nécessité de procéder à des travaux de modification, déplacement ou réfection ponctuelle d'un collecteur, seul le Service Public est habilité à faire réaliser l'intervention. Le financement de ces travaux sera analysé au cas par cas, à l'occasion de réunions de chantier. En tout état de cause, le Service Public est le seul habilité à autoriser, selon ses préconisations, l'accès aux réseaux publics.

Article 8 : Responsabilités

Le propriétaire est responsable du bon fonctionnement de ses installations intérieures et du branchement, dans les conditions définies aux chapitres VI et VII du présent règlement. En aucun cas, la responsabilité du Service Public ne pourra être recherchée à la suite d'un refoulement d'eau dans les sous-sols et caves d'immeuble. Il est rappelé que les hauteurs d'eau dans les réseaux d'eaux usées et d'eaux pluviales, peuvent

atteindre le niveau de la voie publique, sans que cela constitue un dysfonctionnement des réseaux.
Les réseaux intérieurs doivent donc être parfaitement étanches et capables de résister à la pression résultant de ces hauteurs d'eaux suivant les dispositions de l'article 27.

Le Service Public contrôle la qualité d'exécution et le maintien en bon état de fonctionnement des ouvrages nécessaires à amener les eaux jusqu'à la partie publique du branchement. En cas d'obstacle mis à l'accomplissement de ces missions, le propriétaire est astreint au paiement d'une pénalité suivant les dispositions de l'article 51 du présent règlement.

CHAPITRE II : LES EAUX USEES DOMESTIQUES

Article 9 : Définition des eaux usées domestiques

Les eaux usées domestiques comprennent les eaux ménagères (lessive, cuisine, toilette...) et les eaux vannes (urines et matières fécales).

Article 10 : Raccordement au réseau d'eaux usées

Un immeuble est dit raccordable à partir du moment où il existe un réseau d'eaux usées au droit de sa parcelle et qu'il est possible techniquement de créer un branchement gravitaire sous la voie publique.
Le propriétaire aura à sa charge de ramener ses eaux usées jusque sa limite de propriété même si cela doit nécessiter une pompe de relevage.

Chaque parcelle riveraine d'une voie publique desservie par un collecteur public d'eaux usées ou d'une voie privée débouchant sur une voie publique desservie par un collecteur d'eaux usées, devra être raccordée au collecteur soit en direct soit par servitude privée dans la limite d'un branchement par parcelle, conformément à l'article 39.3.
Comme le prescrit le Code de la Santé Publique, tous les immeubles qui ont accès aux réseaux disposés pour recevoir les eaux usées domestiques, et établis sous la voie publique, soit directement, soit par l'intermédiaire de voies privées ou de servitudes, doivent obligatoirement être raccordés à ce réseau dans un délai de 2 ans à compter de la date de mise en service du réseau d'eaux usées. En cas de non-respect du délai de raccordement, le propriétaire s'expose à la facturation de pénalités conformément à l'article 51.

Aucune nouvelle chute d'aisance ne peut être établie à l'extérieur des constructions en façade sur rue.

CHAPITRE III : LES EAUX USEES ASSIMILEES DOMESTIQUES

Article 11 : Définition des rejets assimilés domestiques

Suivant le code de l'environnement, les activités impliquant des utilisations de l'eau assimilables aux utilisations à des fins domestiques sont celles pour lesquelles les pollutions de l'eau résultent principalement de la satisfaction de besoins d'alimentation humaine, de lavage et de soins d'hygiène des personnes physiques utilisant les locaux desservis ainsi que de nettoyage et de confort de ces locaux.
Les activités suivantes peuvent être concernées :
- Commerce de détail
- Services contribuant aux soins d'hygiène des personnes (laverie, nettoyage à sec, coiffure,…)
- Hébergement de personnes (hôtellerie, campings, centres de soin, casernes, centres pénitenciers…)
- Restauration (sur place et à emporter)
- Tertiaires (administration, sièges sociaux, enseignement, services informatiques,…)
- Santé humaine au sens large (cabinets médicaux, dentaires ou imagerie, maisons de retraite,…), sauf les hôpitaux et cliniques
- Sportives, culturelles, récréatives et de loisirs (y compris les piscines)
- Etc.

Article 12 : Droit au raccordement

Leur raccordement constitue un droit dans la limite des capacités de transport et d'épuration des installations existantes ou en cours de réalisation et moyennant le respect des prescriptions techniques applicables au raccordement, qui sont fixées en fonction des risques résultant des activités exercées dans ces immeubles et établissements, ainsi que de la nature des eaux usées produites.
Le propriétaire peut faire valoir son droit au raccordement par une demande adressée au Service Public, à l'occasion d'un dossier de permis de construire par exemple. Cette demande doit nécessairement préciser :
a) la nature des activités exercées ;
b) les caractéristiques de l'ouvrage de raccordement et du déversement (flux, débit, composition…).

Le Service Public notifiera au propriétaire le refus motivé ou l'acceptation du raccordement pour l'activité déclarée en indiquant :
- Le rappel des caractéristiques de l'ouvrage de raccordement, y compris prétraitement éventuel et le niveau des déversements acceptés ;
- Les règles et prescriptions techniques applicables à l'activité concernée ;
- Le montant de l'éventuelle contribution financière tenant compte de l'économie réalisée par rapport à un traitement autonome ;
- Le montant des frais de raccordement proprement dit ;
- La nécessité d'un contrat abonnement.

Le propriétaire peut confirmer sa demande ou y renoncer pour des raisons qui lui sont propres.
En cas de modification de l'activité ou d'augmentation des déversements en qualité et/ou quantité, une demande complémentaire doit être effectuée.

Les équipements spécifiques de prétraitement et d'installation intérieure sont précisés aux chapitres VI du présent règlement.

CHAPITRE IV : LES EAUX USEES AUTRES QUE DOMESTIQUES

Article 13 : Définition des eaux usées autres que domestiques

Sont classés dans les eaux usées autres que domestiques les eaux industrielles ainsi que les eaux d'exhaure et assimilées définies dans l'article 23.

Article 14 : Règles générales de déversement des eaux industrielles

Tout déversement d'eaux industrielles dans les réseaux d'assainissement publics doit être préalablement autorisé par le Service Public, conformément au Code de la Santé Publique, et formalisé si nécessaire dans une autorisation de déversement éventuellement annexée d'une convention précisant les modalités techniques, juridiques et financières. Les établissements industriels ne peuvent être autorisés à déverser leurs eaux industrielles dans le réseau public que dans la mesure où les quantités et les caractéristiques de ces eaux sont compatibles avec les conditions générales d'admissibilité des eaux industrielles définies à l'article 16.
Les établissements industriels pouvant apporter la preuve qu'ils utilisent l'eau dans des conditions assimilables à un usage domestique (défini à l'article 11), pourront être dispensés d'autorisation, sous réserve des dispositions réglementaires en vigueur pour les installations classées pour la protection de l'environnement.

Article 15 : Autorisation de déversement des eaux industrielles

Les caractéristiques quantitatives et qualitatives que doivent présenter les eaux industrielles pour être reçues dans le réseau public d'assainissement, sont spécifiées dans une autorisation de déversement d'eaux industrielles. En sus des pièces exigées pour le branchement des eaux usées domestiques, une note doit être fournie à l'appui d'une demande de déversement d'eaux industrielles, avec notamment les précisions suivantes :
- nature des activités de l'établissement,
- situation de l'établissement au regard de la législation sur les installations classées pour la protection de l'environnement,
- nature et origine des eaux à évacuer,
- débit,
- caractéristiques physiques et chimiques des rejets,
- moyens envisagés pour le prétraitement et le traitement des eaux avant rejet dans le réseau public,
- au besoin, un bilan de pollution effectué par un laboratoire agréé.

Article 16 : Conditions générales d'admissibilité des eaux industrielles

Les effluents collectés ne doivent pas contenir :
- des produits susceptibles de dégager directement ou indirectement après mélange avec d'autres effluents, des gaz ou vapeurs toxiques ou inflammables, de créer un danger pour le personnel d'exploitation des réseaux ou pour les riverains,
- des substances susceptibles de nuire au fonctionnement des systèmes d'épuration des eaux, de traitement et de valorisation des boues produites,
- des matières et produits susceptibles de nuire à la conservation des ouvrages.

L'effluent industriel doit notamment :
- avoir un pH compris entre 5,5 et 8,5 (toutefois, dans le cas d'une neutralisation alcaline, le pH peut être compris entre 5,5 et 9,5),
- avoir une température inférieure à 30°C au droit du rejet,
- ne pas dépasser le 5 mg/l en hydrocarbures totaux.

Lors d'un rejet dans le réseau, les effluents doivent subir un traitement préalable si nécessaire afin de respecter les valeurs limites fixées par la réglementation et par l'autorisation de déversement.

Article 17 : Concentrations limites en substances dangereuses dans les eaux résiduaires industrielles

La teneur des eaux industrielles en substances dangereuses ne peut, en aucun cas, au moment de leur rejet dans les réseaux publics, dépasser les valeurs fixées par la réglementation en vigueur et par l'autorisation de déversement.

Article 18 : Neutralisation ou traitement préalable des eaux résiduaires industrielles

Doivent subir une neutralisation ou un traitement préalable avant leur admission dans le réseau public, les eaux résiduaires contenant notamment :
- des acides libres,
- des matières à réaction fortement alcaline en quantité notables,
- des sels à forte concentration et en particulier des dérivés des chromes et bichromates,
- des poisons violents et notamment des dérivés de cyanogènes,
- des hydrocarbures, des huiles,
- des peintures, des solvants ou dérivés,
- des graisses et des fécules,
- des corps solides,
- des gaz nocifs ou des matières qui, au contact de l'air dans les réseaux, deviennent explosifs,
- des matières dégageant des odeurs nauséabondes,
- des germes de maladies contagieuses,
- des éléments radioactifs,
- des antibiotiques et produits stérilisant,
- d'une manière générale, toutes les eaux contenant des substances susceptibles d'entraver par leur nature ou par leur concentration, le bon fonctionnement des réseaux et de la station d'épuration.

Les équipements de prétraitement doivent être conçus pour qu'aucun des produits ci-dessus n'atteigne le réseau.
Les équipements spécifiques de prétraitement et d'installation intérieure sont précisés aux chapitres VI du présent règlement.

Article 19 : Caractéristiques techniques des branchements industriels

Les établissements utilisateurs d'eau à des fins industrielles peuvent, s'ils en sont requis par le Service Public, être pourvus de trois branchements distincts :
- un branchement d'eaux domestiques,
- un branchement d'eaux industrielles, avec un canal de comptage en sortie du rejet industriel si la collectivité l'exige et en fonction des caractéristiques du rejet
- un branchement d'eaux pluviales, si ces eaux ne peuvent être gérées à la parcelle (voir chapitre V).

Chacun de ces branchements doit être pourvu d'un regard agréé pour y effectuer des prélèvements, placé à la limite de la propriété, facilement accessible, à toute heure, aux agents du Service Public et aux personnes mandatées par lui.

Antérieurement à la date de mise en application du présent règlement, tous les établissements déversant

des eaux industrielles dans le système d'assainissement collectif directement ou indirectement, bénéficient d'un délai de 2 ans à partir de cette date pour satisfaire à ces prescriptions et demander une autorisation de déversement. Passé ce délai, le Service Public peut faire exécuter d'office les ouvrages résultant de ces prescriptions, aux frais de l'industriel.
Un dispositif d'obturation permettant de séparer le réseau public de l'établissement industriel est placé sur le branchement des eaux industrielles. Il pourra être actionné dans le cas de déversement accidentel.

Article 20 : Prélèvements et contrôles

Indépendamment des autocontrôles réalisés par l'industriel, dans le cadre réglementaire en vigueur, des prélèvements et contrôles pourront être effectués à tout moment par le Service Public, et les personnes mandatées par lui, afin de vérifier que les eaux industrielles déversées dans le réseau public sont en permanence conformes aux prescriptions de l'autorisation établie. Les analyses pourront être faites par tout laboratoire agréé par le Service Public. Les frais d'analyses conformément aux marchés en cours seront supportés par l'usager concerné si au moins un de leur résultat démontre que les effluents ne sont pas conformes aux prescriptions, sans préjudice des sanctions prévues à l'article 51 du présent règlement.

Article 21 : Redevance d'assainissement applicable aux établissements industriels

En application du Code de la Santé Publique, du Code Général des Collectivités Territoriales et de la délibération de la CUGR, les établissements déversant des eaux industrielles dans le réseau public de collecte sont soumis au paiement de la redevance d'assainissement définie à l'article 44. L'assiette, constituée par le volume d'eau utilisé, est corrigée par le produit des coefficients de rejet, et de pollution. Ces coefficients sont déterminés dans une autorisation de rejet.

Article 22 : Participations financières spéciales

Si le rejet d'eaux industrielles entraîne pour le réseau et la station d'épuration des sujétions spéciales d'équipement et d'exploitation, l'autorisation de déversement peut être subordonnée à une participation financière aux frais de premier équipement, d'équipement complémentaire et d'exploitation, à la charge de l'auteur du déversement, en application de l'article L. 1331-10 du Code de la Santé Publique.

Article 23 : Eaux d'exhaure et assimilées

Les eaux d'exhaure sont les eaux de nappe pompées afin d'éviter l'inondation des niveaux inférieurs des immeubles. Les eaux assimilées sont :
- les épuisements d'infiltrations dans diverses constructions enterrées (parc de stationnement, caves...),
- les épuisements de fouilles (rejets temporaires),
- les eaux utilisées pour des besoins énergétiques (pompes à chaleur, climatisations, tours de refroidissement, chaudières, …),
- les eaux de nappe après traitement de dépollution.

Ces rejets d'eaux sont assimilables à des rejets d'eaux industrielles. Leur rejet est interdit sur les réseaux d'assainissement. Une dérogation peut être accordée après étude du projet intégrant la qualité et la quantité des rejets et doit faire l'objet d'une autorisation de déversement précisant les modalités techniques, juridiques et financières.

CHAPITRE V : LES EAUX PLUVIALES URBAINES

Article 24 : Définition des eaux pluviales urbaines

L'eau de pluie ou eau météorique est l'eau provenant des précipitations atmosphériques (pluie, neige, grêle…). Une eau de pluie est dénommée eau pluviale dès lors qu'elle touche le sol et ruisselle sur les surfaces la réceptionnant.
Sont assimilées à des eaux pluviales : les eaux de ruissellement des voies publiques et privées, des cours d'immeubles ainsi que des aires de stationnement découvertes.
On entend par eaux pluviales urbaines, les eaux pluviales définies précédemment, celles issues des toitures d'habitations et espaces publics, et incluses dans une zone urbaine ou dans une zone à urbaniser ouverte à l'urbanisation du fait de leur classement par les plans locaux d'urbanisme ou par les documents d'urbanisme en tenant lieu des communes membres de l'intercommunalité.

Article 25 : Gestion des eaux pluviales urbaines

Un règlement spécifique, dénommé « Règlement du Service de Gestion des Eaux Pluviales Urbaines », est disponible et définit les conditions et modalités de gestion des eaux pluviales urbaines dans le cas de projets d'aménagement.

A ce titre, il est rappelé ici que La Communauté Urbaine du Grand Reims a décidé, pour sa gestion des eaux pluviales urbaines, de se tourner vers l'option du « zéro rejet » et de la gestion à la source, dans des ouvrages privés non rétrocédables, sans by-pass ni surverse possible vers le domaine public.

CHAPITRE VI : LES EQUIPEMENTS ET INSTALLATIONS PRIVATIFS

Article 26 : Dispositions générales relatives aux équipements et installations privatifs

Les équipements privés et installations intérieures sont établis et entretenus suivant les règles de l'art et en fonction de la réglementation sanitaire, notamment le Code de la Santé Publique et le Règlement Sanitaire Départemental. Pour toute construction, les eaux usées et eaux pluviales doivent être recueillies et gérées de façon séparée.
L'entretien, les réparations et le renouvellement des installations intérieures sont à la charge du propriétaire de l'immeuble.

Article 27 : Etanchéité des installations et protection contre le reflux des eaux

Les hauteurs d'eau dans les réseaux d'eaux usées et d'eaux pluviales, peuvent atteindre le niveau de la voie publique, sans que cela constitue un dysfonctionnement des réseaux.
En vue d'éviter le reflux des eaux usées et pluviales depuis les réseaux publics dans les caves, cours et

sous-sol, les canalisations intérieures en communication avec les réseaux publics et notamment leurs joints, sont établis de manière à résister à la pression correspondante. De même tous les regards, sur ces canalisations, situés à un niveau inférieur à celui de la voie vers laquelle se fait l'évacuation doivent être normalement obturés par un tampon étanche, résistant à la dite pression. Lorsque des appareils d'utilisation sont installés à un niveau tel que leur orifice d'évacuation se trouve situé à un niveau inférieur au-dessous de ce niveau critique, toutes dispositions doivent être prises pour s'opposer à tout reflux d'eaux provenant des réseaux en cas de mise en charge de ceux-ci.
Dès lors que la configuration des lieux où est implantée la construction à desservir le nécessite, le propriétaire devra prendre toutes les dispositions permettant d'éviter l'introduction d'eaux provenant du domaine public en domaine privé. Les frais d'installation, d'entretien, de réparation des dispositifs évitant le reflux et l'introduction des eaux provenant des réseaux publics d'assainissement sont à la charge totale du propriétaire.

Article 28 : Pose de siphons

Tous les appareils raccordés doivent être munis de siphons empêchant la sortie des émanations provenant des réseaux, et l'obstruction des conduites par l'introduction de corps solides.

Article 29 : Colonnes de chute d'eaux usées

Ces dispositifs doivent être conformes aux dispositions du Règlement Sanitaire Départemental. Toutes les colonnes de chutes d'eaux usées, à l'intérieur des bâtiments, doivent être posées verticalement, et munies de tuyaux d'évents prolongés sans modification de section, sans changement de direction et prolongées au-dessus des toitures. Elles doivent être munies d'un chapeau de protection.
En aucun cas, les gaines de ventilation, conduits de fumée ou descentes d'eaux pluviales ne peuvent être utilisés comme conduite de décompression d'une partie quelconque des installations.
La suppression des décompressions primaires hors toiture ou leur remplacement par un dispositif de type « clapet-aérateur » est interdite.

Article 30 : Broyeurs

L'évacuation par les réseaux des ordures ménagères même après broyage préalable est interdite.
L'installation des broyeurs d'évier est interdite.
L'installation des broyeurs de WC (sanibroyeurs) est interdite sauf s'il n'existe pas de WC dans les anciennes habitations, après avis de l'autorité sanitaire.

Article 31 : Piscines privées

Les eaux des lavages des filtres et des pédiluves sont à raccorder au réseau d'eaux usées. Les conditions de vidange des bassins sont à définir en concertation avec le service public.

Article 32 : Installation de climatisation, purge des adoucisseurs et tours aéroréfrigérantes

Les condensats de climatisation et purge d'adoucisseurs peuvent être rejetés au réseau d'eaux pluviales, de manière limitative, et sous réserve d'acceptabilité.

Les rejets des tours aéroréfrigérantes seront renvoyés vers le réseau d'eaux usées, en respect avec la règlementation en vigueur.

Article 33 : Equipements de prétraitement

Pour les rejets assimilés domestiques et industriels, Les caractéristiques des appareils de prétraitement devront être transmises systématiquement au Service Public pour validation, avant travaux.
Le recours à une solution alternative ou tout nouveau dispositif mis sur le marché devra être soumis obligatoirement à l'approbation du Service Public.
L'entretien, les réparations et le renouvellement de ces dispositifs sont à la charge du propriétaire.
Les équipements de prétraitement doivent en permanence être maintenus en bon état de fonctionnement. Les usagers doivent pouvoir justifier du bon état d'entretien de ces équipements auprès du Service Public.

