DEKRA INDUSTRIAL SAS

PLAN DE GESTION

(Mission PG selon NF X31-620-2)

Site à l'étude : Friche Gérard MANG

16 ROUTE DE CHARTRES – 28 500 VERNOUILLET



DEKRA Industrial SAS
Centre d'affaires Parc du Bois Cesbron
4 rue Henri Guillaumet
44700 ORVAULT
Tél. 02 35 12 47 41

Affaire n° : 54415737

Chef de projet
Pascal PASSELAIGUES
Superviseur
Emmanuel THIBAULT

Les prestations d'études, assistance et contrôle (domaine A) et ingénierie des travaux de réhabilitation (domaine B) relatifs aux activités Sites et Sols Pollués de DEKRA INDUSTRIAL SAS sont certifiées par le LNE suivant le référentiel de certification de service des prestataires dans le domaine des sites et sols pollués. Plus d'information sur www.lne.fr

Date	*Indice*	*Modifications apportées*
20/01/2026	V1	Version initiale
18/02/2026	V2	Mesure des gestion en extérieur

RESUME TECHNIQUE DE L'ETUDE

CONTEXTE DE LA MISSION	A la suite de l'acquisition de la friche Gérard MANG, dans le cadre du projet du Quartier Spectaculaire de Vernouillet (28), une procédure de cessation d'activité a été mise en place par la Communauté d'Agglomération (CA) du Pays de Dreux pour modifier l'usage du bâtiment Gérard MANG, une ancienne industrie soumise à la législation relative aux ICPE (régime de l'autorisation pour diverses rubriques) devenant un site culturel et économique. Une première démarche a été entamée par l'ancien exploitant (Gérard MANG SAS) en 2011 qui n'a pas abouti mais qui avait engagé une étude en 2021 réalisée par l'APAVE. Elle est donc poursuivie, aujourd'hui, par la CA du Pays de Dreux qui a complété cette étude en 2024 et 2025 (APAVE). Dans ce cadre la CA du Pays de Dreux a mandaté DEKRA pour la réalisation d'un plan de gestion des sources identifiées permettant de finaliser la démarche de cessation d'activité et définir un programme de remise en état pour rendre le site compatible avec l'usage envisagé. L'étude réalisée correspond à une mission codifiée PG selon la norme NF X 31-620-2 portant sur les prestations de services relatives aux sites et sols pollués.
VISITE DE SITE	Le site est actuellement constitué d'un bâtiment principal à ancien usage de bâtiment administratif et de production en R+2 et sous-sol partiel (zone administrative) et d'un pavillon d'habitation avec sous-sol. Les extérieurs sont constitués des anciennes voiries et parking en enrobés et de zones d'espaces verts non revêtus. A noter la présence d'un merlon à l'ouest du bâtiment principal et d'une rampe d'accès aux quais de chargement au sud de celui-ci.
HISTORIQUE	Le site, propriété de la CA du Pays de Dreux depuis 2024, a été exploité par la société Gérard MANG entre 1950 et 2019 pour une activité de fabrication de matériel électrique. Celui-ci n'est plus exploité depuis 2019.
SITUATION REGLEMENTAIRE	Le site est classé au titre des installations Classées pour la Protection de l'Environnement sous diverses rubriques sous le régime de l'autorisation.
PROJET D'AMENAGEMENT	La zone d'étude s'inscrit dans le cadre du projet d'aménagement « EPICENTRE DU QUARTIER SPECTACULAIRE » qui inclut également le site de l'Atelier à spectacles au nord qui formera un ensemble (absence de séparation physique entre les sites). Il est prévu dans le cadre de ce projet : - La conservation du bâti existant dont les aménagements intérieurs restent à définir bien que destinés à accueillir des activités économiques, culturelles et services. Une partie du bâtiment existant et le pavillon d'habitation pourraient être démolis. A ce jour aucun plan d'aménagement de l'intérieur du bâtiment n'est disponible. - L'aménagement des extérieurs en jardin continu constitué d'un parvis piétons et d'espaces verts (jardin pionnier, lisière boisée, clairière événementielle, etc.) et de places de parkings. Des potagers hors sol sont également envisagés (absence d'arbres fruitiers). - L'infiltration des eaux pluviales au droit des espaces verts.
SYNTHESE DES ETUDES ANTERIEURES	Le site a fait l'objet de trois diagnostics de pollution réalisés par l'APAVE en 2021, 2024 et 2025. Ces études ont mis en évidence au droit du site dans les sols principalement des concentrations anomaliques en métaux lourds et hydrocarbures, ainsi que des traces ponctuelles de HAP, COHV, PCB et cyanures. Un dégazage en hydrocarbures, COHV et mercure vers les gaz du sol est à considérer, bien que ces composés ne soient pas retrouvés dans l'air ambiant. Les résultats d'analyses ont également montré la présence d'eau impactée en hydrocarbures et métaux au droit d'un puisard (EP9) présent sur le site, associée à des anomalies pour ces mêmes composés dans les sédiments du puisard et sols sous-jacents. A noter que les deux autres puisards présents sur le site n'ont pas fait l'objet d'investigations car ils infiltraient uniquement les eaux de toiture, contrairement au puisard EP9 relié au bâtiment pour lequel une incertitude demeure quant à l'origine des eaux infiltrées. Les études antérieures ne statuent pas sur la présence de sources concentrées ou diffuses et ne concluent donc pas sur un programme de remise en état et/ou gestion de ces sources. Au regard du projet d'aménagement, ces études devaient donc être complétées .
PROGRAMME D'INVESTIGATIONS SUR LES GAZ DU SOL	Pour compléter les données sur les gaz du sol, DEKRA a réalisé une nouvelle campagne de prélèvements et d'analyses d'air sous dalle. Au total, 3 prélèvements d'air sous dalle ont été réalisés le 6 novembre 2025. Les résultats d'analyses montrent un dégazage des sols pour les BTEX, TPH et COHV.
INTERPRETATION DES RESULTATS - DEFINITION DES SOURCES CONCENTREES	La synthèse des études a permis d'identifier : - Des impacts diffus et modérés en métaux et ponctuellement en HCT, HAP, BTEX, COHV, PCB présents principalement dans les sols de surface (1,5 m au plus profond), assimilés à des remblais de mauvaise qualité chimique, sur l'ensemble du site ; - Une source de pollution concentrée en hydrocarbures au droit de l'ancien atelier de production (sondage S11 – au maximum 1 800 mg/kg associé à des mesures de terrain de COV = 278 ppm) sur une surface de 45 m² soit un volume de 67,5 m^3 pour un seuil de coupure à 73,6 mg/kg ; - Une source de pollution concentrée au droit du puisard EP39 (sondage S43) entre 7,5 et 9 m de profondeur en hydrocarbures volatiles (au maximum 146 mg/kg), hydrocarbures totaux (au maximum 683 mg/kg), métaux (concentration variables selon les paramètres) et cyanures (au maximum 0,6 mg/kg). Sur la base des données disponibles, l'eau présente dans le puisard ainsi que les sédiments sont également impactés.