33.1 : Débourbeur-séparateur à graisses

L'installation et la vidange régulière (minimum une fois par mois) d'un séparateur à graisses sont obligatoires sur les conduites d'évacuation des eaux anormalement chargées en matières flottantes (densité inférieure à 1), telles que les eaux grasses de restaurants, cantines, boucheries, charcuteries, boulangeries, pâtisseries, abattoirs... Ce dispositif devra obligatoirement être équipé d'une ventilation hors toiture ou être placé sur une chute ventilée hors toiture.
L'usage des enzymes permettant de liquéfier la graisse n'est pas autorisé dans l'entretien des débourbeurs – séparateurs à graisses

33.2 : Séparateur à fécule

Les établissements (restaurants, cantines et industries alimentaires) disposant d'éplucheuses à légumes doivent prévoir sur la conduite d'évacuation correspondante un appareil retenant les fécules de pommes de terre. L'entretien du séparateur à fécules doit être réalisé au minimum une fois par mois.

33.3 : Débourbeur-séparateur à hydrocarbures

Afin de protéger l'environnement et le système d'assainissement collectif, les établissements suivants :

- professionnels de l'automobile
- aires de lavage des véhicules,
- lieux de stockage ou de distribution d'hydrocarbures,
- ateliers d'entretien mécanique
- ainsi que certains établissements industriels et commerciaux

doivent être équipés de dispositifs de prétraitement des hydrocarbures en conformité avec la réglementation en vigueur. Ces dispositifs sont notamment obligatoires pour traiter les eaux de voirie de certains établissements dont l'activité est jugée à risque.

En règle générale, les eaux devront avoir une concentration en hydrocarbure inférieure à 5 mg/l. Ces dispositifs devront être sans by-pass, à obturateur automatique et équipé d'un dispositif d'alarme

automatique (sauf dérogation express du Service public).
Ces dispositifs devront être vidangés autant de fois que nécessaire et au moins une fois par an par une entreprise agréée. Le Bordereau de Suivi des Déchets sera conservé pour tout contrôle du Service Public.

Les parkings couverts / souterrains n'ont pas l'obligation d'installer un débourbeur séparateur.

Cas des ateliers mécaniques : les eaux souillées aux hydrocarbures seront soit collectées et éliminées en centre agréé, soit prétraitées par un débourbeur séparateur à hydrocarbures 5 mg/l avant rejet au réseau d'eaux usées.

Cas des aires de distribution de carburants couvertes ou découvertes : les eaux collectées seront gérées indépendamment des autres eaux pluviales du site et prétraitées par un débourbeur séparateur à hydrocarbures avant rejet au milieu récepteur ou au réseau d'eaux pluviales, selon les cas.

Cas des aires de lavage : qu'elles soient couvertes ou découvertes : les eaux de lavage seront dirigées après prétraitement dans un débourbeur séparateur à hydrocarbures, vers le réseau d'eaux usées.

Article 34 : Conduites souterraines sur parcelle individuelle

Les conduites d'évacuation seront dirigées selon le trajet le plus court vers le réseau de la rue, en évitant autant que possible tout changement de pente et de direction. La pente des canalisations devra être supérieure ou égale à 3%. Une dérogation pourra être accordée après étude du dossier par le Service Public. A l'extérieur des bâtiments, les conduites doivent être enterrées à une profondeur suffisante pour assurer la protection contre le gel. Les réseaux d'eaux usées devront être obligatoirement canalisés et munis de tés de tringlage, depuis les installations sanitaires intérieures jusqu'au regard de raccordement compris. Aucun regard en cunette avec tampon hydraulique en surface n'est accepté. Un regard muni d'un té de tringlage devra être prévu à chaque changement de pente ou de direction et au moins tous les 15 mètres. Des espacements plus importants pourront être tolérés en fonction des conditions d'accès, sans toutefois dépasser les 40 mètres.

Article 35 : Conduites intérieures

Pour les immeubles d'habitation, les diamètres intérieurs des canalisations seront conformes aux règles de l'art. Les conduites de chute sont installées à l'intérieur des immeubles. Elles ne doivent subir aucun rétrécissement et les conduites non verticales doivent présenter une pente d'au moins 3%. Le Service Public pourra accepter une pente plus faible dans la mesure où la capacité d'autocurage aura été démontrée. Les conduites placées dans les locaux pouvant être soumises à l'action du gel seront protégées. Les réseaux d'eaux usées devront être obligatoirement canalisés à l'intérieur des immeubles et munis de tés de tringlage accessibles, à chaque changement de direction. Les conditions de fixation des ouvrages doivent permettre de supporter les différentes sollicitudes mécaniques et offrir une bonne accessibilité. Le passage en gaine est autorisé sous réserve des possibilités d'accès ultérieures. L'accessibilité aux conduites de chute doit être possible à chaque jonction ou changement de direction par l'intermédiaire de tampons hermétiques ou trappes de visite. L'angle de raccordement doit orienter la canalisation dans le sens de l'écoulement. Pour les établissements publics ou industriels, la section de la conduite de raccordement sera calculée suivant le volume d'eau à évacuer et la pente disponible. Ces dispositions devront recevoir l'assentiment du service d'assainissement.

Article 36 : Suppression des anciennes installations, fosses

Les dispositifs de traitement et d'accumulation ainsi que les fosses septiques mises hors service ou rendus inutiles pour quelque cause que ce soit, sont vidangés et curés. Ils sont soit comblés et percés, soit désinfectés s'ils sont destinés à une autre utilisation. Ces dispositions sont mises en œuvre par les soins et aux frais du propriétaire. En cas d'inobservation de cette disposition et après mise en demeure adressée aux propriétaires, locataires ou à leurs mandataires, ou en cas de danger imminent pour la santé publique, le Service Public peut procéder d'office à l'exécution des mesures nécessaires, aux frais des contrevenants, dans le cadre de la procédure d'urgence prévue par le Code de la Santé Publique, sans préjudice de pénalités encourues.

Article 37 : Protection du réseau d'alimentation en eau potable

Il est interdit de procéder à tout raccordement direct entre les conduites d'eau potable et les canalisations d'eaux usées, de mettre en place tout dispositif susceptible de laisser les eaux usées pénétrer dans la conduite d'eau potable, soit par aspiration due à une dépression accidentelle dans le réseau d'eau potable, soit par refoulement dû à une surpression créée dans la canalisation d'évacuation.

Article 38 : Conformité des équipements et installations intérieures

Le Service Public et les services compétents peuvent vérifier à tout moment, notamment avant tout raccordement au réseau public, que les équipements et installations intérieures remplissent bien les conditions requises par le présent règlement. Dans le cas où des défauts seraient constatés, le propriétaire devra y remédier à ses frais.
Le contrôle fera l'objet d'un rapport de situation sans augurer des changements ultérieurs réalisés par le propriétaire.

En cas d'obstacle mis à l'accomplissement de ces missions, d'absence ou de défaut d'entretien de ces installations constatées par la présence de substances décrites à l'article 18, le propriétaire est astreint au paiement d'une pénalité suivant les dispositions de l'article 51 du présent règlement.

CHAPITRE VII : MODALITES DE RACCORDEMENT AUX RESEAUX PUBLICS

Article 39 : Branchement d'immeuble

39.1 : Définition du branchement

Le branchement comprend, depuis la canalisation publique :
- un dispositif permettant le raccordement au réseau public,
- une canalisation de branchement, située sous le domaine public,
- un dispositif de raccordement en limite de propriété,
- une canalisation de branchement, située sous le domaine privé.
- un ouvrage dit "regard de branchement" en limite du domaine public, pour faciliter le contrôle et l'entretien du branchement. Ce regard doit être visible et accessible pour le service.
En cas d'impossibilité de pose d'un tel regard, ce dispositif sera remplacé par un té de visite étanche, accessible en cave et d'un diamètre égal au diamètre de branchement public. Il conviendra alors d'assurer en permanence l'accessibilité au service.
Le cas échéant, le Service Public précisera la nécessité de placer une ou plusieurs pièces de visite sur les branchements d'assainissement.

39.2 : Propriété du branchement

La partie publique du branchement est la partie du branchement comprise entre le collecteur principal et le regard de branchement. Dans le cas où il n'existe aucun regard de branchement public tel que défini à l'article 39.1, la partie publique du branchement est la partie du branchement comprise entre le collecteur principal et la limite de propriété entre le domaine public et le domaine privé, que la parcelle privée soit celle desservie ou grevée d'une servitude de passage.
Le Service Public en est propriétaire quel que soit le mode de premier établissement. Pour les branchements réalisés antérieurement à l'adoption du présent règlement, le Service Public se réserve la possibilité de réaliser ou le cas échéant de modifier l'implantation du regard de branchement pour le mettre en conformité avec les dispositions du présent article et de la réglementation en vigueur.

Le propriétaire est responsable des installations en domaine privé.

Par ailleurs, en cas d'interventions répétitives pour une installation non conforme aux spécifications du chapitre VI ou non entretenue conformément à l'article 40.1 du présent règlement, le propriétaire s'expose à la facturation de frais de prestations suivant l'article 44.2.

39.3 : Demande de branchement

39.3.1. Cas des eaux usées :

Tout branchement doit faire l'objet d'une demande adressée au Service Public, lors du dépôt de la demande de permis de construire (ou de toute autre autorisation d'urbanisme le nécessitant).

Cette demande, formulée selon le modèle en vigueur, doit être signée par le propriétaire ou son mandataire. Elle est établie en 2 exemplaires dont l'un est conservé par le Service Public et l'autre remis au propriétaire.

Il ne sera autorisé qu'un branchement par parcelle.

L'acceptation par le Service Public et le Maire de la commune vaut convention de déversement ordinaire entre les parties.

Afin de permettre l'instruction de la demande de branchement, celle-ci doit être accompagnée des pièces nécessaires listées dans l'article 39.4 du présent règlement, à transmettre au moins un mois avant la date prévue pour le démarrage des travaux.

Le contrôle des installations privatives d'assainissement est réalisé à la charge du demandeur conformément aux prescriptions techniques du Service Public. Des pièces complémentaires pourront être demandées pour l'instruction du dossier.

L'instruction de la demande de branchement par le Service Public et le contrôle technique qui en découle ne vaut pas réception technique des installations intérieures et ne dégage donc en aucune façon la responsabilité du propriétaire, ou celle de l'entreprise chargée des travaux. En cas de manquement, le Service Public peut, après mise en demeure, faire procéder d'office aux travaux de mise en conformité aux frais du propriétaire.

39.3.2. Cas des eaux pluviales urbaines :

Le raccordement sur le système public de collecte des eaux pluviales urbaines doit faire l'objet d'une demande de branchement auprès du Grand Reims, selon le même formalisme que précédemment. Cette demande constitue un cas rare, la gestion à la parcelle étant la règle, et ne peut être accordée uniquement sur cas dérogatoire, conformément au règlement du Service de Gestion des Eaux Pluviales Urbaines.

Le dossier de demande de dérogation, déposé par le demandeur au moment de la demande d'autorisation d'urbanisme, doit comprendre, a minima, les pièces suivantes :

- un plan masse coté du projet, au stade faisabilité, présentant a minima les limites d'emprise du projet d'aménagement et de la parcelle, et les plans des différents étages (sous-sols, rez-de-chaussée, étages) envisagés,
- un listing des contraintes initiales du projet (en lien avec la gestion des eaux pluviales) devant être identifiées dès le stade de faisabilité (hors contraintes de plan de masse ou de budget – en lien avec la règlementation générale en vigueur ou sur la base de documents de planification locaux),
- les études et/ou documents justifiant ces contraintes, conformément au présent article (arrêté, plan de prévention des risques, étude géotechnique, niveaux de nappe, plan de gestion de la pollution incluant la problématique des eaux pluviales, etc.),
- une analyse justifiant de l'anticipation de la gestion des eaux pluviales dès l'amorce du projet, ainsi que de l'impossibilité éventuelle, le cas échéant, de la combinaison de différentes techniques alternatives (de stockage à la parcelle, évapotranspiration ou utilisation des eaux pluviales, utilisation de matériaux poreux) entre elles,
- un dossier technique incluant la note de calcul détaillée des ouvrages proposés pour la gestion des eaux pluviales, précisant notamment les hypothèses de calcul, les volumes et dimensions, les dispositifs proposés et leurs caractéristiques (se reporter à l'article suivant pour ce qui concerne les branchements en débit limité et ouvrages privés).

Toutes les études devront être réalisées par des bureaux spécialisés.
Par ailleurs, le Service Public se réserve le droit de demander toute pièce complémentaire au dossier qu'il jugerait utile pour procéder à son instruction au cas par cas.
Aucune demande de dérogation ne sera étudiée après acceptation de l'autorisation d'urbanisme.

39.4 : Dossier de branchement

La définition et la construction du branchement sont de la compétence exclusive du Service Public. Conformément à l'article 42 du présent règlement, le demandeur est tenu d'obtenir l'acception de sa demande de branchement. Sauf stipulation contraire notifiée au demandeur, l'engagement du pétitionnaire pour le raccordement sur le domaine public donne lieu à la signature d'un dossier de raccordement. Lors de la réunion initiale entre le Service Public et l'usager, le dossier de suivi de travaux est ouvert et complété de l'ensemble des renseignements et caractéristiques techniques permettant, notamment, d'établir le coût estimatif des travaux de branchement. Outre la demande de branchement réglementaire, le dossier déposé par le demandeur doit comprendre les pièces suivantes :
- Le plan de situation établi à l'échelle 1/1000,
- Le plan de masse établi à l'échelle 1/200 et comportant :
  - La position des regards et le tracé des canalisations en domaine privé,
  - Les cotes altimétriques de la chaussée,
  - Les cotes altimétriques du rez-de-chaussée et des abords du bâtiment,
- Les plans des différents étages (sous-sols, rez-de-chaussée, étages) et les plans de coupes établis à l'échelle 1/50 et comportant :
  - Le tracé, la pente et le diamètre des canalisations vers le regard privé (la profondeur des canalisations privées devra être compatible pour un raccordement sur le réseau public),
  - Le positionnement des regards de visite avec les cotes altimétriques du tampon et du radier,
  - Le positionnement des appareils sanitaires à raccorder,
  - Le tracé, la pente, le diamètre des canalisations intérieures à la propriété,
  - Le positionnement des dispositifs de tringlage et des ventilations,
  - Les matériaux employés.
- Dans le cas d'un branchement d'eaux pluviales urbaines (cas dérogatoire au règlement du Service de Gestion des Eaux Pluviales Urbaines) : le descriptif du dispositif de régulation (sans by-pass ni surverse), avant rejet au réseau : type, fiche technique avec le modèle clairement identifié, plan, coupe (avec fil d'eau entrée, de sortie, etc.)

Ce dossier doit être visé par le propriétaire. Compte tenu des renseignements fournis par le demandeur, le Service Public procède à l'étude du raccordement. Les travaux étant réalisés sur le domaine privé, les services compétents procèdent à la vérification de ces installations et donnent ou non leur accord pour la réalisation du raccordement sur le domaine public. Les travaux sont réalisés dans un délai de six à huit semaines à compter de la date du constat par nos services de la conformité du regard de branchement. Ce délai est donné à titre indicatif. Il est susceptible de varier en fonction de contraintes aussi bien d'ordre techniques qu'administratives.

39.5 : Exécution des travaux de branchement

Le tracé précis du branchement, son diamètre, sa profondeur, le matériau à employer sont fixés par le Service Public en prenant en compte d'abord les contraintes techniques et ensuite, les besoins déclarés par le propriétaire.

Tous les travaux d'installation peuvent être réalisés par le Service Public, à la demande et aux frais du propriétaire ou de son représentant, après acceptation du devis.

Le propriétaire peut faire réaliser le branchement par une entreprise de son choix, les travaux devront être exécutés suivant les prescriptions du Service Public. Toutefois, le raccordement proprement dit au réseau public (dispositif de branchement sur le réseau public) ne peut être réalisé que par le Service Public, après acceptation du devis relatif aux frais de raccordement, d'étude et de contrôle.
Dans ce cas, le propriétaire ou l'entreprise mandatée par le propriétaire :
- doit respecter les prescriptions du Service Public et lui soumettre pour acceptation tous les matériaux utilisés (conduite, remblai, regard….)
- doit impérativement obtenir les autorisations de travaux (DT-DICT, autorisation du service de voirie,…)
- est soumis aux prescriptions règlementaires nationales et établies par la collectivité propriétaire de la voirie (voir avec les services et les règlements concernés)
- doit avoir les qualifications requises et remettre au Service Public les éléments de réception (test d'étanchéité, inspection télévisée, essai de compactage, plan de récolement) suivant les prescriptions validées par le Service Public
- réalise les travaux de réfection de chaussée et de trottoir suivant les prescriptions et en coordination avec le service voirie concerné
- est responsable des désordres et dommages durant la période de garantie.

Le remblai de la tranchée sera réalisé après rendez-vous et sous la surveillance du Service Public.

La mise en service du branchement ne s'effectuera qu'après contrôle, par le Service Public ou par les personnes mandatées par lui, de la bonne exécution des travaux et du respect de la réglementation en vigueur des installations sanitaires intérieures.
Dans l'hypothèse où les dispositions constatées ne seraient pas conformes aux prescriptions du présent règlement, les installations en cause ne seraient pas raccordées au réseau public. Ces dispositions ne sont pas exclusives de celles prévues au Code de l'Environnement et, notamment les procédures de déclaration ou d'autorisation.

La facturation des travaux et prestations sera établie conformément aux dispositions de l'article 44.2.

Article 40 : Gestion du branchement

40.1 : Entretien du branchement

Il incombe à l'usager d'avertir le Service Public de toutes anomalies de fonctionnement constatées sur le branchement public (utilisation anormale, fuite, obstruction, …). Les travaux à effectuer sur le

branchement : réparation, remplacement, désobstruction, … seront à la charge du propriétaire ou de l'usager dès lors qu'il en serait à l'origine. Les interventions nécessitant l'ouverture de fouilles sous voie publique sont du seul domaine du service d'assainissement.
L'entretien du branchement privé est à la charge du propriétaire.

40.2 : Réutilisation ou neutralisation d'un ancien branchement

Avant la démolition ou la transformation d'un immeuble, le propriétaire devra avertir obligatoirement le Service Public.

En ce qui concerne les démolitions d'immeubles avant reconstruction, le branchement ne pourra être réutilisé que sur accord du Service Public. Si la canalisation doit être modifiée à la demande du propriétaire, les travaux seront réalisés dans les mêmes conditions que pour les branchements neufs.

Lorsque la démolition ou la transformation d'un immeuble entraîne la suppression du branchement ou sa modification, les frais correspondants seront mis à la charge de la personne ou des personnes ayant déposé le permis de construire.

La suppression totale ou la transformation du branchement résultant de la démolition ou de la transformation du branchement sera exécutée par le Service Public.

Article 41 : Raccordement au réseau public des opérations soumises à des autorisations d'aménagement et opérations privées de construction

41.1 : Conditions d'intégration au domaine public des réseaux privés

En cas d'existence de réseaux privés, les propriétaires ont la possibilité de demander leur intégration dans le patrimoine public suivant les règles d'intégration des réseaux d'eau et d'assainissement dans le domaine communautaire, établies par la CUGR. Dans le cas de Délégations de Service Public, l'Exploitant concerné sera consulté.

Le Service Public se réserve le droit de contrôler la conformité d'exécution ou l'état des ouvrages privés par rapport aux règles de l'art et aux exigences réglementaires et sanitaires.

Dans le cas où des désordres ou des non-conformités seraient constatés par le Service Public, la mise en conformité sera effectuée par le demandeur à ses frais avant toute intégration.