GESTION DES SOURCES DE POLLUTIONS ET BILAN COUTS / AVANTAGES	Des mesures de gestion des impacts et dispositions constructives ont été définies pour garantir la compatibilité d'usage futur : - Le retrait de la source de pollution concentrée à l'intérieur du bâtiment et le remblaiement avec soit des matériaux d'apport inertes ou des matériaux du site ; - Le maintien sous confinement étanche de la source concentrée extérieure « puisard ». - Le recouvrement des sols nus en extérieur par des revêtements étanches (enrobé ou dalle de béton) ou un géotextile et 30 cm de matériaux d'apport extérieur ; - Le recouvrement des remblais par des matériaux d'apports dans des zones d'aménagement spécifiques (GNT, couche de forme, sable, pavé, etc.) ; - L'infiltration des eaux pluviales à la parcelle selon certaines conditions ; - L'interdiction de planter des arbres fruitiers ; - L'interdiction de potagers en pleine terre. Seuls des potagers en bacs hors sol, sans contact possible entre les racines des végétaux et les sols du site sont autorisés ; - L'interdiction d'usage des eaux de nappe pour des usages sensibles ; - La mise en place des nouvelles canalisations en matériaux insensibles aux polluants résiduels (canalisations métalliques ou multicouches sur l'ensemble du réseau), et installation dans des tranchées remblayées avec des matériaux inertes provenant de carrières autorisées. Les coûts pour la gestion des sources de pollution (hors dispositions constructives) s'établiraient entre 186 et 200 k€ selon les scenarii.
ANALYSE DES ENJEUX SANITAIRES	Après mise en place des mesures de gestion et dispositions constructives, l'exposition aux polluants pour les cibles étudiées (employés et public) se limite à l'inhalation de vapeurs en atmosphère intérieure et sur les extérieurs. Selon les hypothèses retenues, les calculs réalisés et l'analyse des incertitudes ont conclu que les risques sanitaires sont acceptables. Les mesures de gestion proposées et seuil de coupure sont donc validés. Tout changement d'usage ou de configuration de la zone d'étude devra donner lieu à une mise à jour de la présente Analyse des enjeux sanitaires, en conformité avec les nouvelles dispositions proposées.
CONCLUSION / RECOMMANDATIONS	L'étude a permis d'identifier la présence de sources de pollutions concentrées et diffuses qui doivent faire l'objet de gestion spécifique. Ainsi, au regard des éléments ci-dessus, DEKRA recommande : - De mettre en œuvre les scenarii de gestion proposé pour les sources concentrées et diffuses ; - De procéder à la mise en sécurité du site. L'Analyses des Risques Résiduels a permis de valider d'un point de vue sanitaire qu'il n'y avait aucune restriction en terme d'aménagement à l'intérieur du bâtiment pour un usage de bureaux / stockage / espace de vente mais également en extérieur. Selon les aménagements qui seront envisagés la seule recommandation serait de limiter, dans la mesure du possible, les durées d'exposition et l'usage dans les anciennes zones d'activités polluantes. Après travaux, des pollutions résiduelles seront présentes. Il conviendra donc de les garder en mémoire de manière pérenne dans le but de garantir la compatibilité d'usage du site.

RESUME NON TECHNIQUE DE L'ETUDE

A la suite de l'acquisition de la friche Gérard MANG, dans le cadre du projet du Quartier Spectaculaire de Vernouillet (28), une procédure de cessation d'activité a été mise en place par la Communauté d'Agglomération (CA) du Pays de Dreux pour modifier l'usage du bâtiment Gérard MANG, une ancienne industrie soumise à la législation relative aux ICPE (régime de l'autorisation pour diverses rubriques) devenant un site culturel et économique.

Dans ce cadre la CA du Pays de Dreux a mandaté DEKRA pour la réalisation d'un plan de gestion des sources identifiées permettant de finaliser la démarche de cessation d'activité et définir un programme de remise en état pour rendre le site compatible avec l'usage envisagé.

La synthèse des études a permis d'identifier :

- Sur l'ensemble de la friche Mang, des impacts diffus en ETM et ponctuellement en HCT, HAP, BTEX, COHV, PCB dans les remblais présents dès la surface ou sous les revêtements de surface jusqu'à 1,5 m au plus profond. Les impacts sont limités aux remblais et liés à leur mauvaise qualité chimique ;
- Une source de pollution concentrée en hydrocarbures au droit de l'ancien atelier de production sur une surface de 45 m². Le volume de la source concentrée est estimé à 67,5 m^3 pour un seuil de coupure a été défini à 73,6 mg/kg ;
- Une source de pollution concentrée localisée en extérieure au droit du puisard d'infiltration d'eau pluviale et probablement d'effluents entre 7,5 et 9 m de profondeur en hydrocarbures volatiles, hydrocarbures totaux, métaux et cyanures.

Pour garantir la compatibilité d'usage futur, des mesures de gestion des sources de pollution, valant travaux de remise en état, et dispositions constructives ont été définies. Elles ont été validées d'un point de vue sanitaire et devront être mises en place. Elles concernent :

- Le retrait de la source de pollution concentrée à l'intérieur du bâtiment et le remblaiement avec des matériaux d'apport inertes ou des matériaux du site ;
- Le maintien sous confinement étanche de la source concentrée extérieure « puisard ».
- Le recouvrement des sols nus en extérieur par des revêtements étanches (enrobé ou dalle de béton) ou un géotextile + 30 cm de matériaux d'apport extérieur ;
- Le recouvrement des remblais par des matériaux d'apports dans des zones d'aménagement spécifiques (GNT, couche de forme, sable, pavé, etc.) ;
- L'infiltration des eaux pluviales à la parcelle selon certaines conditions ;
- L'interdiction de planter des arbres fruitiers ;
- L'interdiction de potagers en pleine terre. Seuls des potagers en bacs hors sol, sans contact possible entre les racines des végétaux et les sols du site sont autorisés ;
- L'interdiction d'usage des eaux de nappe pour des usages sensibles ;
- La mise en place des nouvelles canalisations en matériaux insensibles aux polluants résiduels (canalisations métalliques ou multicouches sur l'ensemble du réseau), et installation dans des tranchées remblayées avec des matériaux inertes provenant de carrières autorisées.