Préalablement à la réalisation de réseaux privés dont la rétrocession est envisagée, il est recommandé que le lotisseur s'adresse au Service Public pour connaître les prescriptions techniques et toute information nécessaire à la conception des réseaux, et associer le Service Public à sa démarche

Dans ces seules conditions, le réseau pourra, le cas échéant, être pris en compte par le Service Public. A défaut, l'entretien des ouvrages restera du seul ressort des propriétaires conjoints.

41.2 : Abonnement temporaire de chantier

Dans le cas de raccordement pour les besoins du chantier, les entreprises peuvent souscrire un abonnement temporaire.

En cas de détérioration et /ou d'encombrement des ouvrages, l'abonné prendra à sa charge tous les frais que le Service Public devra engager pour réparer le préjudice subi, y compris les frais relatifs aux opérations de contrôle, d'analyse et d'investigation.

Article 42 : Dépôt du dossier de permis de construire

Le Code de l'Urbanisme stipulant que le dossier joint à la demande de permis de construire doit notamment décrire les conditions d'évacuation et la nature des eaux rejetées, tout dossier qui ne comportera pas une description précise des dispositifs d'évacuation des eaux sera refusé.
Le pétitionnaire ne pourra se prévaloir d'absence de prescriptions de la collectivité sur son autorisation d'urbanisme s'il n'a pas explicitement décrit les modalités de gestion de ses eaux usées ou pluviales de son projet.

CHAPITRE VIII : TARIFS

Article 43 : Fixation des tarifs

Conformément à la législation en vigueur, le paiement de la redevance d'assainissement est exigible dans les conditions fixées par le Code Général des Collectivités Territoriales. La redevance d'assainissement est applicable à tous les immeubles riverains d'une voie publique desservie par un collecteur public d'eaux usées ou d'une voie privée débouchant sur une voie publique desservie par un collecteur public d'eaux usées.

Le tarif de la redevance assainissement, ainsi que l'ensemble des tarifs de prestations mentionnées au présent règlement sont fixés par la Collectivité.

Ces tarifs sont modifiés par une délibération du Service Public chaque fois qu'un ajustement est nécessaire pour assurer l'équilibre des recettes et des dépenses.

Les taxes et redevances légales perçues en complément de la redevance assainissement sont collectées par le Service Public pour le compte de tiers (organismes publics). Les barèmes de calcul de ces taxes et redevances ne sont pas fixés par la Collectivité.

Ils sont communiqués au moment de la signature du contrat et leur évolution est publiée sur le site internet de l'eau.

Article 44 : Facturation

La redevance est assise sur tous les volumes d'eau prélevés par les usagers que ce soit sur le réseau public de distribution d'eau potable ou sur toute autre ressource. Pour le réseau public de distribution d'eau, un releveur constate le volume consommé au minimum une fois par an.

Lorsque l'immeuble est raccordé à un collecteur public d'eaux usées, l'abonné est soumis au paiement de la redevance d'assainissement collectif.
Lorsque l'immeuble est raccordable à un collecteur public d'eaux usées, dès la mise en service du réseau public de collecte, l'abonné est soumis au paiement d'une somme équivalente à la redevance assainissement collectif.
Lorsque l'immeuble est raccordable depuis plus de 2 ans à un collecteur public d'eaux usées, l'abonné est soumis au paiement d'une somme équivalente au doublement de la redevance assainissement collectif.

Les volumes d'eau utilisés pour l'irrigation et l'arrosage des jardins ou pour tout autre usage ne générant pas d'eaux usées rejetées dans le système d'assainissement, dès lors qu'ils proviennent de branchements spécifiques, n'entrent pas en compte dans le calcul de la redevance d'assainissement.

En l'absence de dispositif de comptage, de justification de la conformité des dispositifs de comptage à la réglementation ou de transmission des relevés, la redevance assainissement sera calculée sur la base du nombre d'habitants et suivant la durée du séjour, d'après la consommation moyenne suivante :

⇨ 40 m3/an/habitant

ou à défaut du nombre d'habitants connu, suivant la durée du séjour sur une consommation moyenne de 120 m3/an.

44.1 : Alimentation en eau autonome

Toute personne tenue de se raccorder au réseau d'assainissement et qui s'alimente totalement ou partiellement, à une ressource qui ne relève pas d'un réseau public doit en faire la déclaration en Mairie.

Dans le cas où l'usage de cette eau générerait le rejet d'eaux usées collectées par le Service Public, la redevance est calculée selon les dispositions réglementaires en vigueur, conformément aux dispositions du Code Général des Collectivités Territoriales.

Les frais de collecte, transport et traitement des eaux usées seront facturées sur la base d'un comptage réel (suivant les dispositions du règlement de service d'eau potable). A défaut, le volume soumis à facturation sera défini forfaitairement par le Service Public sur la base de critères fixés par l'article 44 permettant d'évaluer le volume d'eau prélevé.

44.2. Facturation des autres prestations

La collectivité peut répercuter à l'usager ou au professionnel, les frais engagés par le Service Public du fait de fournitures, de temps des personnels et du matériel mobilisés. Cette facturation interviendra après la réalisation de la prestation dans le cas de :

- prestations exécutées à la demande de l'usager ;
- prestations exécutées en urgence suite à une dégradation des réseaux ou d'organe, ou par nécessité, ou d'office en cas de mise en conformité nécessaire à la sécurité des biens ou des personnes. Cette facturation sera établie en complément des pénalités ou sanctions éventuelles appliquées conformément aux dispositions de l'article 51.

Sont dus par l'usager ou le professionnel, le cas échéant, les frais ou participations réclamés par le gestionnaire de la voirie ou autres intervenants.

44.3 : Participation financière aux branchements dans le cadre de la mise en place ou d'une extension de réseau

Conformément à l'article L. 1331-2 du code de la santé publique, le service public peut se faire rembourser par les propriétaires intéressés tout ou partie des dépenses entraînées par les travaux permettant la réalisation des parties des branchements situées sous la voie publique, y compris le regard le plus proche des limites du domaine public, diminuées des subventions éventuellement obtenues et majorées de 10 % pour frais généraux.

Le montant de cette participation sera établit pour chaque opération, selon le coût réel des travaux et le niveau des aides obtenues, par délibération du conseil communautaire.

44.4 : Participation exceptionnelle

Une participation financière spécifique peut être exigée des bénéficiaires des autorisations de construire qui ont pour objet :

- la réalisation de travaux nécessaires à la réhabilitation et à l'équipement de la construction notamment en ce qui concerne l'évacuation et le traitement des eaux usées,
- la réalisation de toute installation à caractère industriel, agricole, commercial ou artisanal qui, par sa nature, sa situation ou son importance, nécessite la réalisation d'équipements publics exceptionnels.

CHAPITRE IX - PAIEMENTS

Article 45 : Recouvrement des factures d'assainissement

Les facturations sont mises en recouvrement par la Régie des eaux.

Les moyens de paiement disponibles sont indiqués sur la facture.

L'abonné ou le payeur a la possibilité d'opter pour la mensualisation lui permettant de lisser le paiement de ses consommations d'eau. Dans ce cas, un montant fixe mensuel est déterminé sur la base de sa consommation moyenne habituelle. Les mensualités sont prélevées automatiquement sur le compte bancaire du demandeur, après signature d'un mandat de prélèvement. Une facture de décompte régularise annuellement le solde du compte client suivant sa consommation réelle et établit un nouvel échéancier pour l'année à venir, au plus près de sa consommation actualisée. La différence entre les acomptes versés et la facture de décompte est prélevée ou remboursée par le Service Public.

La date limite de paiement est indiquée sur la facture. Le délai de paiement est fixé au plus tard un mois après le calcul de la facture. Ce délai peut être prolongé dans la limite de trois mois et sur demande expresse auprès du Régisseur des eaux. Sur son accord, les factures non prélevées peuvent être acquittées en une ou plusieurs fois, respectant l'échéancier établi par la Régie.

Passé ce délai, le Trésor Public poursuit le recouvrement de manière contentieuse, par tous

moyens de droit. Les frais de recouvrement sont à la charge de l'abonné.

Article 46 : Paiement des autres prestations

Les prestations autres que la fourniture d'eau assurées par le Service Public sont recouvrées par le Trésor Public

Les lieux et modalités de recouvrement figurent sur l'avis de somme à payer envoyé à l'usager.

Article 47 : Réclamations

Les factures comportent une rubrique indiquant l'adresse des services techniques ou administratifs où les réclamations sont reçues.

Toute réclamation doit être envoyée par écrit à cette adresse et comporter les références du décompte contesté, dans les plus brefs délais.

Le Service Public est tenu de fournir une réponse écrite motivée à chaque réclamation.

La réclamation n'est pas suspensive de l'obligation de paiement.

Article 48 : Difficultés de paiement

Passé le délai de trois mois pour les factures d'eau ou le délai d'un mois pour les factures de prestation, le recouvrement confié au Trésor Public passe en phase contentieuse. Pour ces factures, les usagers en difficulté financière peuvent effectuer une demande de délai de paiement, le plus rapidement possible, au Trésor Public.

Lorsqu'il s'agit d'un abonnement domestique, le Service Public peut, si l'abonné ne s'y oppose pas, transmettre aux services sociaux compétents les données nécessaires à l'appréciation de la situation de cet abonné, en vue de l'attribution d'une aide éventuelle. Ces données ne peuvent excéder celles qui sont prévues par les dispositions législatives et réglementaires en vigueur.

Article 49 : Défaut de paiement

A défaut de paiement dans un délai de trois mois à compter de la présentation de la facture de fourniture d'eau et dans les quinze jours d'une mise en demeure par lettre recommandée avec demande d'avis de réception, la redevance d'assainissement est majorée de 25% conformément au Code Général des Collectivités Territoriales.
Elle est recouvrée par le Trésor Public.

Article 50 : Demande de remboursement

Les abonnés non mensualisés peuvent demander le remboursement des sommes qu'ils ont indûment versées au Service Public dans les délais de prescription et dans la limite du seuil de remboursement établi par les Services du Trésor Public.
Passé ces délais, toutes les sommes indûment versées par les abonnés au service Public lui sont définitivement acquises.

Le remboursement de trop payés n'ouvre pas droit à des intérêts ou à des indemnités.

Lorsque la demande de remboursement est justifiée, le Service Public verse la somme correspondante à l'abonné dans un délai compatible avec la mise en œuvre des procédures de la comptabilité publique.

CHAPITRE X : INFRACTIONS

Article 51 : Pénalité et sanctions

Les infractions au présent règlement sont constatées soit par des agents du Service Public soit par des représentants légaux de la Communauté Urbaine du Grand Reims. Elles peuvent donner lieu à une mise en demeure et éventuellement à des poursuites devant les tribunaux compétents.

Une pénalité correspondant à une somme équivalente au doublement de la redevance assainissement collective peut être appliquée dans la mesure où :

- une obstruction à l'accomplissement des missions de contrôles est constaté ;
- les travaux de mise en conformité demandés par le Service Public ne sont pas réalisés dans les délais imposés (mise en place d'un débourbeur séparateur à graisses, obligation de raccordement dans les 2 ans après la mise en service du réseau d'eaux usées…) ;
- les normes de rejets prévus dans le cadre des arrêtés d'autorisation de déversement non annexés d'une convention, ne sont pas respectées ;
- les ouvrages de prétraitement ne sont pas entretenus conformément aux prescriptions du présent règlement.

Cette pénalité sera mise en place suite au constat, fera l'objet d'une notification auprès de l'abonné et sera levée dès que la régularisation sera constatée.

Article 52 : Mesures de sauvegarde

En cas de non-respect des conditions définies dans les autorisations de déversement ou dans le présent règlement, troublant gravement, soit l'évacuation des eaux usées, soit le fonctionnement de la station d'épuration, ou portant atteinte à la sécurité du personnel d'exploitation, la réparation des dégâts éventuels et du préjudice subi par le service est mis à la charge de l'usager concerné. Le Service Public pourra mettre celui-ci en demeure, par lettre recommandée avec accusé de réception, de cesser tout déversement irrégulier sans délai. En cas d'urgence, ou lorsque les rejets sont de nature à constituer un danger immédiat, le branchement peut être obturé sur-le-champ.

Article 53 : Frais d'intervention

Si des désordres dus à la négligence, à l'imprudence, à la maladresse ou à la malveillance d'un tiers ou d'un usager se produisent sur les ouvrages publics d'assainissement, les dépenses de tous ordres occasionnés au service à cette occasion seront à la charge des personnes qui sont à l'origine de ces dégâts.
Les sommes réclamées aux contrevenants comprendront :

- ♦ les opérations de recherche du responsable,

- les frais nécessités par la remise en état des ouvrages.

Elles sont déterminées en fonction du temps passé, des fournitures mises en œuvre, du personnel engagé et du matériel déplacé.

CHAPITRE XI : DISPOSITIONS D'APPLICATION

Article 54 : Voies de recours des usagers

En cas de litige, l'usager qui s'estime lésé peut saisir les tribunaux judiciaires ou le tribunal administratif si le litige porte sur le prix de l'eau déterminé par délibération.
Préalablement à la saisine du juge, l'usager doit adresser un recours gracieux au représentant légal de la Communauté Urbaine du Grand Reims.
L'absence de réponse à ce recours dans un délai de deux mois vaudra décision de rejet.
Tout cas particulier non prévu au règlement sera soumis à la Communauté Urbaine du Grand Reims pour décision.

Article 55 : Date d'application

Le présent règlement entre en vigueur à compter de son vote en conseil communautaire et de sa réception par le contrôle de légalité. Il s'applique aux abonnements en cours et à venir.
Tout règlement antérieur est abrogé à compter de la date d'application du présent règlement.

Article 56 : Modification du règlement

La Collectivité peut, par délibération, modifier le présent règlement ou adopter un nouveau règlement. Dans ce cas, le Service Public procède immédiatement à la mise à jour du règlement.
Le règlement de service fait partie intégrante du contrat d'abonnement.

Il sera adressé ou remis à chaque nouvel abonné à l'occasion du dépôt d'une demande de branchement ou d'abonnement. Il sera également adressé à tout abonné sur simple demande formulée auprès du Service Public.
Pour les abonnés en cours, une information spécifique, précisant les moyens d'accès disponibles, est indiquée sur la facture d'eau suivant l'adoption de la révision.
A tout moment, le règlement applicable est :

- téléchargeable sur le site internet de l'eau
- disponible dans les mairies, les pôles territoriaux et à l'hôtel de communauté
- envoyé sur simple demande (téléphonique, mail, courrier...)

Ces modifications sont réputées acceptées par le paiement de la première facture suivant l'information ou la diffusion du règlement de service applicable.

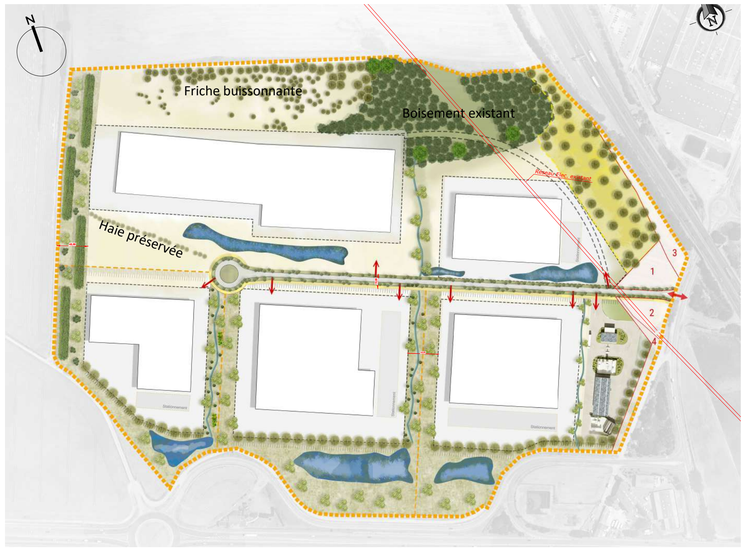
Article 57 : Application du règlement

La présidente de la Communauté Urbaine du Grand Reims, les maires, les agents de la Direction de l'Eau et de l'Assainissement, habilités à cet effet, le régisseur de l'eau ainsi que le receveur du Trésor public, en tant que de besoin, sont chargés, chacun en ce qui les concerne, de l'exécution du présent règlement.
En cas de litige portant sur l'application du présent règlement, les abonnés peuvent adresser leurs requêtes à la Collectivité sans préjudice des recours de droit commun qui leur sont ouverts.

Adopté par la Collectivité dans sa séance du 17/12/2020 Délibération n°CC2020-230.



Plan de situation | échelle 1/10 000*



Plan permis d'aménager PA 051 118 24 K0002



Plan cadastral | échelle 1/4 000*

Parcelles en zone ZI

000 ZI 12 - 51 396 m²
000 ZI 13 - 2 760 m²

Parcelles en zone ZE

000 ZE 12 - 5 610 m²
000 ZE 60 - 28 630 m²
000 ZE 62 - 28 539 m²
000 ZE 56 - 58 985 m²

Surface totale: 175 920 m²

à compléter	A	2023.07.__
objet de la modification	**indice**	**date**
+0,00 fini = +0,00 NGF		

BLPRRC
architecture & patrimoine

maître d'œuvre

Reims
2 rue Lagrive | BP 493
51067 Reims cedex
03 26 49 58 00

Paris
54 rue du Faubourg St-Antoine
75012 Paris
01 43 46 92 27

contact@blp-rrc.fr
www.blp-rrc.fr

maître d'ouvrage

Faubour Promotion
Groupe IDEC
37 avenue Pierre 1er de Serbie
75008 Paris

Crédit Agricole
Nord Est Aménagement Promotion
15 rue André Pingat
51100 Reims

bureau de contrôle
Nom
adresse
CP Ville
e-mail

coordonnateur SPS
Nom
adresse
CP Ville
e-mail

BET VRD
Nom
adresse
CP Ville
e-mail

BET structure
Nom
adresse
CP Ville
e-mail

BET CFO-cfa
Nom
adresse
CP Ville
e-mail

BET CVC
Nom
adresse
CP Ville
e-mail

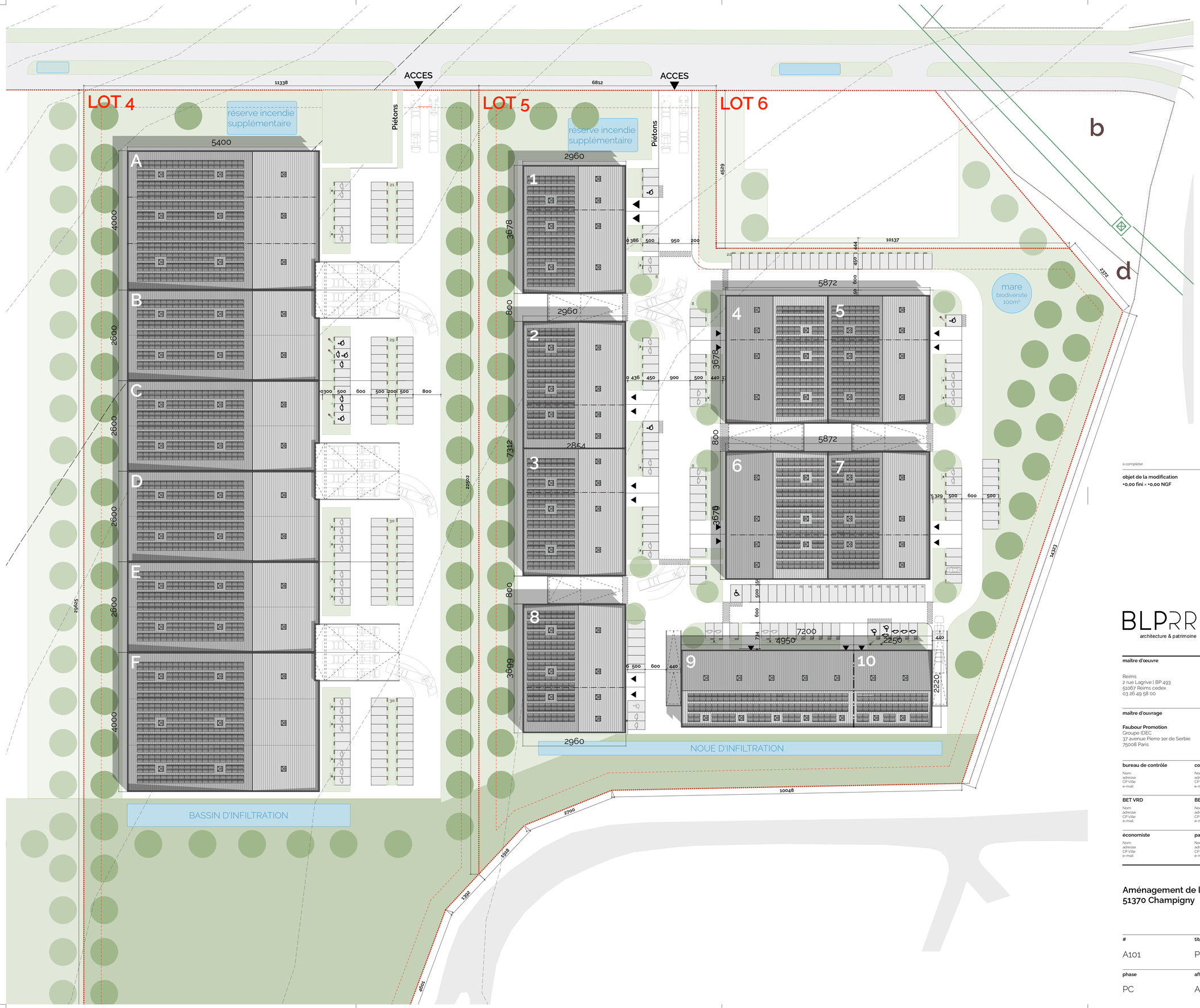
économiste
Nom
adresse
CP Ville
e-mail

paysagiste
Nom
adresse
CP Ville
e-mail

Aménagement de la parcelle "sud" Les Sables - Parc multi-activités 51370 Champigny