Les coûts pour la gestion des sources de pollution (hors dispositions constructives) s'établiraient entre 186 et 200 k€ selon les scenarii.

Après travaux, des pollutions résiduelles seront présentes. Il conviendra donc de les garder en mémoire de manière pérenne dans le but de garantir la compatibilité d'usage du site.

IDENTIFICATION

DONNEUR D'ORDRE	COMMUNAUTE D'AGGLOMERATION DU PAYS DE DREUX 4, rue de Châteaudun BP 20159 28103 DREUX		
INTERLOCUTEUR	Yousra TAHRI – Chargée d'opérations d'aménagement et construction Tel : 06.85.36.28.31 Courriel : y.tahri@dreux-agglomeration.fr		
SITE A L'ETUDE	Friche Gérard MANG 16 route de Chartres 28 500 VERNOUILLET		
TYPE D'ETUDE	Plan de gestion		
MISSIONS (SELON NF X31-620-2)	PG incluant les missions A230, A270, A320, A330		
N° D'AFFAIRE	54415737		
MOTS CLES	Cessation d'activité, réhabilitation		
SOUS-TRAITANCE	Laboratoire d'analyse : AGROLAB – 37B, avenue Françoise Giroud - DIJON (21)		
VERSIONS	20/01/2026	V1	Version initiale
	18/02/2026	V2	Précision sur mesures de gestion en extérieur
CHEF DE PROJET	Pascal PASSELAIGUES		Visa : 
SUPERVISEUR	Emmanuel THIBAULT		Visa : 
SUPERVISEUR A320	Marie GAULME		Visa : 

SOMMAIRE

1 INTRODUCTION 10
1.1 Contexte 10
1.2 Limites de l'étude et méthodologie 10
1.3 Sources d'information et organismes consultés 11
2 LOCALISATION DU SITE 12
2.1 Situation du site d'étude 12
2.2 Situation du site et description de son environnement proche 12
2.3 Projet d'aménagement 16
3 SYNTHESE DES ETUDES ANTERIEURES 19
3.1 Synthèse du diagnostic initial de pollution des milieux APAVE de 2021 19
3.2 Synthèse du diagnostic approfondi de la qualité des milieux APAVE de 2024 23
3.3 Synthèse du diagnostic complémentaire de la qualité chimique des milieux APAVE de 2025 27
3.4 Commentaires sur les résultats et plans de synthèse des études antérieures 29
4 MISSION A230 - PRELEVEMENTS, MESURES, OBSERVATIONS ET ANALYSES SUR LES GAZ DU SOL 34
4.1 Démarches préalables à l'intervention 34
4.2 Foration des ouvrages 34
4.3 Protocole d'échantillonnage des gaz du sol 34
4.4 Programme analytique – Gaz du sol 37
5 INTERPRETATION DES RESULTATS SUR LES GAZ DU SOL (MISSION A270) 38
5.1 Valeurs de référence 38
5.2 Résultats d'analyses 38
5.3 Interprétation des résultats sur les blancs de terrain et transport 39
5.4 Contrôle de la saturation des supports 39
5.5 Interprétation des résultats 39
5.6 Cohérence des résultats et écarts 39
6 DEFINITION DES SOURCES CONCENTREES 42
6.1 Principe et méthode 42
6.2 Zone du S11 impactée en hydrocarbures 43
7 MISSION A330 : IDENTIFICATION DES OPTIONS DE GESTION, BILAN COUTS AVANTAGES 50
7.1 Méthodologie du Bilan Coûts-Avantages (BCA) 50
7.2 Scénario retenu 50
7.3 Zones sources identifiées 52
7.4 Principe de gestion de la source diffuse 52
7.5 Principe de gestion des sources de pollutions concentrées 59
7.6 Conclusions du BCA 67
7.7 Restrictions d'usages àprès travaux 70
8 MISSION A320 : ANALYSE DES ENJEUX SANITAIRES 71
8.1 Principes de l'ARR 71
8.2 Collecte et analyse des données 73
8.3 Evaluation des dangers 86
8.4 Evaluation des expositions 92
8.5 Caractérisation des risques 97
8.6 Analyse des incertitudes 106
8.7 Conclusion de l'ARR 113
9 DEFINITION DU PROGRAMME DE REMISE EN ETAT 114
10 CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS 119
10.1 Conclusions 119
10.2 Recommandations 121
11 LIMITES ET INCERTITUDES DE LA MISSION – JUSTIFICATION DES ECARTS 122
11.1 Incertitudes liées aux investigations 122
11.2 Incertitudes liées aux analyses 122
11.3 Autres limites ou incertitudes 122
11.4 Justification des écarts 122

FIGURES

Figure 1 : Localisation géographique de la zone d'étude sur un extrait IGN 13
Figure 2 : Vue aérienne de la zone d'étude et de ces environs dans un rayon de 100m 14
Figure 3 : Extrait cadastral de la zone d'étude 15
Figure 4 : Situation actuelle 17
Figure 5 : Projet d'aménagement 18
Figure 6 : Résultats d'analyse de sol - organiques (brut) 30
Figure 7 : Résultats d'analyse de sol - métaux (brut) 31
Figure 8 : Résultats d'analyse des eaux et sédiments du puisard 32
Figure 9 : Résultats d'analyse de gaz du sol et air ambiant 33
Figure 10 : Schéma de principe du prélèvement d'air sous dalle 35
Figure 11 : Conditions météorologiques du 06/11/2025 (station Saint-Arnoult-des-Bois) 36
Figure 12 : Résultats d'analyse de gaz du sol et air ambiant 41
Figure 13 : Cartographie de l'impact en HCT (S11) 44
Figure 14 : Source station-service - Répartition des concentrations en HCT 47
Figure 15 : Source S11 - distribution (fréquence) des concentrations en HCT 48
Figure 16 : Source station-service - Fréquences cumulées des concentrations en HCT 48
Figure 17 : Logigramme de réalisation d'un Bilan Coûts-Avantages (source : ADEME-UPDS, 2017). 51
Figure 18 : Situation actuelle - revêtements 54
Figure 19 : Projet d'aménagement – revêtements 55
Figure 20 : Réseaux 62
Figure 21 : Puisards à combler 63
Figure 22 : Schéma de principe de l'excavation (source : BRGM, outil SelecDEPOL). 65
Figure 23 : Schéma de principe du biotertre (source : BRGM, outil SelecDEPOL). 66
Figure 24 : Localisation des sources de pollution des sols 74
Figure 25 : Triangle des textures 78
Figure 26 : Schéma conceptuel configuration après travaux 85
Figure 27 : Localisation des sources de pollution et localisation des zones de vigilance sur fond de plan projet 117
Figure 28 : Localisation des sources de pollution et localisation des zones de vigilance sur fond de plan projet 118
Figure 29 : Revêtements 151

TABLEAUX

Tableau 1 : Liste des organismes, personnes ou bases de données consultés 11
Tableau 2 : Volumes de gaz du sol prélevés 35
Tableau 3 : Blancs de terrain et de transport. 37
Tableau 4 : Paramètres analysés et normes analytiques 37
Tableau 5 : Résultats d'analyses de gaz du sol 38
Tableau 6 : Source S11 - Statistiques des résultats en HCT sur les échantillons de sols. 46
Tableau 7 : Objectifs de qualité des terres de confinement 53
Tableau 8 : Hypothèse de gestion de la pollution diffuse (emprise des revêtements selon situation future) 56

Tableau 9 : Hypothèse de gestion de la pollution diffuse (maintien des revêtements actuels)..... 57
Tableau 10 : Concentrations maximales attendues après mise en place des mesures de gestion des pollutions diffuses 58
Tableau 11 : Définition des critères non économiques retenus pour le BCA..... 59
Tableau 12 : Estimation des coûts 1 61
Tableau 13 : Estimation des coûts 2 61
Tableau 14 : Techniques de traitement retenues 64
Tableau 15 : Gestion de la source en S11 66
Tableau 16 : Estimation des coûts de traitement de la source en S11..... 67
Tableau 17 : Hypothèse de gestion de la pollution diffuse – Emprise des revêtements selon situation future..... 68
Tableau 18 : Hypothèse de gestion de la pollution diffuse – En considérant les revêtements actuels..... 69
Tableau 19 : Hypothèse de gestion de la pollution concentrée en hydrocarbures dans l'atelier (S11) 69
Tableau 20 : COT des terrains. 79
Tableau 21 : Concentrations maximales avant travaux..... 80
Tableau 22 : Concentrations résiduelles maximales dans les sols. 81
Tableau 23 : Résultats d'analyses des gaz du sol 82
Tableau 24 : Récapitulatif des voies d'exposition potentielles..... 84
Tableau 25 : Teneurs sur les gaz de sol au droit de la source diffuse 90
Tableau 26 : Teneurs sur les sols bruts pour la source concentrée extérieure 92
Tableau 27 : Valeur des paramètres d'exposition pour les cibles étudiées. 94
Tableau 28 : Valeurs des paramètres pour la modélisation du dégazage des sols pour la source de pollution diffuse. ... 96
Tableau 29 : Valeurs des paramètres pour la modélisation du dégazage des sols – source concentrée extérieure. 97
Tableau 30 : Concentrations de polluant modélisées dans l'air ambiant –source diffuse 99
Tableau 31 : Concentrations de polluant modélisées dans l'air ambiant –source concentrée extérieure 99
Tableau 32 : Résultats de la caractérisation des risques – cible 1..... 100
Tableau 33 : Résultats de la caractérisation des risques – cible 2..... 102
Tableau 34 : Résultats de la caractérisation des risques – cible 3..... 104
Tableau 35 : Critères à respecter pour les terres d'apport 114
Tableau 36 : Mesures de gestion des pollutions diffuses en extérieur selon les types d'aménagements prévus 116

ANNEXES

Annexe 1 : Projet d'aménagement (source : CA du Pays de Dreux)
Annexe 2 : Fiches de prélèvements des gaz du sol
Annexe 3 : Bordereaux d'analyses de gaz du sol
Annexe 4 : Données pour la définition des sources concentrées
Annexe 5 : Evaluation des dangers
Annexe 6 : Détail des calculs de l'ARR

Lexique

BASIAS : base de données nationale des anciens sites industriels et d'activités de services, en activité ou non, ayant pu occasionner une pollution des sols. Cette base de données est gérée par le BRGM ;

BASOL : la base de données nationale des sites et sols pollués (ou potentiellement pollués) appelant une action des pouvoirs publics à titre préventif ou curatif. Cette base de données est gérée par le BRGM ;

Bap : benzo(a)pyrène ;

BTEX : Benzène, Toluène, Ethylbenzène, Xylènes ;

COHV : composés organo-halogénés volatils ;

DREAL : Direction Régional de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement ;

ETM : As : arsenic ; Cd : cadmium ; Cr : chrome total ; Cu : cuivre ; Hg : mercure ; Ni : nickel ; Pb : plomb ; Zn : zinc ;
EPA : Environnemental Protection Agency ; agence de protection de l'environnement des Etats-Unis ;

GRV : grand récipient pour vrac ;

HAP : hydrocarbures aromatiques polycycliques ;

HCT : hydrocarbures totaux C10-C40 ;

HCV : hydrocarbures volatils C5-C10 ;

ICPE : installation classée pour la protection de l'environnement (Livre V, Titre I, art. L 511-1 du Code de l'environnement) ;

IGN : Institut Géographique National ;

PCB : polychlorobiphényles ;

SIS : secteur d'information sur les sols.

1 INTRODUCTION

1.1 CONTEXTE

La Communauté d'Agglomération (CA) du Pays de Dreux est l'un des 7 Territoires Pilotes de Sobriété Foncière qui, à Vernouillet, a abouti à la mise en œuvre d'un projet alliant développement économique et développement culturel dénommé << Quartier Spectaculaire >>. Le projet de Quartier Spectaculaire vise à tirer parti de la dynamique de l'Atelier à Spectacle, un équipement culturel majeur dont le projet artistique et culturel contribue au rayonnement du territoire, avec l'enjeu de faire de ce quartier un pôle d'attractivité pour Vernouillet et le cœur d'agglomération.