#	titre
A101	Plans de situation

phase	affaire	échelle	date
PC	AB01	1/10 000* 1/4 000	-.03.2026



N

à compléter — A — 2023.07.__

objet de la modification — indice — date

•0.00 fini = •0.00 NGF

BLPRRC
architecture & patrimoine

maître d'œuvre

Reims
2 rue Lagrive | BP 493
51067 Reims cedex
03 26 49 58 00

Paris
54 rue du Faubourg St-Antoine
75012 Paris
01 43 46 92 27

contact@blp-rrc.fr
www.blp-rrc.fr

maître d'ouvrage

Faubour Promotion
Groupe IDEC
37 avenue Pierre 1er de Serbie
75008 Paris

Crédit Agricole
Nord Est Aménagement Promotion
15 rue André Pingat
51100 Reims

bureau de contrôle
Nom
adresse
CP Ville
e-mail

coordonnateur SPS
Nom
adresse
CP Ville
e-mail

BET VRD
Nom
adresse
CP Ville
e-mail

BET structure
Nom
adresse
CP Ville
e-mail

BET CFO-cfa
Nom
adresse
CP Ville
e-mail

BET CVC
Nom
adresse
CP Ville
e-mail

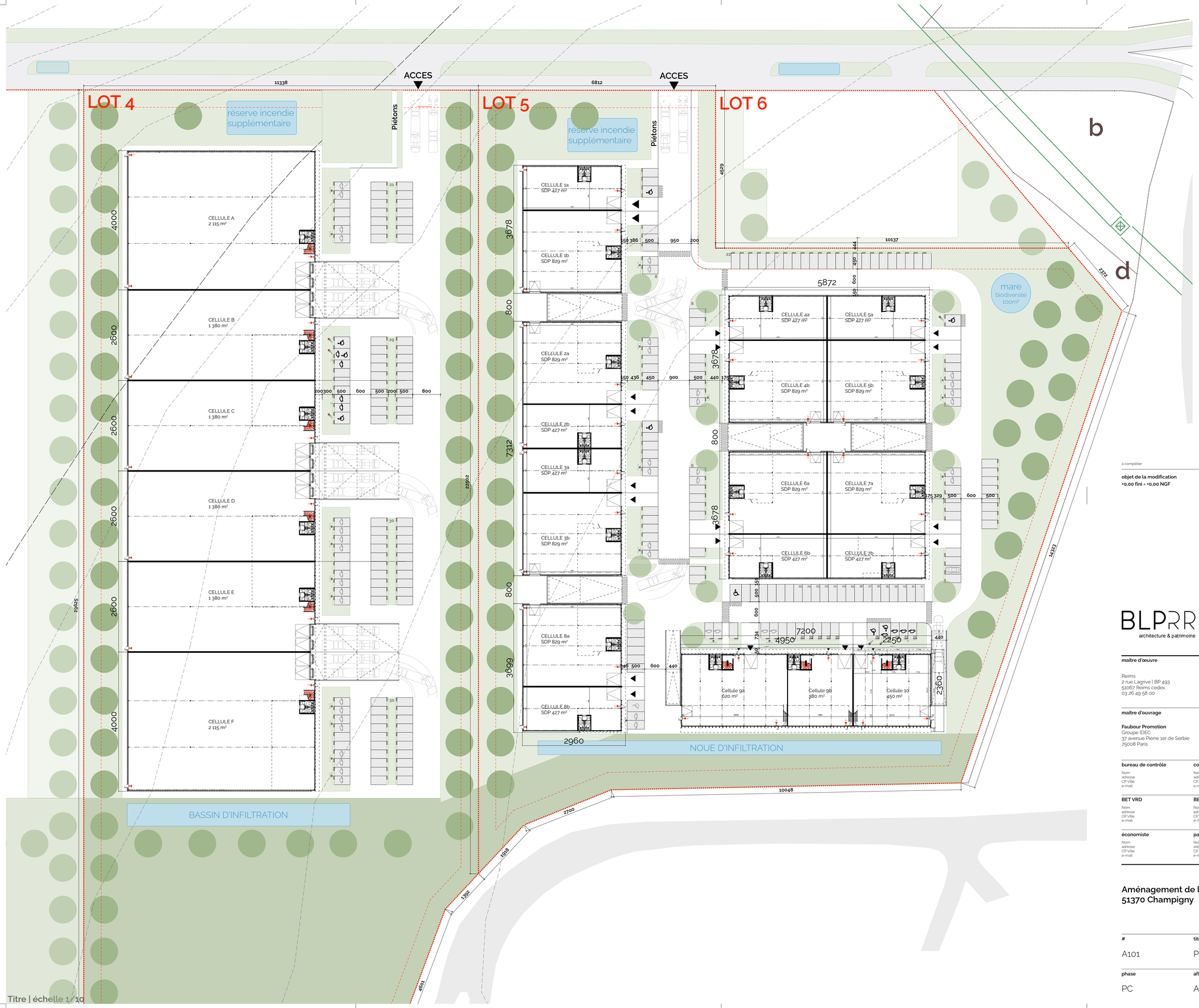
économiste
Nom
adresse
CP Ville
e-mail

paysagiste
Nom
adresse
CP Ville
e-mail

Aménagement de la parcelle "sud" Les Sables - Parc multi-activités 51370 Champigny

#	titre
A101	Plan de masse

phase	affaire	échelle	date
PC	AB01	1/500e	-.03.2026



Titre | échelle 1/10

N

à compléter	A	2023.07.__
objet de la modification +0.00 fini = +0.00 NGF	indice	date

BLPRRC
architecture & patrimoine

maître d'œuvre

Reims
2 rue Lagrive | BP 493
51067 Reims cedex
03 26 49 58 00

Paris
54 rue du Faubourg St-Antoine
75012 Paris
01 43 46 92 27

contact@blp-rrc.fr
www.blp-rrc.fr

maître d'ouvrage

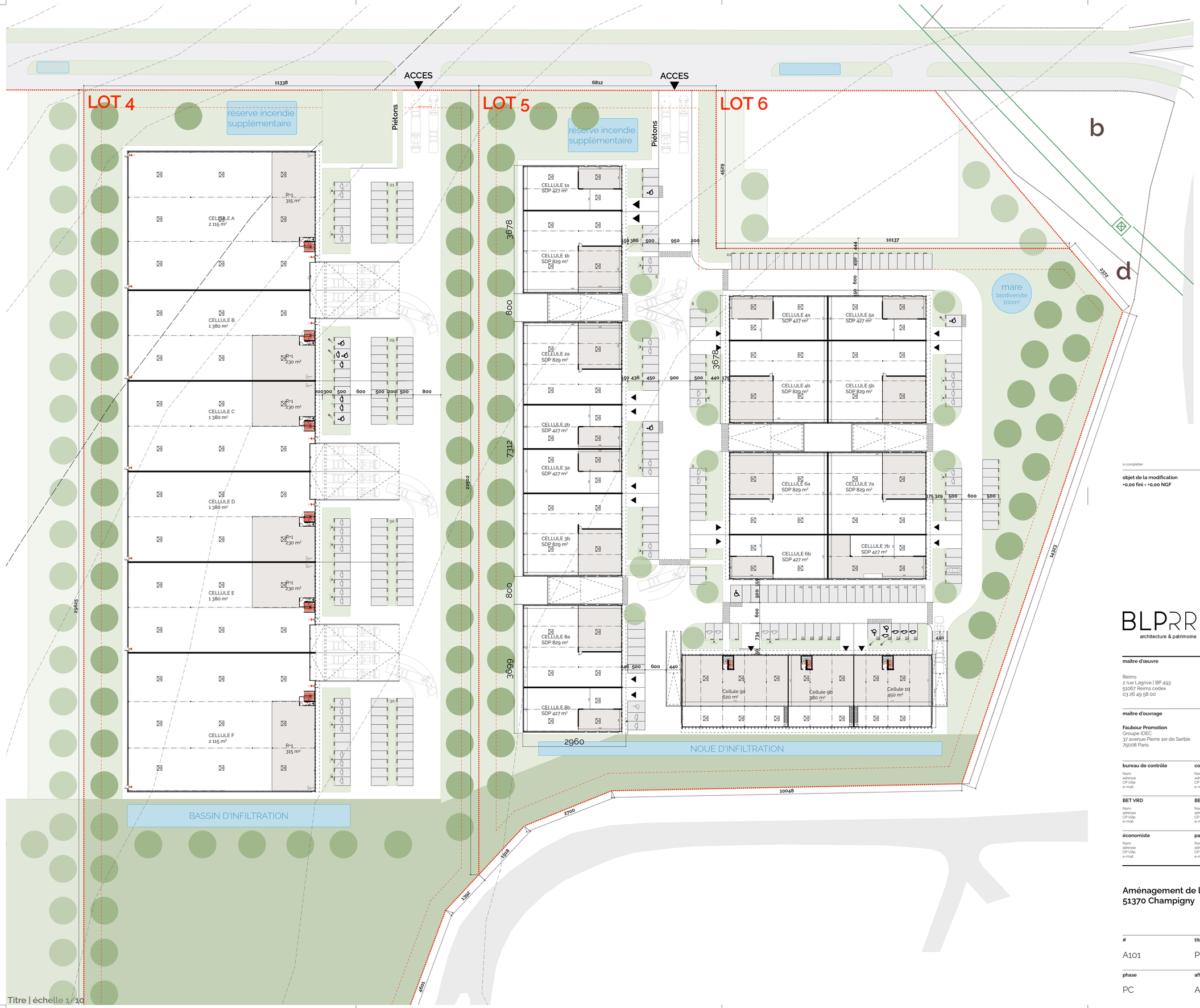
Faubour Promotion
Groupe IDEC
37 avenue Pierre 1er de Serbie
75008 Paris

Crédit Agricole
Nord Est Aménagement Promotion
15 rue André Pingat
51100 Reims

bureau de contrôle	**coordonnateur SPS**		
Nom adresse CP Ville e-mail	Nom adresse CP Ville e-mail		
BET VRD	**BET structure**	**BET CFO-cfa**	**BET CVC**
Nom adresse CP Ville e-mail	Nom adresse CP Ville e-mail	Nom adresse CP Ville e-mail	Nom adresse CP Ville e-mail
économiste	**paysagiste**		
Nom adresse CP Ville e-mail	Nom adresse CP Ville e-mail		

Aménagement de la parcelle "sud" Les Sables - Parc multi-activités 51370 Champigny

#	titre		
A101	Plan de masse - RdC		
phase	**affaire**	**échelle**	**date**
PC	AB01	1/500°	-.03.2026



Titre | échelle 1/10

à compléter

A 2023.07.__

objet de la modification
+0.00 fini = +0.00 NGF

indice date

BLPRRC
architecture & patrimoine

maître d'œuvre

Reims
2 rue Lagrive | BP 493
51067 Reims cedex
03 26 49 58 00

Paris
54 rue du Faubourg St-Antoine
75012 Paris
01 43 46 92 27

contact@blp-rrc.fr
www.blp-rrc.fr

maître d'ouvrage

Faubour Promotion
Groupe IDEC
37 avenue Pierre 1er de Serbie
75008 Paris

Crédit Agricole
Nord Est Aménagement Promotion
15 rue André Pingat
51100 Reims

bureau de contrôle
Nom
adresse
CP Ville
e-mail

coordonnateur SPS
Nom
adresse
CP Ville
e-mail

BET VRD
Nom
adresse
CP Ville
e-mail

BET structure
Nom
adresse
CP Ville
e-mail

BET CFO-cfa
Nom
adresse
CP Ville
e-mail

BET CVC
Nom
adresse
CP Ville
e-mail

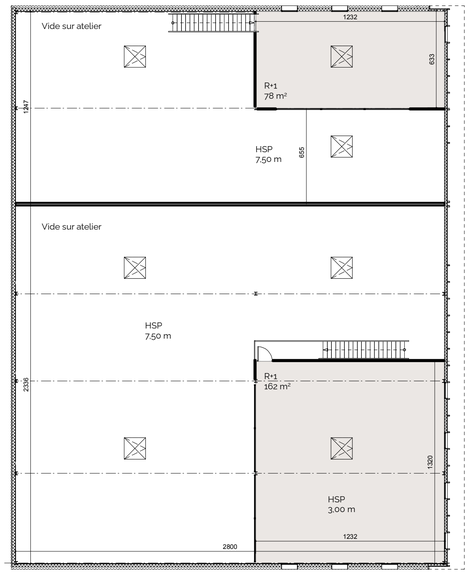
économiste
Nom
adresse
CP Ville
e-mail

paysagiste
Nom
adresse
CP Ville
e-mail

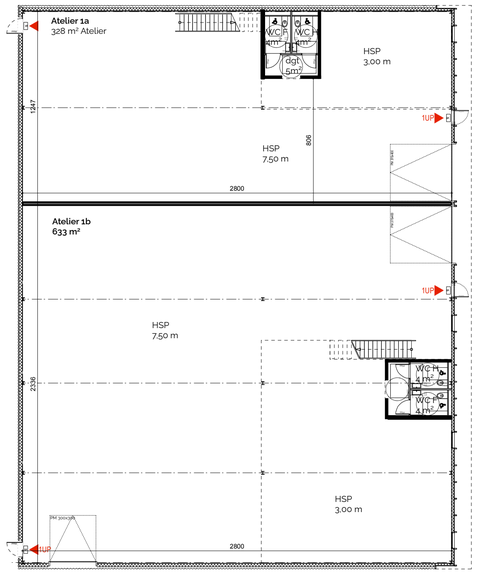
Aménagement de la parcelle "sud" Les Sables - Parc multi-activités 51370 Champigny

#	titre
A101	Plan de masse - R+1

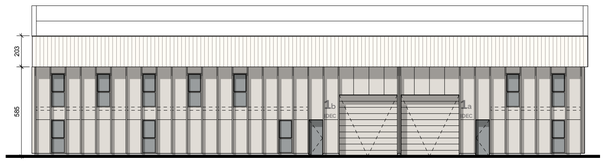
phase	affaire	échelle	date
PC	AB01	1/500*	-.03.2026



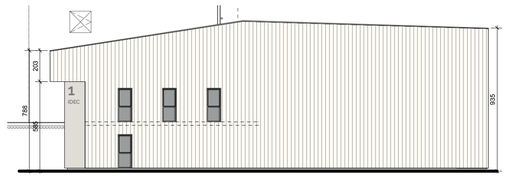
Bâtiment 1 & 6 - Plan R+1 | échelle 1/200°



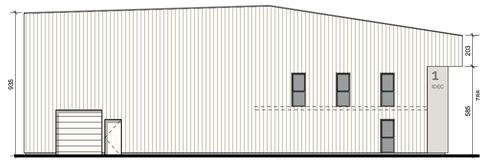
Bâtiment 1 & 6 - Plan RdC | échelle 1/200°



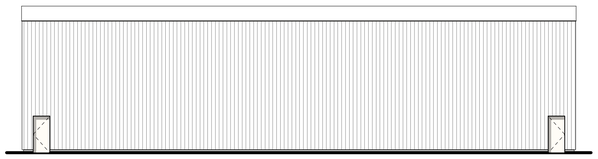
Bâtiment 1 & 6 - Élévation sur rue | échelle 1/200°



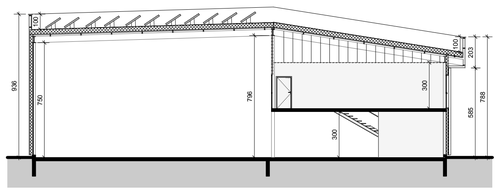
Bâtiment 1 & 6 - Pignon 1 | échelle 1/200°



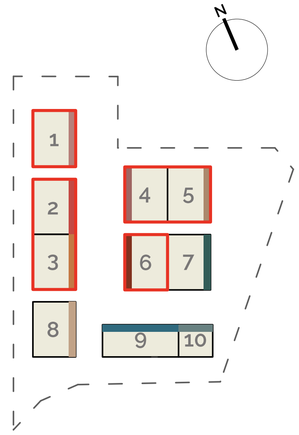
Bâtiment 1 & 6 - Pignon 2 | échelle 1/200°



Bâtiment 1 & 6 - Élévation arrière | échelle 1/200°



Bâtiment 1 & 6 - Coupe transversale | échelle 1/200°



Plan de localisation

à compléter | A | 2023.07.__

objet de la modification
+0,00 fini = +0,00 NGF

indice | date

BLPRRC
architecture & patrimoine

maître d'œuvre

Reims
2 rue Lagrive | BP 493
51067 Reims cedex
03 26 49 58 00

Paris
54 rue du Faubourg St-Antoine
75012 Paris
01 43 46 92 27

contact@blp-rrc.fr
www.blp-rrc.fr

maître d'ouvrage

Faubour Promotion
Groupe IDEC
37 avenue Pierre 1er de Serbie
75008 Paris

Crédit Agricole
Nord Est Aménagement Promotion
15 rue André Pingat
51100 Reims

bureau de contrôle
Nom
adresse
CP Ville
e-mail

coordonnateur SPS
Nom
adresse
CP Ville
e-mail

BET VRD
Nom
adresse
CP Ville
e-mail

BET structure
Nom
adresse
CP Ville
e-mail

BET CFO-cfa
Nom
adresse
CP Ville
e-mail

BET CVC
Nom
adresse
CP Ville
e-mail

économiste
Nom
adresse
CP Ville
e-mail

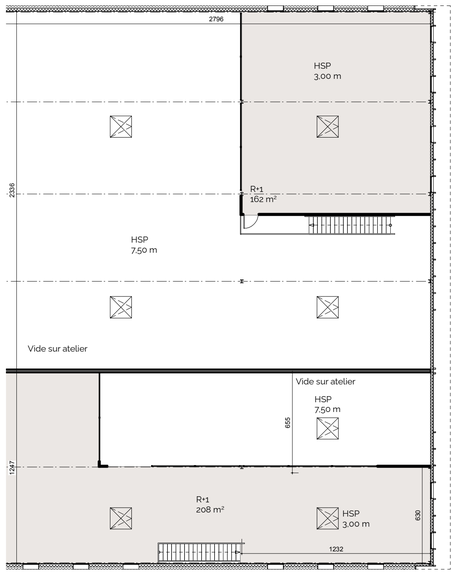
paysagiste
Nom
adresse
CP Ville
e-mail

Aménagement de la parcelle "sud" Les Sables - Parc multi-activités
51370 Champigny