A la suite de l'acquisition de la friche Gérard MANG, dans le cadre du projet du Quartier Spectaculaire de Vernouillet (28), une procédure de cessation d'activité a été mise en place pour modifier l'usage du bâtiment Gérard MANG, une ancienne industrie soumise à la législation relative aux ICPE (régime de l'autorisation pour diverses rubriques) devenant un site culturel et économique.

En effet, la CA du Pays de Dreux envisage de conserver les bâtiments et de les réhabiliter pour un usage économique et culturel dans le but d'accueillir, pour la partie :

- Economique: des locaux administratifs, des bureaux/locaux d'artisanat, des activités économiques en lien avec la culture ;
- Culturelle: des espaces de répétitions (ponctuels) pour des artistes amateurs et/ou professionnels ;
- Services: des espaces de restauration, de recyclerie, de ateliers de décors, etc.

Des potagers hors sols en extérieur sont également envisagés (absence d'arbres fruitiers).

Une première démarche a été entamée par l'ancien exploitant (Gérard MANG SAS) en 2011 qui n'a pas abouti mais qui avait engagé une étude en 2021 réalisée par l'APAVE. Elle est donc poursuivie, aujourd'hui, par la CA du Pays de Dreux qui a complété cette étude en 2024 et 2025 (APAVE) afin de définir si des travaux de remise en état sont nécessaires pour garantir la compatibilité d'usage future, et qui dans ce cadre a mandaté DEKRA pour la réalisation d'un plan de gestion des sources identifiées permettant de finaliser la démarche de cessation d'activité et de remettre en état le site pour l'usage futur envisagé.

L'étude réalisée correspond à une mission codifiée PG selon la norme NF X 31-620-2 portant sur les prestations de services relatives aux sites et sols pollués.

1.2 LIMITES DE L'ETUDE ET METHODOLOGIE

La mission a été réalisée en cohérence avec l'offre DEKRA 2025-2590-5139-v1 du 23/07/2025.

L'étude a été élaborée selon le référentiel méthodologique en vigueur, notamment le cadre fixé par la circulaire du 8 février 2007, révisée par la note ministérielle du 19 avril 2017 définissant les modalités de gestion et de réaménagement des sites pollués et à la norme NFX 31-620-2 et 3 « Prestations de services relatives aux sites et sols pollués (études, ingénierie, réhabilitation de sites pollués et travaux de dépollution) » de l'AFNOR de décembre 2021.

Les missions réalisées par DEKRA selon la NFX-31-620-2 sont les suivantes :

- Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les gaz du sol (mission A230) ;
- Interprétation des résultats (mission A270) ;
- Analyse des enjeux sanitaires (mission A320) ;
- Bilan Coûts-Avantages (mission A330).

Elles ont été intégrées à la prestation globale PG.

Les conclusions présentées dans ce rapport sont basées sur les informations disponibles lors de sa réalisation. Toutes les informations et résultats obtenus au cours de cette étude sont synthétisés dans le présent document.

Ce dernier présente l'état de pollution du site, accompagné de mesures de gestion à mettre en place pour rendre le site compatible avec l'usage futur envisagé.

1.3 SOURCES D'INFORMATION ET ORGANISMES CONSULTES

La synthèse des données disponibles sur la zone d'étude a été réalisée à partir des éléments donnés ci-dessous.

SOURCE DE L'INFORMATION	DATE DE CONSULTATION	DOCUMENT OU INFORMATION RECUEILLIE
Documents ou sites internet consultés		
Site Géoportail de l'IGN (http://www.geoportail.fr)	Novembre 2025	Fond cartographique, photographies aériennes anciennes
Site Cadastre (http://www.cadastre.gouv.fr)	Novembre 2025	Consultation des parcelles cadastrales du secteur d'étude
Personnes contactées ou interviewées		
Mme Yousra TAHRI (Chargée d'opérations d'aménagement et construction – CA du Pays de Dreux)	Novembre 2025	Projet d'aménagement, organisation intervention
Documents consultés		
Plans des façades de l'usine MANG 1-5 à 5-5 – Cabinet FORTEAU FAISANT du 05/06/2024	Novembre 2025	Plans du site
Plans intérieurs de l'usine MANG du 1er étage, du 2 ème étage, de l'atelier, du rez-de-chaussée et du sous-sol – Cabinet FORTEAU FAISANT du 17/06/2024	Novembre 2025	Plans du site
Diagnostic initial de pollution des milieux (Rapport APAVE n° 21 910 LSO 15384 00 N du 23/07/2021)	Novembre 2025	Etude historique et documentaire, résultats d'investigations des différents milieux
Diagnostic approfondi de la qualité des milieux (Rapport APAVE n°C24129700 du 31/10/2024)	Novembre 2025	Résultats d'investigations complémentaires
Diagnostic complémentaire de la qualité chimique des milieux (Rapport APAVE n°C25043640 du 19/06/2025)	Novembre 2025	Résultats d'investigations complémentaires

Tableau 1 : Liste des organismes, personnes ou bases de données consultés.

2 LOCALISATION DU SITE

2.1 SITUATION DU SITE D'ETUDE

La zone d'étude, correspondant à l'ancien site exploité par la société Gérard MANG pour un usage de fabrication d'équipements électriques et traitement et revêtement des métaux, est située 16 route de Chartres à Vernouillet (28).

L'emprise foncière est de 15 067 m² et correspond aux parcelles n°125, 140, 141, 142, 143 et 144 de la section AV du cadastre de la ville.

Les coordonnées géographiques du centroïde de la zone d'étude, en Lambert 93 sont les suivantes :

X (Est) : 579 681 m

Y (Nord) : 6 848 138 m

Le site, propriété de la CA du Pays de Dreux depuis 2024, a été exploité par la société Gérard MANG entre 1950 et 2019 pour une activité de fabrication de matériel électrique. Celui-ci n'est plus exploité depuis 2019.

Le site est actuellement constitué d'un bâtiment principal à ancien usage de bâtiment administratif et de production en R+2 et sous-sol partiel (zone administrative) et d'un pavillon d'habitation avec sous-sol.

Les extérieurs sont constitués des anciennes voiries et parking en enrobés et de zones d'espaces verts non revêtus. A noter la présence d'un merlon à l'ouest du bâtiment principal et d'une rampe d'accès aux quais de chargement au sud de celui-ci.

Cf. Figure 1,Figure 2, Figure 3 : localisation de la zone d'étude.

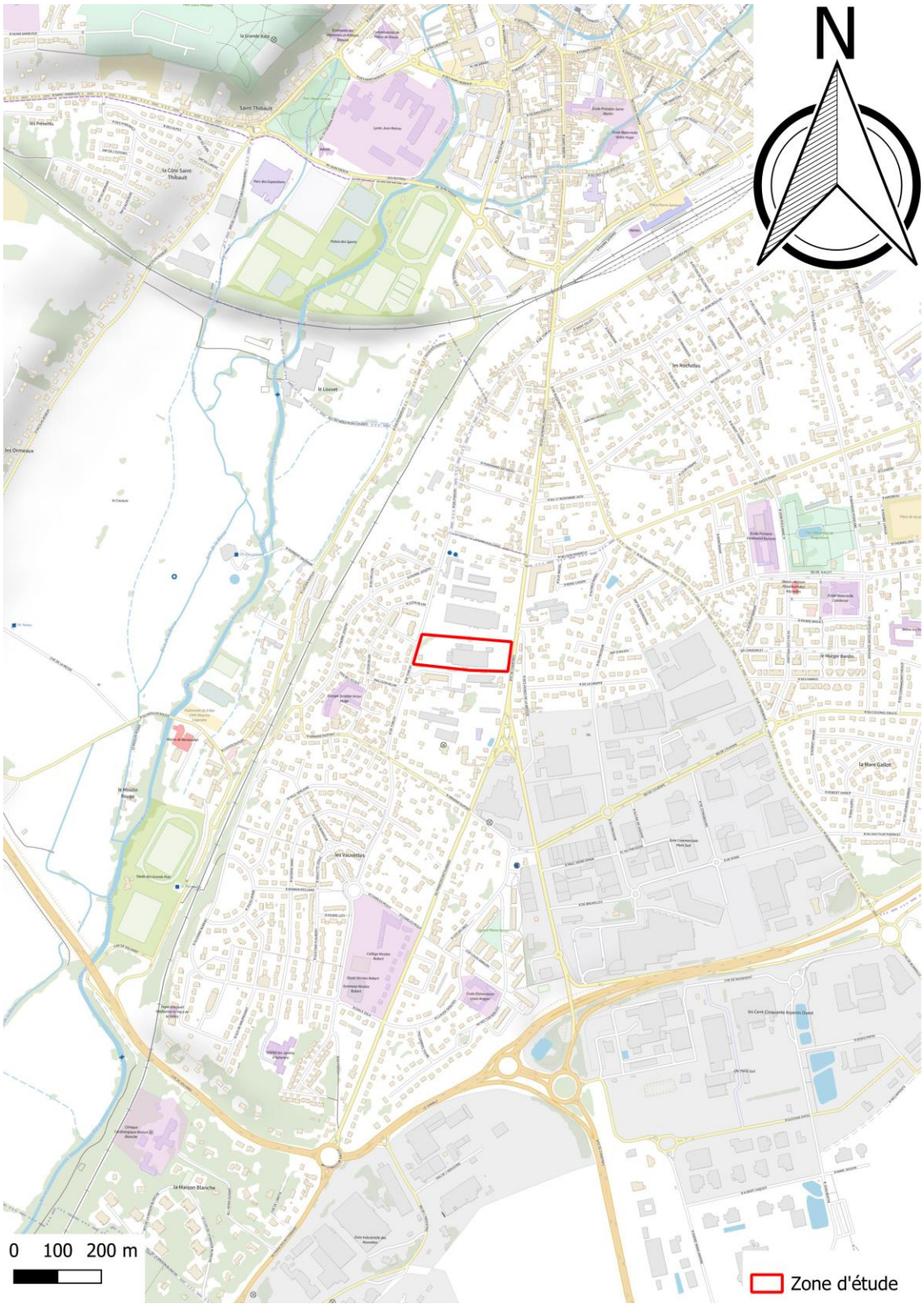
2.2 SITUATION DU SITE ET DESCRIPTION DE SON ENVIRONNEMENT PROCHE

Le site à l'étude se trouve dans une zone majoritairement commerciale et résidentielle de faible densité.

Il est bordé, dans un rayon de 100 m :

- Au nord : par le site de l'Atelier à spectacle puis les services techniques de la ville de Vernouillet ;
- À l'est : par la route de Chartres et des habitations ;
- Au sud : par un club de gym, un club d'arts martiaux et un centre de soutien aux personnes handicapées puis des habitations et un magasin de matériel de motoculture ;
- À l'ouest : par la rue de Torçay et des habitations.