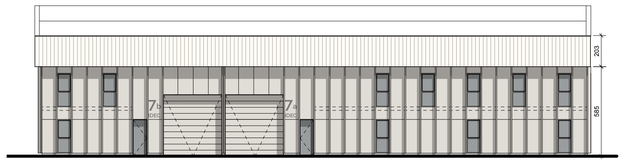
A101

titre
Bâtiments 1 à 6
Plans des niveaux- Élévations-Coupe

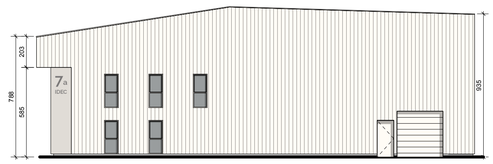
phase	affaire	échelle	date
PC	AB01	1/200°	-.03.2026



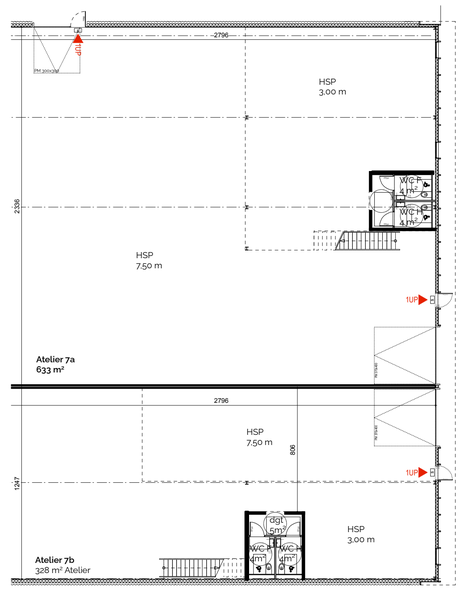
Bâtiment 7 - Plan R+1 | échelle 1/200°



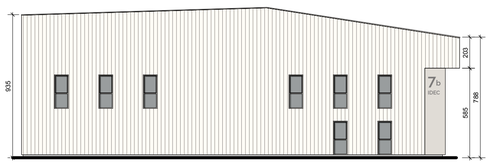
Bâtiment 7 - Élévation sur rue | échelle 1/200°



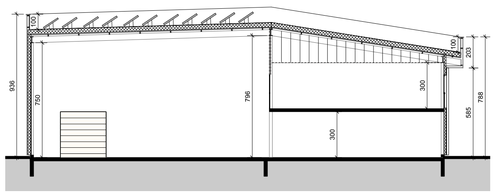
Bâtiment 7 - Élévation Nord | échelle 1/200°



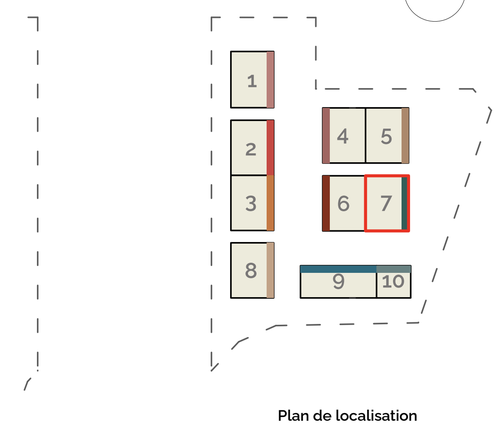
Bâtiment 7 - Plan RdC | échelle 1/200°



Bâtiment 7 - Élévation Sud | échelle 1/200°



Bâtiment 7 - Coupe transversale | échelle 1/200°



Plan de localisation

à compléter	A	2023.07.__
objet de la modification +0,00 fini = +0,00 NGF	indice	date

BLPRRC
architecture & patrimoine

maître d'œuvre

Reims
2 rue Lagrive | BP 493
51067 Reims cedex
03 26 49 58 00

Paris
54 rue du Faubourg St-Antoine
75012 Paris
01 43 46 92 27

contact@blp-rrc.fr
www.blp-rrc.fr

maître d'ouvrage

Faubour Promotion
Groupe IDEC
37 avenue Pierre 1er de Serbie
75008 Paris

Crédit Agricole
Nord Est Aménagement Promotion
15 rue André Pingat
51100 Reims

bureau de contrôle
Nom
adresse
CP Ville
e-mail

coordonnateur SPS
Nom
adresse
CP Ville
e-mail

BET VRD
Nom
adresse
CP Ville
e-mail

BET structure
Nom
adresse
CP Ville
e-mail

BET CFO-cfa
Nom
adresse
CP Ville
e-mail

BET CVC
Nom
adresse
CP Ville
e-mail

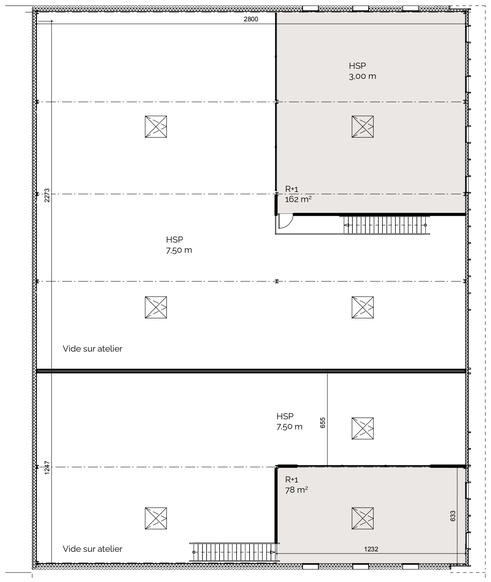
économiste
Nom
adresse
CP Ville
e-mail

paysagiste
Nom
adresse
CP Ville
e-mail

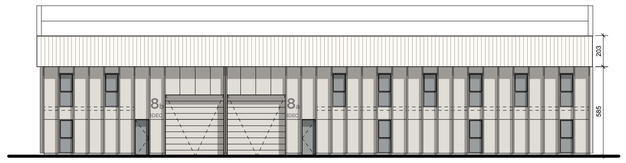
Aménagement de la parcelle "sud" Les Sables - Parc multi-activités
51370 Champigny

#	titre
A101	Bâtiments 1 à 8 Plans des niveaux- Élévations-Coupe

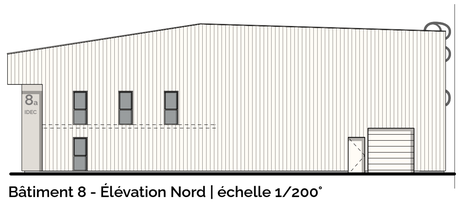
phase	affaire	échelle	date
PC	AB01	1/200°	-.03.2026



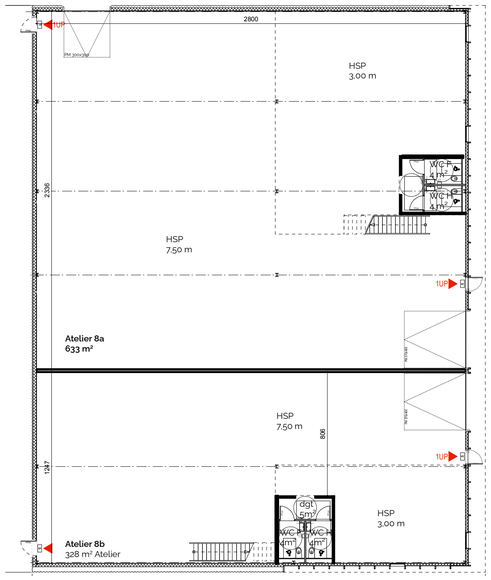
Bâtiment 8 - Plan R+1 | échelle 1/200°



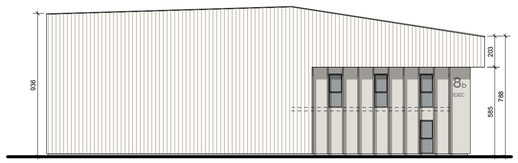
Bâtiment 8 - Élévation sur rue | échelle 1/200°



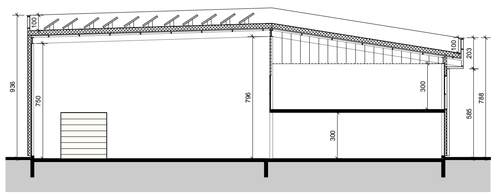
Bâtiment 8 - Élévation Nord | échelle 1/200°



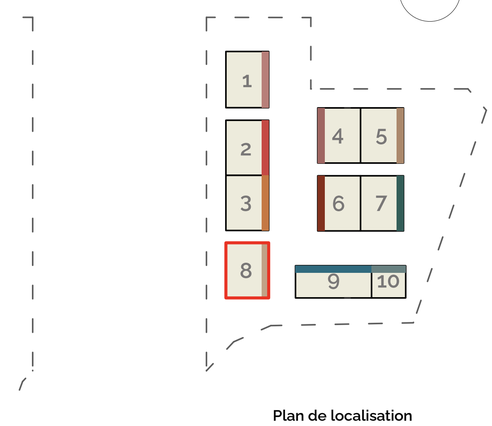
Bâtiment 8 - Plan RdC | échelle 1/200°



Bâtiment 8 - Élévation Sud | échelle 1/200°



Bâtiment 8 - Coupe transversale | échelle 1/200°



Plan de localisation

à compléter	A	2023.07.__
objet de la modification +0.00 fini = +0.00 NGF	indice	date

BLPRRC
architecture & patrimoine

maître d'œuvre

Reims
2 rue Lagrive | BP 493
51067 Reims cedex
03 26 49 58 00

Paris
54 rue du Faubourg St-Antoine
75012 Paris
01 43 46 92 27

contact@blp-rrc.fr
www.blp-rrc.fr

maître d'ouvrage

Faubour Promotion
Groupe IDEC
37 avenue Pierre 1er de Serbie
75008 Paris

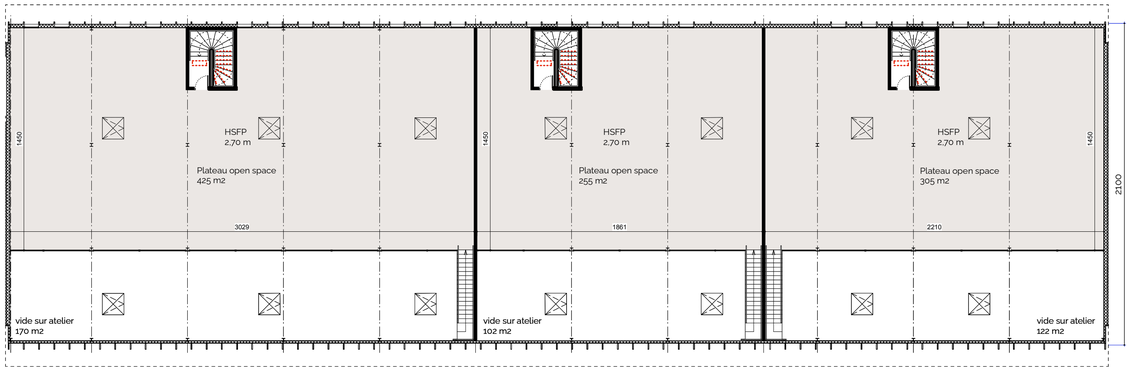
Crédit Agricole
Nord Est Aménagement Promotion
15 rue André Pingat
51100 Reims

bureau de contrôle	coordonnateur SPS		
Nom adresse CP Ville e-mail	Nom adresse CP Ville e-mail		
BET VRD	**BET structure**	**BET CFO-cfa**	**BET CVC**
Nom adresse CP Ville e-mail	Nom adresse CP Ville e-mail	Nom adresse CP Ville e-mail	Nom adresse CP Ville e-mail
économiste	**paysagiste**		
Nom adresse CP Ville e-mail	Nom adresse CP Ville e-mail		

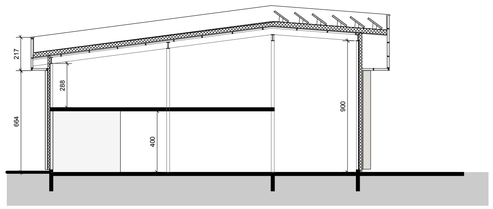
Aménagement de la parcelle "sud" Les Sables - Parc multi-activités 51370 Champigny

#	titre
A101	Bâtiments 1 à 8 Plans des niveaux- Élévations-Coupe

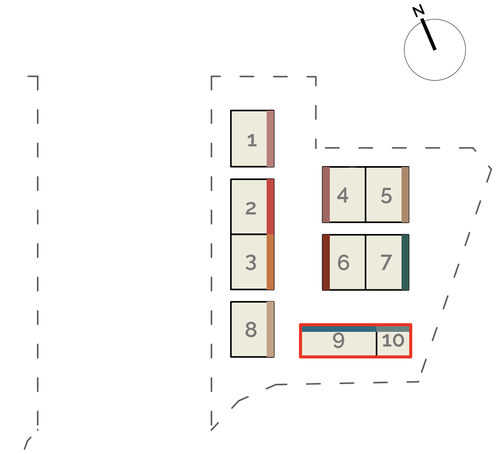
phase	affaire	échelle	date
PC	AB01	1/200°	-.03.2026



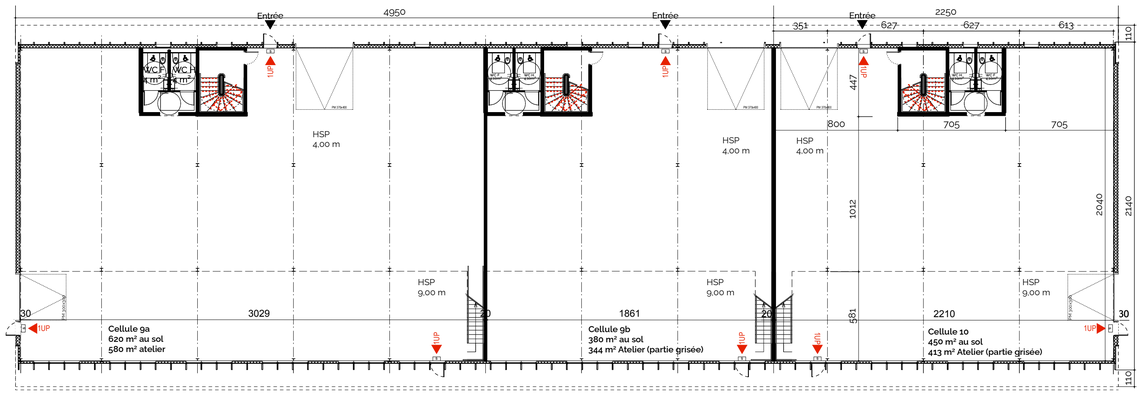
Bâtiment 9 & 10 - Plan R+1 | échelle 1/200°



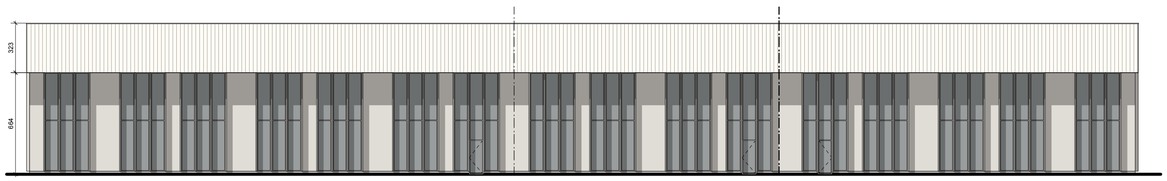
Bâtiment 9 & 10 - Coupe transversale | échelle 1/200°



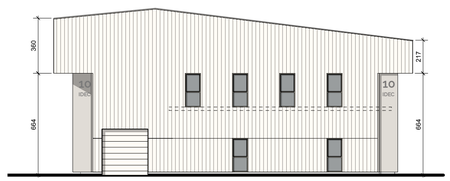
Plan de localisation



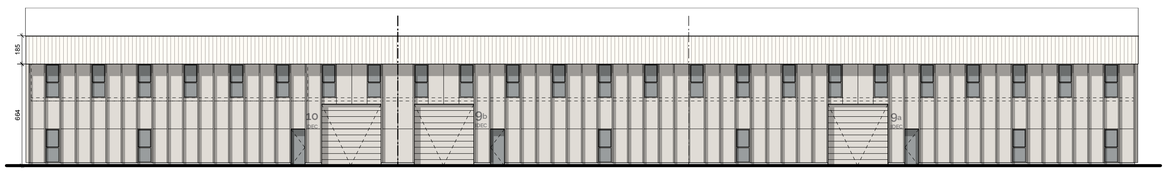
Bâtiment 9 & 10 - Plan RdC | échelle 1/200°



Bâtiment 9 & 10 - Élévation Sud | échelle 1/200°



Bâtiment 9 & 10 - Élévation Est | échelle 1/200°



Bâtiment 9 & 10 - Élévation Nord | échelle 1/200°



Bâtiment 9 & 10 - Élévation Ouest | échelle 1/200°

à compléter | A | 2023.07.__

objet de la modification
+0,00 fini = +0,00 NGF

indice | date

BLPRRC
architecture & patrimoine

maître d'œuvre

Reims
2 rue Lagrive | BP 493
51067 Reims cedex
03 26 49 58 00

Paris
54 rue du Faubourg St-Antoine
75012 Paris
01 43 46 92 27

contact@blp-rrc.fr
www.blp-rrc.fr

maître d'ouvrage

Faubour Promotion
Groupe IDEC
37 avenue Pierre 1er de Serbie
75008 Paris

Crédit Agricole
Nord Est Aménagement Promotion
15 rue André Pingat
51100 Reims

bureau de contrôle
Nom
adresse
CP Ville
e-mail

coordonnateur SPS
Nom
adresse
CP Ville
e-mail

BET VRD
Nom
adresse
CP Ville
e-mail

BET structure
Nom
adresse
CP Ville
e-mail

BET CFO-cfa
Nom
adresse
CP Ville
e-mail

BET CVC
Nom
adresse
CP Ville
e-mail

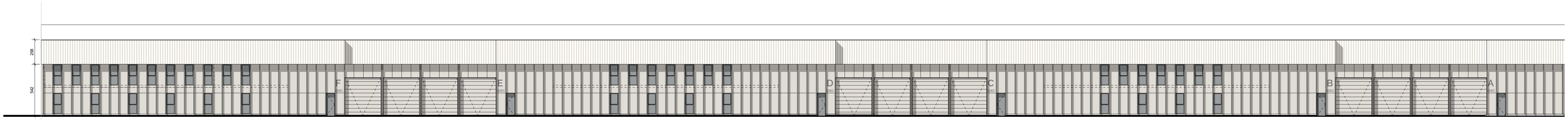
économiste
Nom
adresse
CP Ville
e-mail

paysagiste
Nom
adresse
CP Ville
e-mail

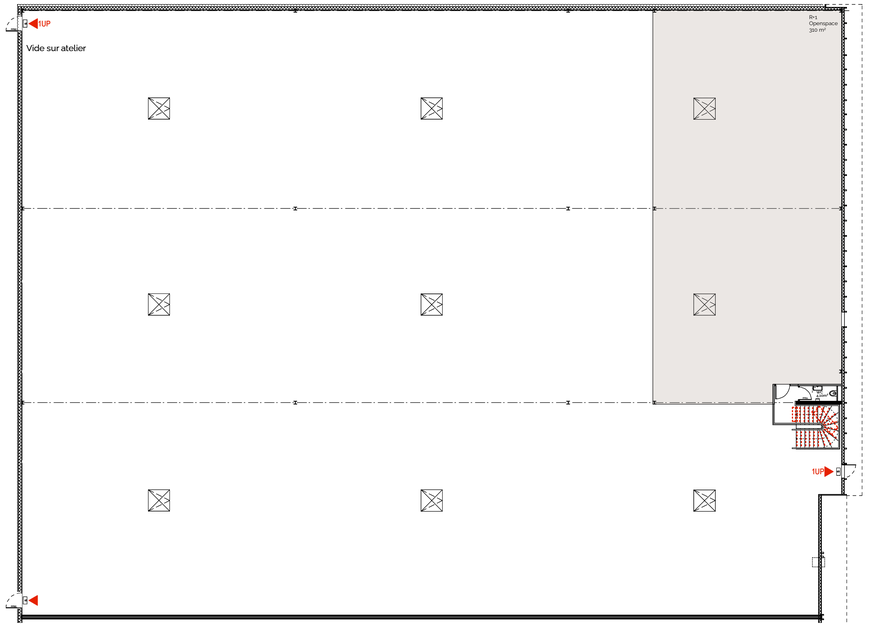
Aménagement de la parcelle "sud" Les Sables - Parc multi-activités
51370 Champigny