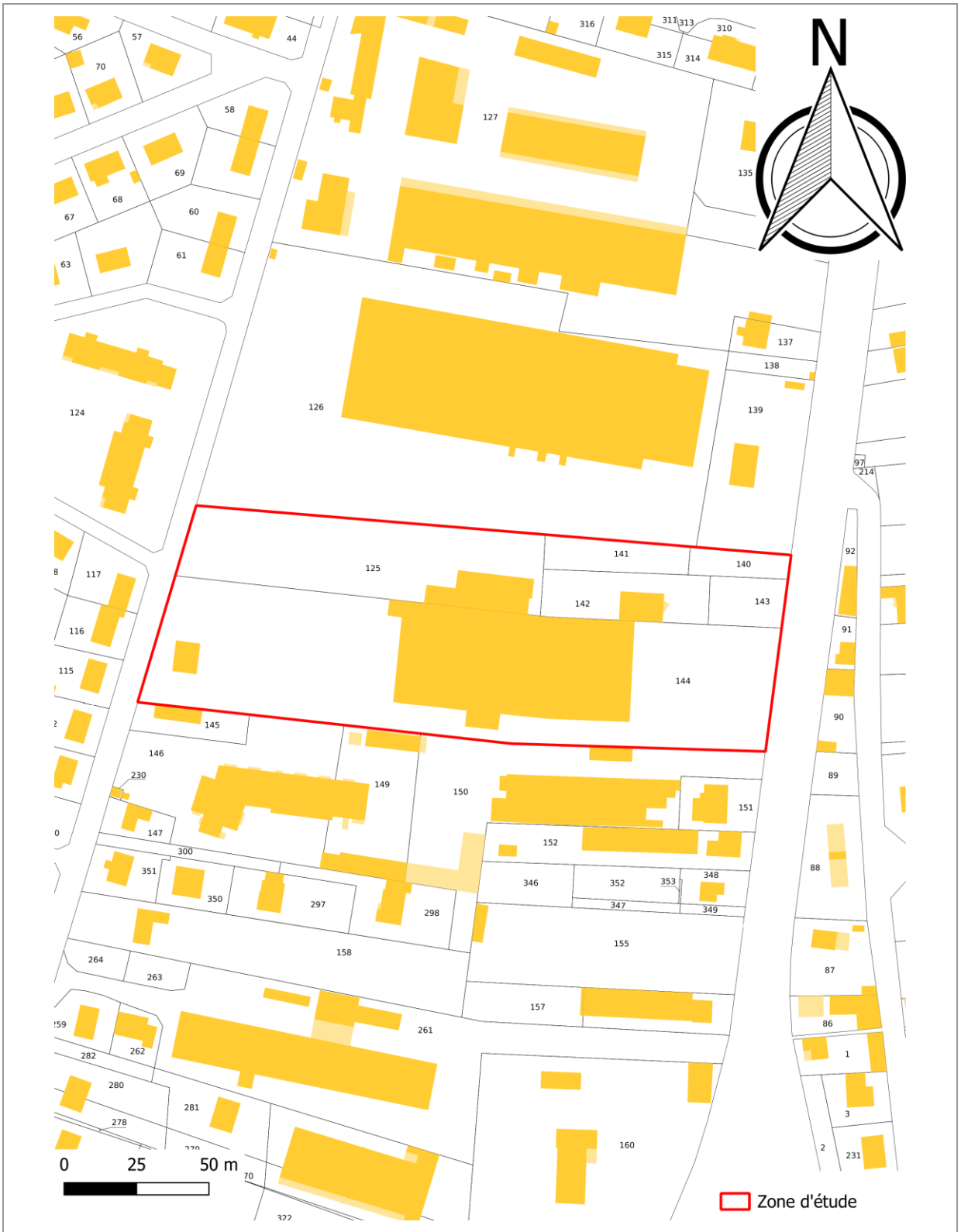
L'ensemble des activités recensées dans un rayon de 100 m sont disponibles en Figure 2.Figure 2 : Vue aérienne de la zone d'étude



DEKRA	CA du Pays de Dreux – 16 route de Chartres - VERNOUILLET (28)		
	Figure 1 : Localisation géographique de la zone d'étude sur un extrait IGN	Référence :	54415737
		Source :	Géoportail
		Échelle :	Cf. figure



DEKRA	CA du Pays de Dreux – 16 route de Chartres - VERNOUILLET (28)		
	Figure 2 : Vue aérienne de la zone d'étude et de ces environs dans un rayon de 100m	Référence :	54415737
		Source :	Google earth
		Échelle :	Cf. figure



DEKRA	CA du Pays de Dreux – 16 route de Chartres - VERNOUILLET (28)		
	Figure 3 : Extrait cadastral de la zone d'étude	Référence :	54415737
		Source :	Cadastre
		Échelle :	Cf. figure

2.3 PROJET D'AMENAGEMENT

La zone d'étude s'inscrit dans le cadre du projet d'aménagement « EPICENTRE DU QUARTIER SPECTACULAIRE » qui inclut également le site de l'Atelier à spectacles au nord qui formera un ensemble (absence de séparation physique entre les sites).

Il est prévu dans le cadre de ce projet :

- La conservation du bâti existant dont les aménagements intérieurs restent à définir bien que destinés à accueillir des activités :
    - Economique: des locaux administratifs, des bureaux/locaux d'artisanat, des activités économiques en lien avec la culture ;
    - Culturelle: des espaces de répétitions (ponctuels) pour des artistes amateurs et/ou professionnels ;
    - Services: des espaces de restauration, de recyclerie, des ateliers de décors, etc.

  A noter qu'une partie du bâti existant au droit de la zone d'étude pourrait être démoli (reste à définir), notamment le pavillon d'habitation et la zone nord de l'atelier présente sur la parcelle n°125.
- L'aménagement des extérieurs en jardin continu constitué d'un parvis piétons et d'espaces verts (jardin pionnier, lisière boisée, clairière événementielle, etc.) et de places de parkings. Des potagers hors sol sont également envisagés (absence d'arbres fruitiers).

Il est prévu que les eaux pluviales soient infiltrées directement sur site au droit des espaces verts.