#	titre
A101	Bâtiment 9 & 10 Plans des niveaux- Élévations-Coupe

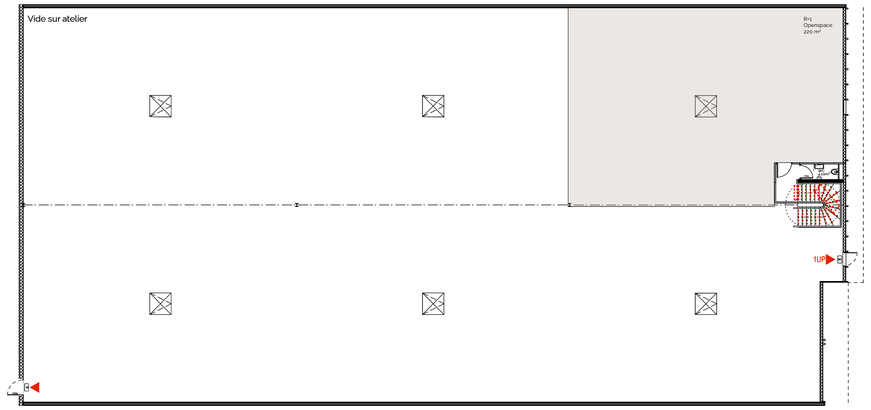
phase	affaire	échelle	date
PC	AB01	1/200°	-.03.2026



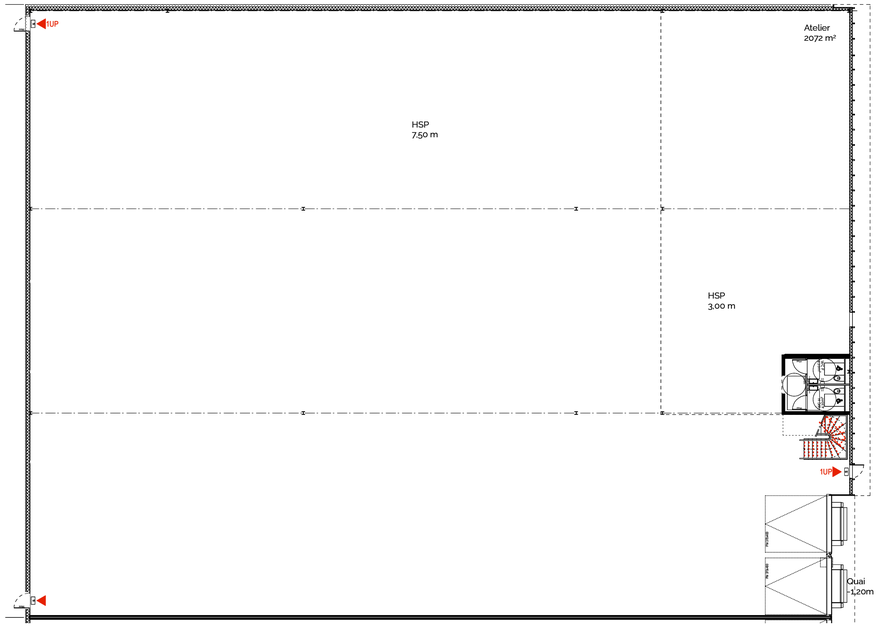
Élévation A & F | échelle 1/200*



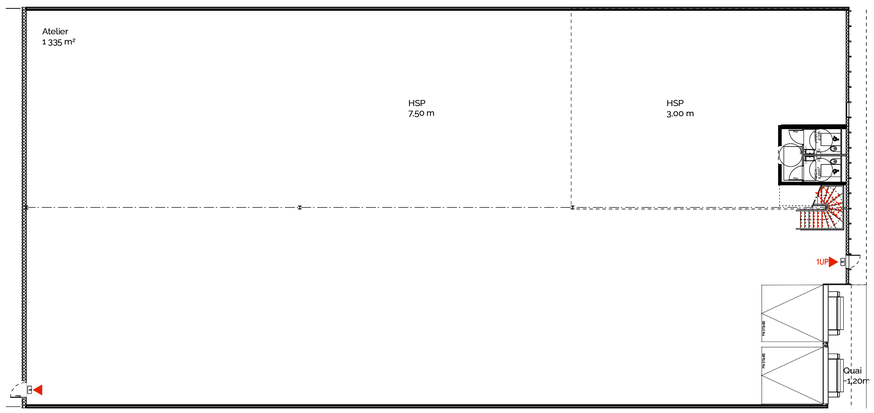
Bâtiments A & F - Plan R+1 | échelle 1/200*



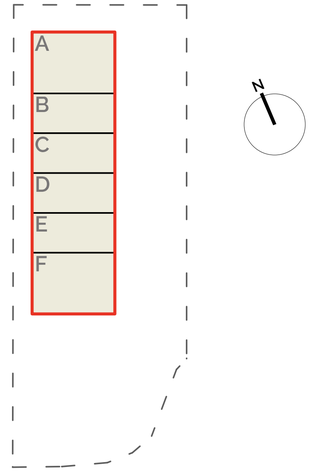
Bâtiments B à E - Plan R+1 | échelle 1/200*



Bâtiments A & F - Plan RdC | échelle 1/200*



Bâtiments B à E - Plan RdC | échelle 1/200*



Plan de localisation

à compléter	A	2023.07.__
objet de la modification +0,00 fini = +0,00 NGF	indice	date

BLPRRC
architecture & patrimoine

maître d'œuvre

Reims
2 rue Lagrive | BP 493
51067 Reims cedex
03 26 49 58 00

Paris
54 rue du Faubourg St-Antoine
75012 Paris
01 43 46 92 27

contact@blp-rrc.fr
www.blp-rrc.fr

maître d'ouvrage

Faubour Promotion
Groupe IDEC
37 avenue Pierre 1er de Serbie
75008 Paris

Crédit Agricole
Nord Est Aménagement Promotion
15 rue André Pingat
51100 Reims

bureau de contrôle
Nom
adresse
CP Ville
e-mail

coordonnateur SPS
Nom
adresse
CP Ville
e-mail

BET VRD
Nom
adresse
CP Ville
e-mail

BET structure
Nom
adresse
CP Ville
e-mail

BET CFO-cfa
Nom
adresse
CP Ville
e-mail

BET CVC
Nom
adresse
CP Ville
e-mail

économiste
Nom
adresse
CP Ville
e-mail

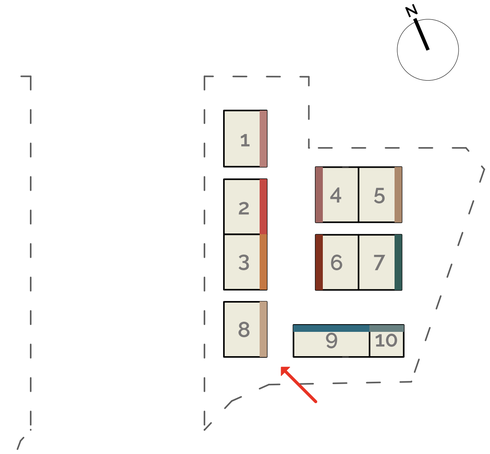
paysagiste
Nom
adresse
CP Ville
e-mail

Aménagement de la parcelle "sud" Les Sables - Parc multi-activités
51370 Champigny

#	titre
A101	Bâtiments A & F - B à E Plans des niveaux- Élévations-Coupe

phase	affaire	échelle	date
PC	AB01		-.03.2026





Plan de localisation

à compléter	A	2023.07.__
objet de la modification **+0,00 fini = +0,00 NGF**	**indice**	**date**

BLPRRC
architecture & patrimoine

maître d'œuvre

Reims
2 rue Lagrive | BP 493
51067 Reims cedex
03 26 49 58 00

Paris
54 rue du Faubourg St-Antoine
75012 Paris
01 43 46 92 27

contact@blp-rrc.fr
www.blp-rrc.fr

maître d'ouvrage

Faubour Promotion
Groupe IDEC
37 avenue Pierre 1er de Serbie
75008 Paris

Crédit Agricole
Nord Est Aménagement Promotion
15 rue André Pingat
51100 Reims

bureau de contrôle
Nom
adresse
CP Ville
e-mail

coordonnateur SPS
Nom
adresse
CP Ville
e-mail

BET VRD
Nom
adresse
CP Ville
e-mail

BET structure
Nom
adresse
CP Ville
e-mail

BET CFO-cfa
Nom
adresse
CP Ville
e-mail

BET CVC
Nom
adresse
CP Ville
e-mail

économiste
Nom
adresse
CP Ville
e-mail

paysagiste
Nom
adresse
CP Ville
e-mail

Aménagement de la parcelle "sud" Les Sables - Parc multi-activités 51370 Champigny

#	titre		
A101	Image d'insertion		
phase	**affaire**	**échelle**	**date**
PC	AB01		-.03.2026



FAUBOURG PROMOTION

GROUPE IDEC

RÉALISATION DU VOLET PAYSAGER DU LOT 04
ZA “LES SABLES” À CHAMPIGNY

MARS 2026

SAVART PAYSAGE

SOMMAIRE

NOTICE PAYSAGÈRE POUR L'AMÉNAGEMENT DE LA PARCELLE 4 4

PRÉAMBULE 4

LA PARCELLE 4 4

PALETTE VÉGÉTALE 7

STRATE ARBUSTIVE 7

STRATE ARBORÉE - ARBRES EN TIGE ET/OU EN CÉPÉE 8

ESPÈCES DOMINANTES 9

PLAN MASSE GLOBAL LOT 4 ET 5 10

NOTICE PAYSAGÈRE POUR L’AMÉNAGEMENT DE LA PARCELLE 4

PRÉAMBULE

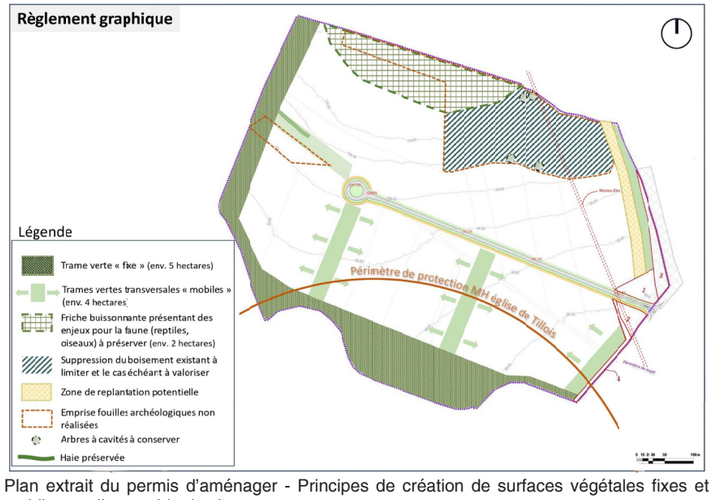
Les parcelles numérotées de 2 à 6 situées au Sud-Est de la Zone d’Activité “Les Sables” doivent proposer un futur paysage qui réponde aux ambitions du permis d’aménager. Il s’agit d’assurer une démarche paysagère qui s’appuie sur deux principes :

- Intégrer les mouvements de sols et les talus induits par les terrassements dans une cohérence propre à la morphologie des amplitudes du terroir de Champagne crayeuse.

- Composer des trames végétales successives qui participent à la création d’une transversalité écologique à l’ensemble du site menant du haut vers le bas de cette colline.

La composition de cette trame végétale sera issue principalement des plantes ligneuses déjà présentes en Champagne crayeuse, complétées par quelques essences que l’on pense adaptées à l’évolution du climat et ses différents impacts, notamment la chaleur et la réduction des périodes de floraison.

Chaque parcelle de ce projet doit s’intégrer dans une démarche globale d’aménagement de ce site pour participer à l’identité de cette colline.



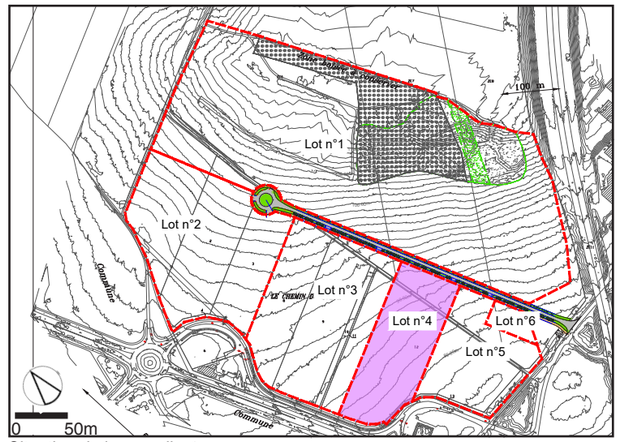
Plan extrait du permis d’aménager - Principes de création de surfaces végétales fixes et mobiles sur l’ensemble du site.

LA PARCELLE 4

Impact des terrassements et des bâtiments


Le site actuel


Impact des terrassements et des bâtiments

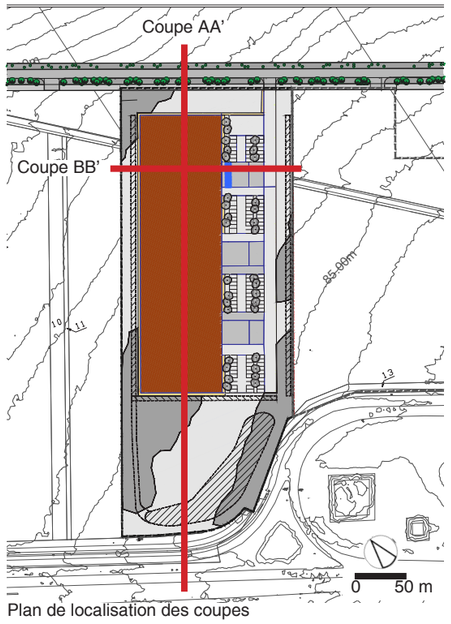


Situation de la parcelle 4

Adaptation des terrassements aux ondulations champenoises

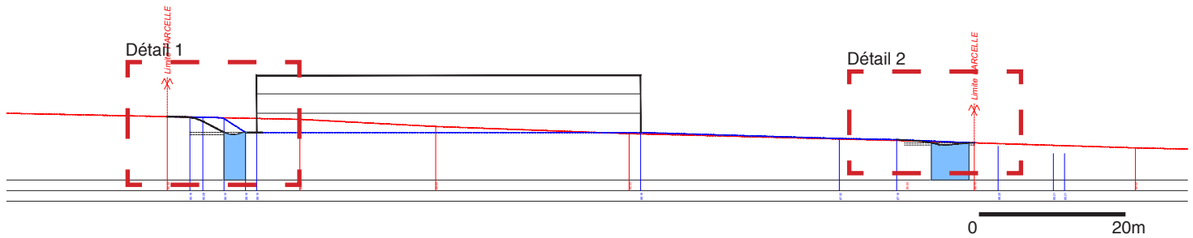
Les arrêtes en limites de terrassement sont toutes modelées pour présenter des profils amples et des courbes rappelant les amplitudes des collines de Champagne crayeuse.

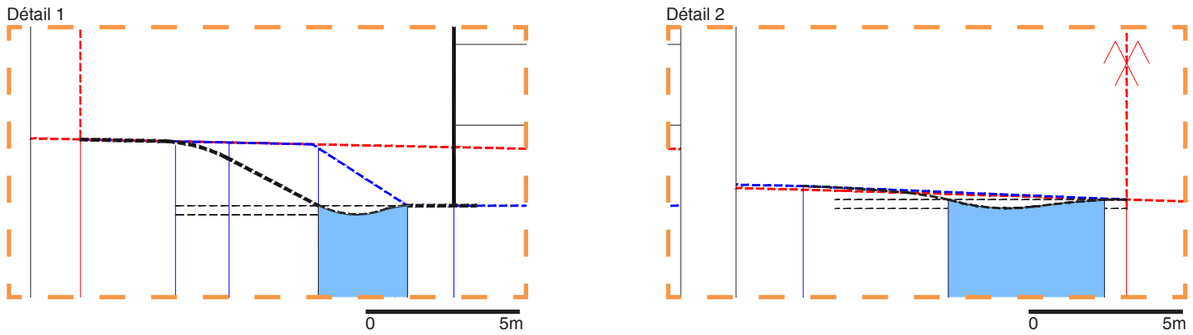
Ce principe permet d'effacer toutes les ruptures brutales liées aux terrassements pour composer un socle paysager conjuguant les mêmes principes sur l'ensemble de cette colline.



Plan de localisation des coupes

COUPE TRANSVERSALE BB'

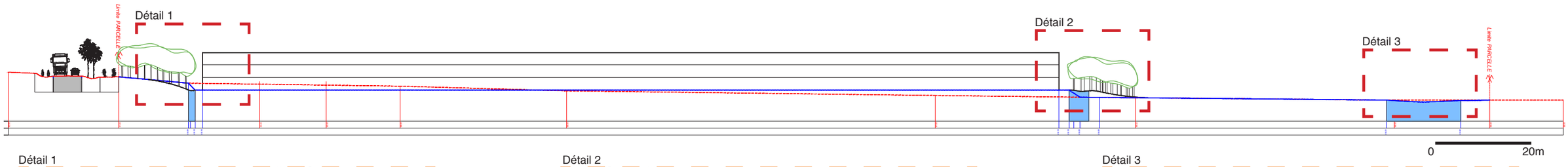


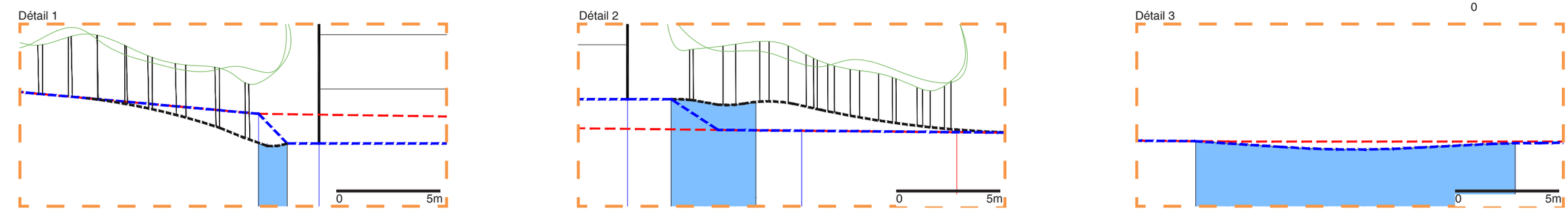


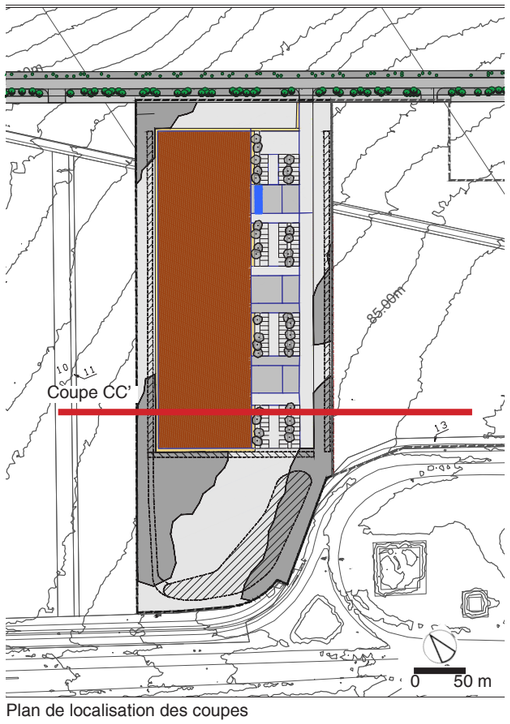
Légende

- Profil Terrain Nu
- Profil Projet Plateforme
- Profil Projet Paysager
- Noues d'infiltration

COUPE TRANSVERSALE AA'



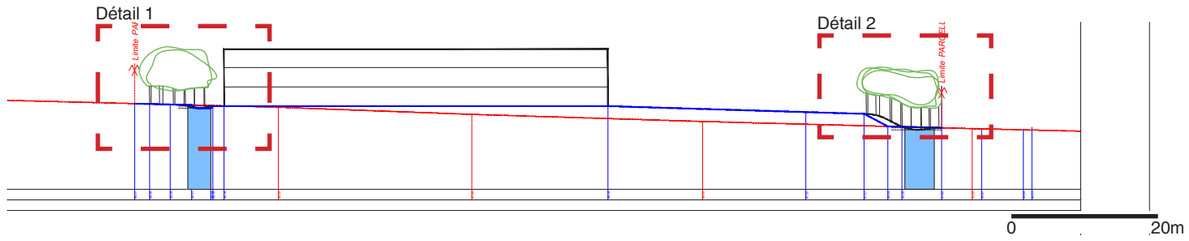


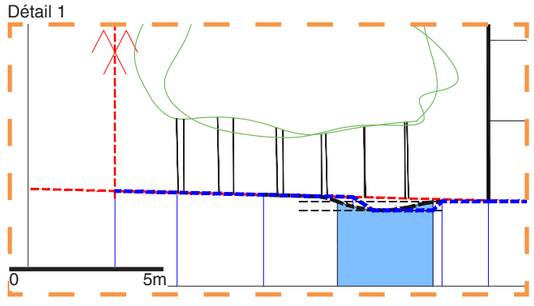


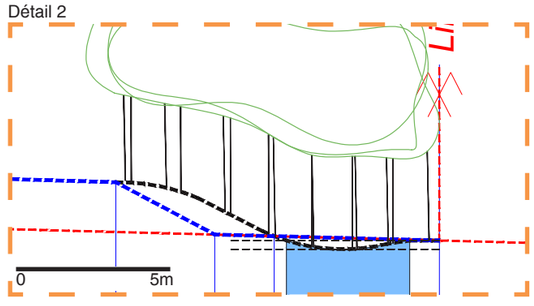
Plan de localisation des coupes

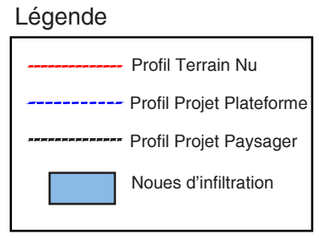
L’atténuation des terrassements conjugués avec les plantations permet d’insérer les plateformes et les bâtiments dans une démarche de paysage globale.
Après quelques années, les aménagements émergeront d’une trame végétale qui sera le premier élément de composition du site.

COUPE TRANSVERSALE CC’



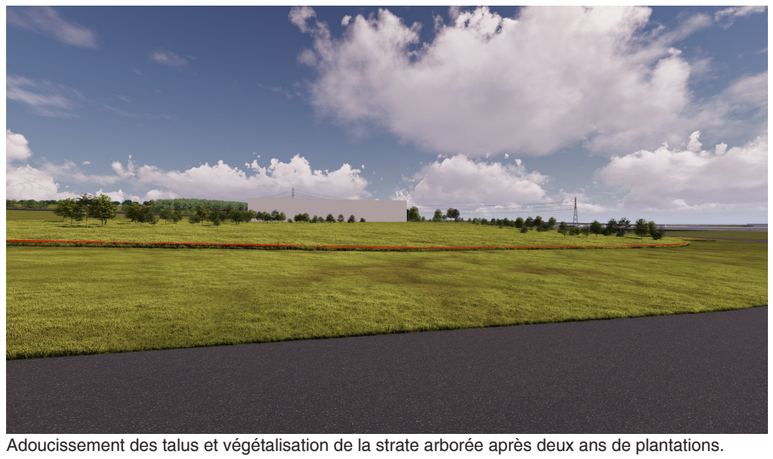




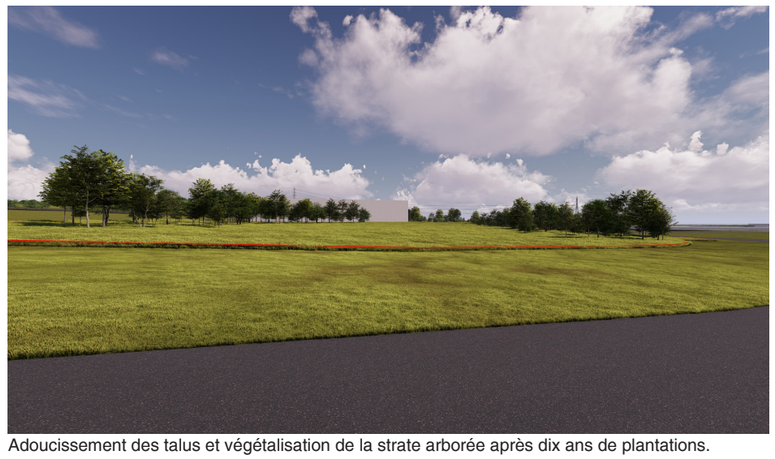




Adoucissement des talus et végétalisation de la strate herbacée



Adoucissement des talus et végétalisation de la strate arborée après deux ans de plantations.



Adoucissement des talus et végétalisation de la strate arborée après dix ans de plantations.

PALETTE VÉGÉTALE

La palette végétale proposée se décompose en fonction des strates arbustives et des strates arborées.
Une large part des espèces est issue de la palette des végétaux locaux. Ces derniers sont adaptés au contexte pédoclimatique de Champagne crayeuse et participe à l'équilibre et aux échanges de biodiversité locale.

Pour la strate arborée, la diversité des espèces dépasse la simple présence locale. On intègre quelques espèces d'origines méditerranéennes pour anticiper les impacts du changement climatique liés à l'évolution des températures.
Enfin deux espèces permettent d'élargir les périodes de floraison ; l'évolution du climat réduit considérablement cet étalement des floraisons et par effet induit la production de pollen, notamment l'alimentation des insectes.

Strate arbustive

ESPÈCES LOCALES


Amelanchier ovalis


Colutea arborescens


Cornus mas


Juniperus communis


Ligustrum vulgare


Rosa canina «Inermis»

ESPÈCES MÉDITERRANÉENNES


Viburnum lantana


Viburnum opulus


Arbutus unedo


Phillyrea angustifolia


Pistachia lentiscus


Rhamnus cathartica

Strate arborée - Arbres en tige et/ou en cépée

ESPÈCES LOCALES


Crataegus oxyacantha


Prunus padus


Quercus pubescens


Sambucus nigra


Fagus sylvatica


Sorbus aucuparia


Acer campestris


Betula verrucosa


Carpinus betulus


Prunus avium


Salix caprea


Tylia cordata

ESPÈCES MÉDITÉRRANÉENNES


Acer monspessulanum


Melia azedarach


Prunus dulcis


Quercus ilex

ESPÈCES À FLORAISON TARDIVE


Tetradium daniellii


Tilia henryana



Espèces dominantes

Chaque microboisement sera accompagné par une espèce dominante qui représentera 30 à 40% des végétaux mis en place.
Cette attitude permet de retrouver les disparités de répartition des espèces dans les boisements naturels de Champagne crayeuse.
Ces spécificités par microboisement vont aussi participer au développement de la biodiversité ordinaire dans ces corridors écologiques.

1- Fagus sylvatica

2 - Quercus Pubescens

3 - Prunus avium

4 - Betula verrucosa



Fagus sylvatica



Quercus pubescens



Prunus avium



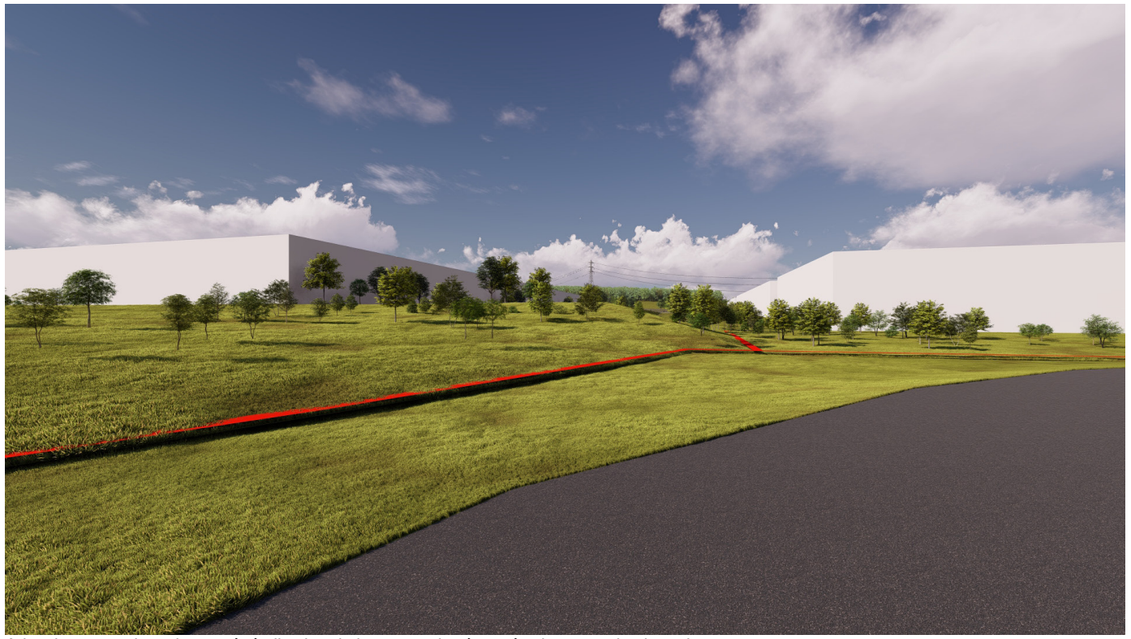
Betula verrucosa

PLAN MASSE GLOBAL LOT 4 ET 5

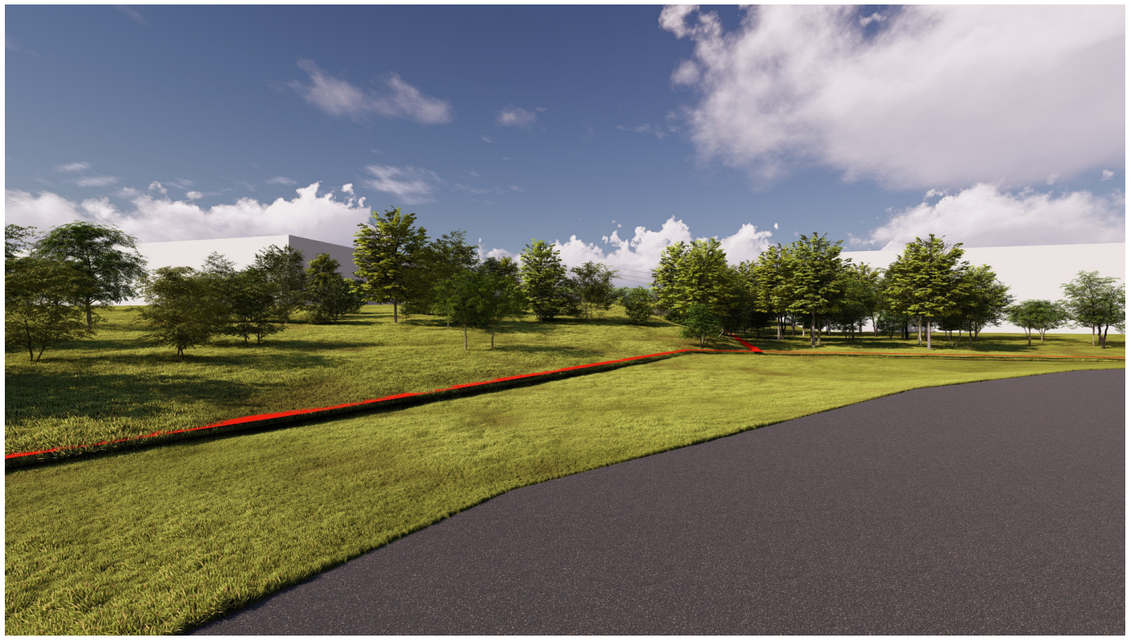


Légende :

- Limite de parcelle Lot 4
- Limite de parcelle Lot 5
- Arbre
- Surface boisée
- Surface enherbée
- Noue d’infiltration



Adoucissement des talus et végétalisation de la strate arborée après deux ans de plantations.



Adoucissement des talus et végétalisation de la strate arborée après dix ans de plantations.



FAUBOURG PROMOTION

GROUPE IDEC

ZA “LES SABLES” À CHAMPIGNY
AMENAGEMENT DU LOT 05

PROJET ET PAYSAGE

MARS 2026

SAVART PAYSAGE

SOMMAIRE

NOTICE PAYSAGÈRE POUR L'AMÉNAGEMENT DE LA PARCELLE 5 4

PRÉAMBULE 4

LA PARCELLE 5 4

PALETTE VÉGÉTALE 7

STRATE ARBUSTIVE 7

STRATE ARBORÉE - ARBRES EN TIGE ET/OU EN CÉPÉE 8

ESPÈCES DOMINANTES 9

PLAN MASSE GLOBAL LOT 4 ET 5 10

NOTICE PAYSAGÈRE POUR L’AMÉNAGEMENT DE LA PARCELLE 5

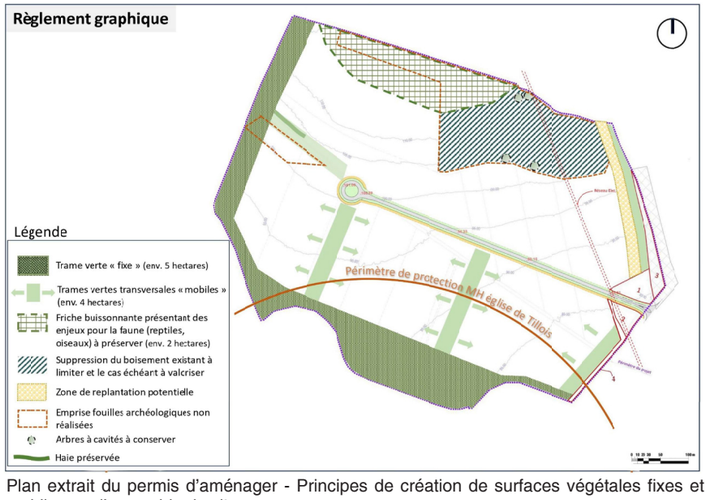
PRÉAMBULE

Les parcelles numérotées de 2 à 6 situées au Sud-Est de la Zone d’Activité “Les Sables” doivent proposer un futur paysage qui réponde aux ambitions du permis d’aménager. Il s’agit d’assurer une démarche paysagère qui s’appuie sur deux principes :

- Intégrer les mouvements de sols et les talus induits par les terrassements dans une cohérence propre à la morphologie des amplitudes du terroir de Champagne crayeuse.

- Composer des trames végétales successives qui participent à la création d’une transversalité écologique à l’ensemble du site menant du haut vers le bas de cette colline.
La composition de cette trame végétale sera issue principalement des plantes ligneuses déjà présentes en Champagne crayeuse, complétées par quelques essences que l’on pense adaptées à l’évolution du climat et ses différents impacts, notamment la chaleur et la réduction des périodes de floraison.

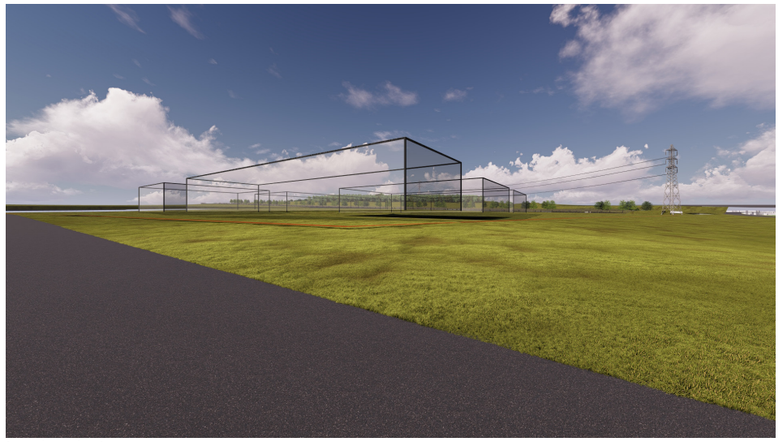
Chaque parcelle de ce projet doit s’intégrer dans une démarche globale d’aménagement de ce site pour participer à l’identité de cette colline.

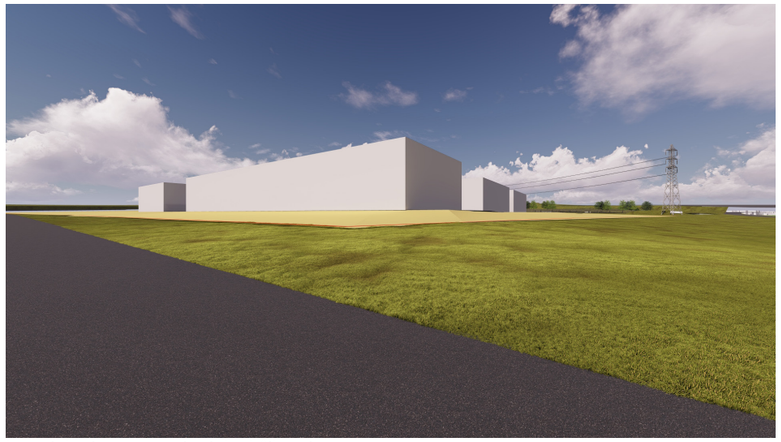


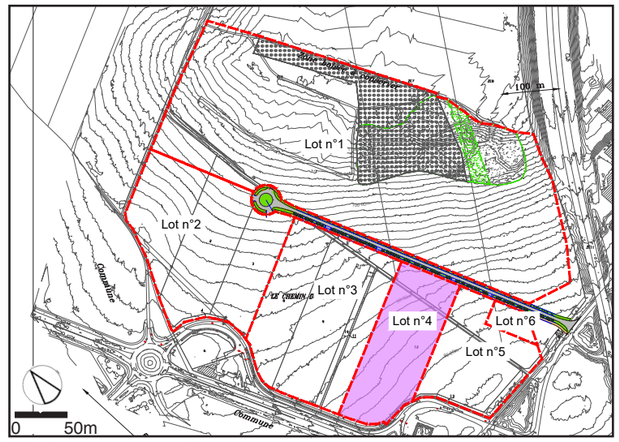
Plan extrait du permis d’aménager - Principes de création de surfaces végétales fixes et mobiles sur l’ensemble du site.

LA PARCELLE 5

Impact des terrassements et des bâtiments


Le site actuel


Impact des terrassements et des bâtiments

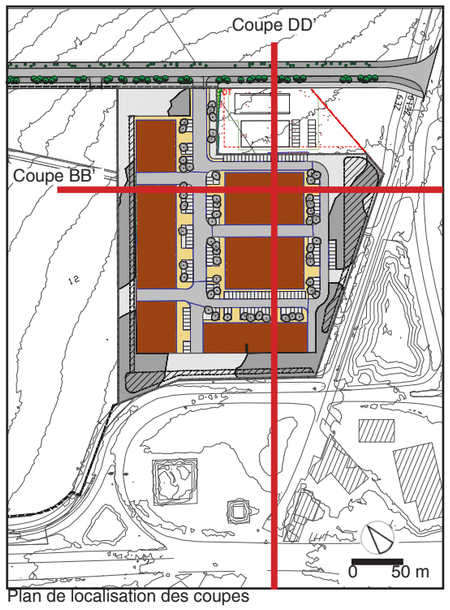


Situation de la parcelle 5

Adaptation des terrassements aux ondulations champenoises

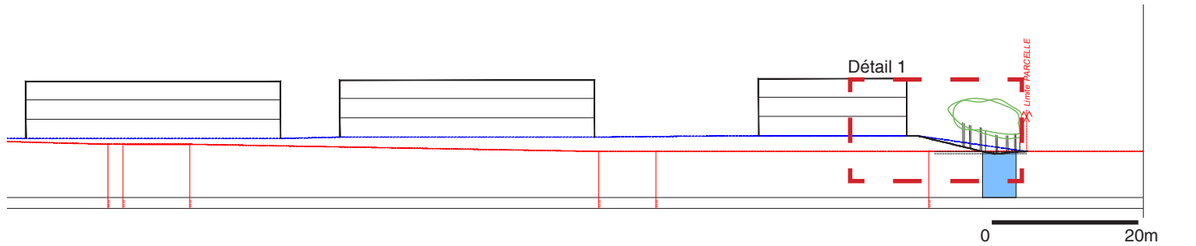
Les arrêtes en limites de terrassement sont toutes modelées pour présenter des profils amples et courbes rappelant les amplitudes des collines de Champagne crayeuse.

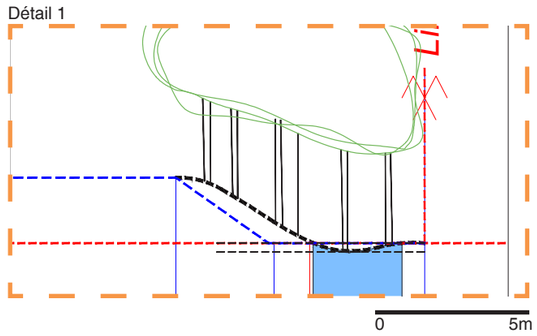
Ce principe permet d'effacer toutes les ruptures brutales liées aux terrassements pour composer un socle paysager conjuguant les mêmes principes sur l'ensemble de cette colline.

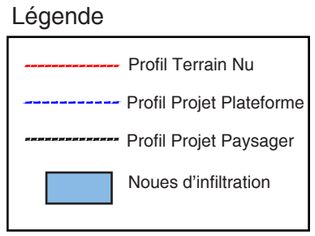


Plan de localisation des coupes

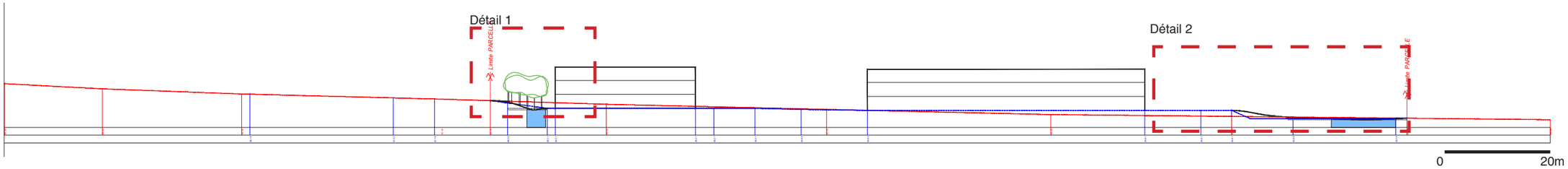
COUPE TRANSVERSALE DD'

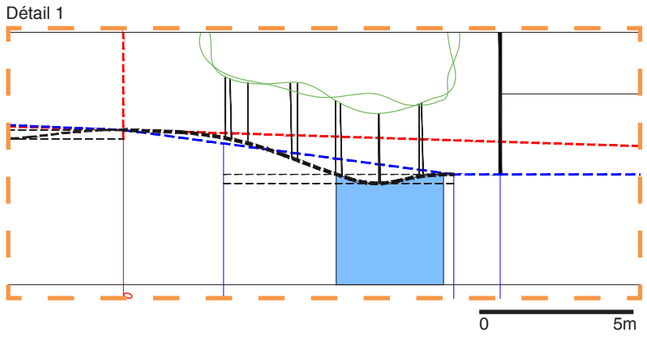


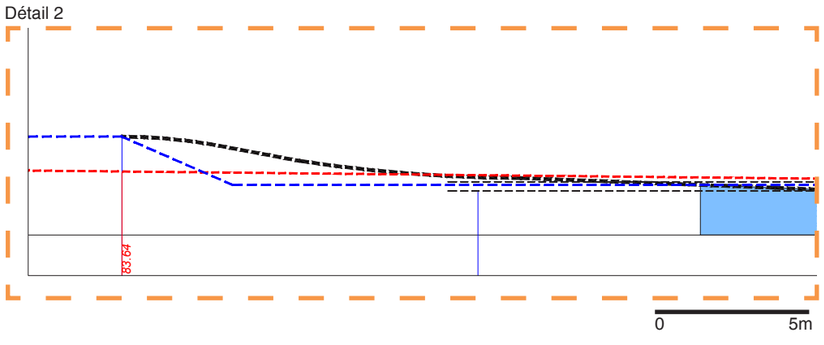


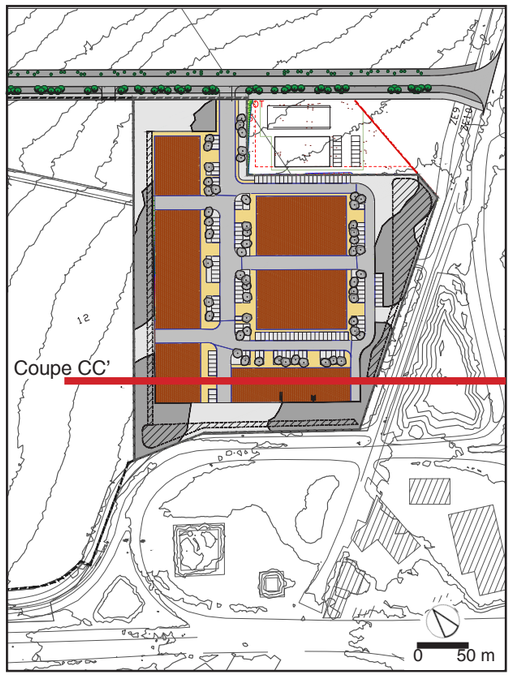


COUPE TRANSVERSALE BB'





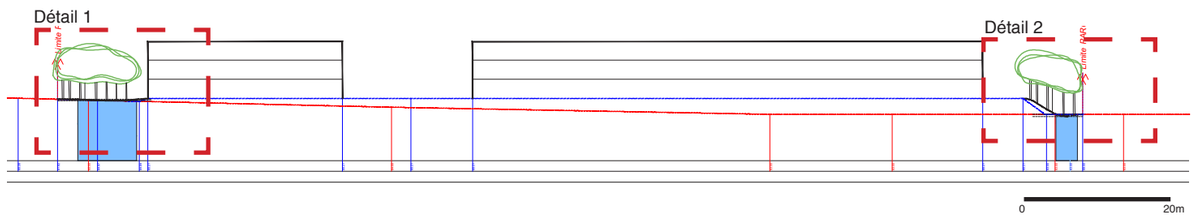


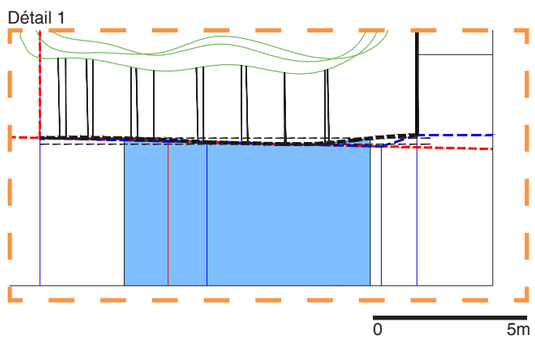


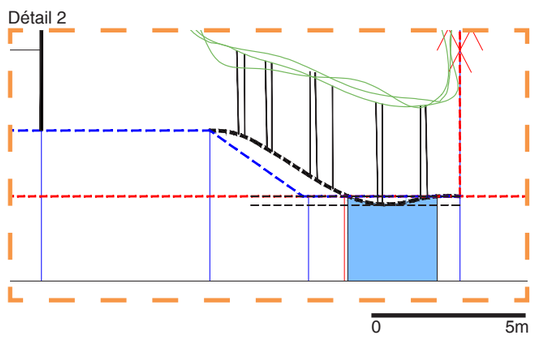
Plan de localisation des coupes

L’atténuation des terrassements conjugués avec les plantations permet d’insérer les plateformes et les bâtiments dans une démarche de paysage globale.
Après quelques années les aménagements émergeront d’une trame végétale qui sera le premier élément de composition du site.

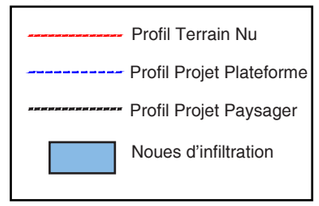
COUPE TRANSVERSALE CC’







Légende





Adoucissement des talus et végétalisation de la strate herbacée



Adoucissement des talus et végétalisation de la strate arborée après deux ans de plantations.



Adoucissement des talus et végétalisation de la strate arborée après dix ans de plantations.

PALETTE VÉGÉTALE

La palette végétale proposée se décompose en fonction des strates arbustives et des strates arborées.
Une large part des espèces est issue de la palette des végétaux locaux. Ces derniers sont adaptés au contexte pédoclimatique de Champagne crayeuse et participe à l'équilibre et aux échanges de biodiversité locale.

Pour la strate arborée, la diversité des espèces dépasse la simple présence locale. On intègre quelques espèces d'origines méditerranéennes pour anticiper les impacts du changement climatique liés à l'évolution des températures.
Enfin deux espèces permettent d'élargir les périodes de floraison ; l'évolution du climat réduit considérablement cet étalement des floraisons et par effet induit la production de pollen, notamment l'alimentation des insectes.

Strate arbustive

ESPÈCES LOCALES



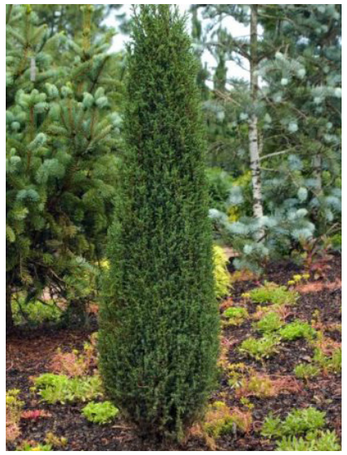
Amelanchier ovalis



Colutea arborescens



Cornus mas



Juniperus communis



Ligustrum vulgare



Rosa canina «Inermis»

ESPÈCES MÉDITERRANÉENNES



Viburnum lantana



Viburnum opulus



Arbutus unedo



Phillyrea angustifolia



Pistachia lentiscus



Rhamnus cathartica

Strate arborée - Arbres en tige et/ou en cépée

ESPÈCES LOCALES


Crataegus oxyacantha


Prunus padus


Quercus pubescens


Sambucus nigra


Fagus sylvatica


Sorbus aucuparia


Acer campestris


Betula verrucosa


Carpinus betulus


Prunus avium


Salix caprea


Tylia cordata

ESPÈCES MÉDITÉRRANÉENNES


Acer monspessulanum


Melia azedarach

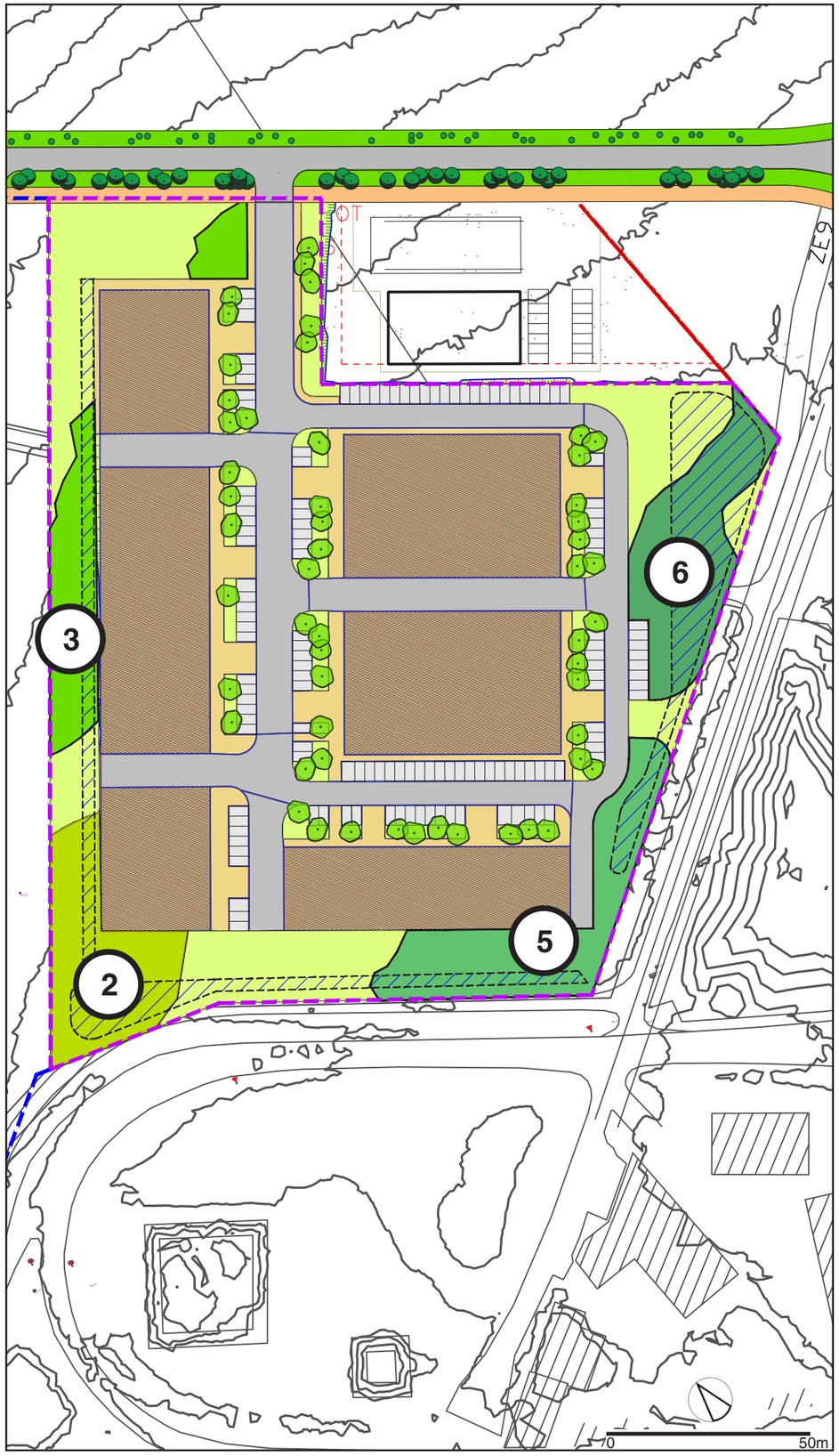

Prunus dulcis


Quercus ilex

ESPÈCES À FLORAISON TARDIVE


Tetradium daniellii


Tilia henryana



Espèces dominantes

Chaque microboisement sera accompagné par une espèce dominante qui représentera 30 à 40% des végétaux mis en place.
Cette attitude permet de retrouver les disparités de répartition des espèces dans les boisements naturels de Champagne crayeuse.
Ces spécificités par microboisement vont aussi participer au développement de la biodiversité ordinaire dans ces corridors écologiques.

2 - Quercus Pubescens

3 - Prunus avium

5 - Tilia cordata

6 - Carpinus betulus



Quercus pubescens



Prunus avium



Tilia cordata



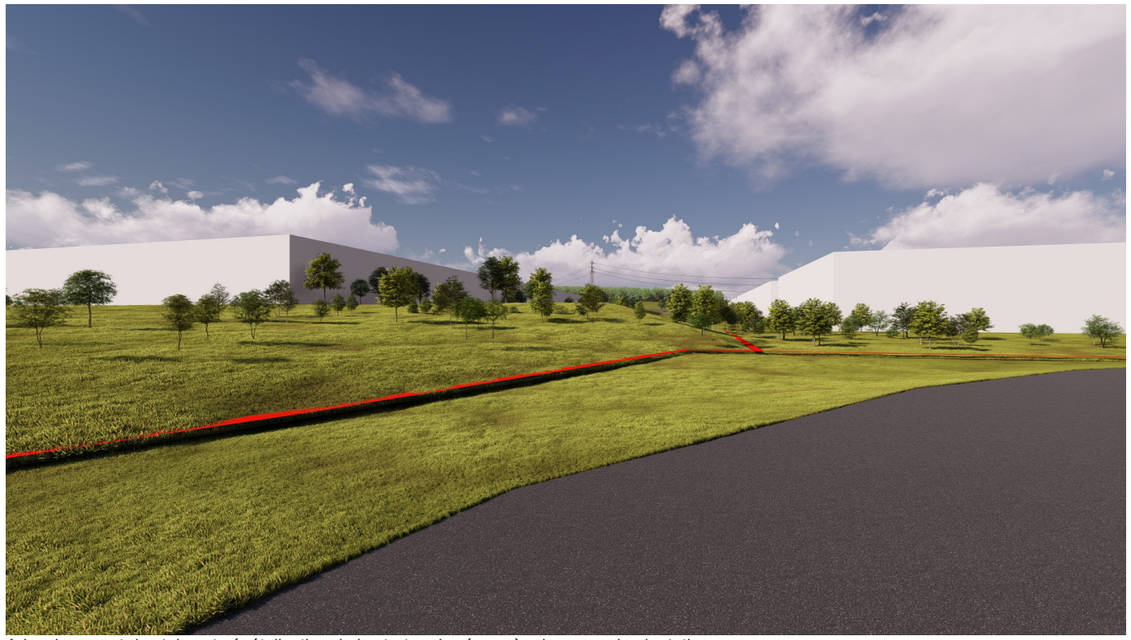
Carpinus betulus

PLAN MASSE GLOBAL LOT 4 ET 5



Légende :

- Limite de parcelle Lot 4
- Limite de parcelle Lot 5
- Arbre
- Surface boisée
- Surface enherbée
- Noue d’infiltration



Adoucissement des talus et végétalisation de la strate arborée après deux ans de plantations.



Adoucissement des talus et végétalisation de la strate arborée après dix ans de plantations.