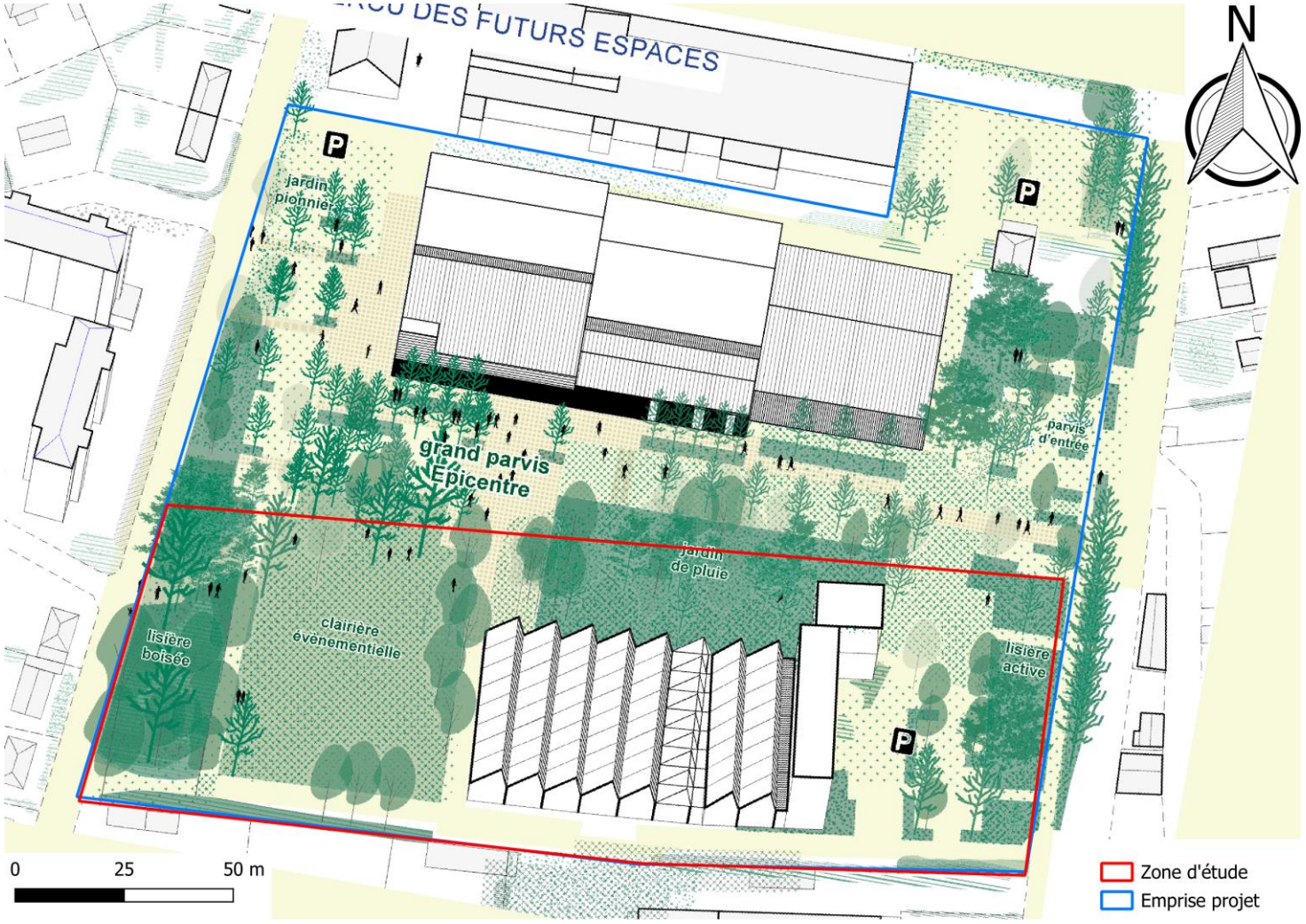
A ce jour aucun plan d'aménagement de l'intérieur du bâtiment n'est disponible. Il a été considéré par défaut dans notre étude :

- Le maintien des revêtements de surface (dalle béton) dans l'actuel bâtiment ;
- Les futures canalisations d'eau potables seront installées dans des tranchées remblayées avec des matériaux inertes ;
- Les 3 puisards qui sont aujourd'hui présents sur le site (voir chapitre 7.5) permettant l'infiltration des eaux pluviales seront rebouchés dans le cadre de la mise en sécurité du site, nécessitant de revoir les principes de gestion des eaux pluviales à la parcelle.

Ces dispositions constructives serviront d'hypothèses de travail dans le cadre de l'élaboration de ce plan de gestion.



DEKRA	CA du Pays de Dreux – 16 route de Chartres - VERNOUILLET (28)		
	Figure 4 : Situation actuelle	Référence :	54415737
		Source :	Géoportail
		Échelle :	Cf. figure



DEKRA	CA du Pays de Dreux – 16 route de Chartres - VERNOUILLET (28)		
	Figure 5 : Projet d'aménagement	Référence :	54415737
		Source :	CA du Pays de Dreux
		Échelle :	Cf. figure

3 SYNTHESE DES ETUDES ANTERIEURES

Les chapitres 3.1 à 3.3 ci-dessous présentent les études antérieures réalisées sur le site par l'APAVE en 2021 et 2025. Des commentaires et plans de synthèse de ces études sont présentés au chapitre 3.4.

3.1 SYNTHESE DU DIAGNOSTIC INITIAL DE POLLUTION DES MILIEUX APAVE DE 2021

La synthèse technique du rapport APAVE de 2021 est présentée ci-dessous.

apave

Gérard MANG SAS
Diagnostic initial de pollution des milieux (INFOS et DIAG)
Prélèvements et analyses sur les sols/ eaux du puisard
Démarche de Cession
Site Gérard Mang - commune Vernouillet (28)

N° de mission : 21 910 LSO 15384 00 N
Date : 23/07/2021
Page : 7/101

SYNTHESE TECHNIQUE ET CONCLUSION

SYNTHESE	
Donneur d'Ordre	GERARD MANG SAS
Localisation du site	16 Route de Chartres – Vernouillet (28)
Contexte de(s) prestation(s)	Démarche de cession
Objectif(s) de(s) prestation(s)	Diagnostic de pollution des sols et des eaux du puisard « INFOS et DIAG ». La prestation globale INFOS de la norme NFX31-620-2 correspond à la réalisation d'une visite de site, des études historique et de vulnérabilité afin d'élaborer un schéma conceptuel et, le cas échéant, un programme prévisionnel d'investigations. La prestation DIAG correspond à la réalisation d'un diagnostic et comprend uniquement des investigations (prélèvements et analyses) sur les milieux : SOLS et EAUX DU PUISARD.
Prestation élémentaire : A100 (NFX31-620-2) – Visite de site	
Date visite	08 Juin 2021
Usage actuel du site	Activité industrielle terminée depuis 2019
Mesures d'urgences éventuelles	La porte du local transformateur BT doit être réparée et verrouillée au plus vite
Prestation élémentaire : A110 (NFX31-620-2) - Etudes historiques documentaires et mémorielles	
Historique général du site (périodes et activités principales)	Avant 1950, la zone d'étude est une parcelle agricole. Le site Gérard MANG est construit en 1950 (Sheds 4 et 5) et a pour activité la fabrication de matériels électriques. Une 1ère extension du site est effectuée en 1952 (Sheds 3 et 2) pour développer l'activité. Entre 1957 et 1962, le Nord du site est intégré dans un site à usage industriel (activité précise inconnue) autre que Gérad MANG et un parking couplé à un pavillon sont construits au sud-Est du site. Entre 1962 et 1966, L'activité industrielle au Nord du site s'intensifie. Une 2ème extension du site Gérard MANG est effectuée en 1964-1965 (Sheds 1, 6, 7, 8, bâtiment O, hall de réception en garage). Une 3ème extension du site Gérard MANG est effectuée en 1968 (Pavillon Ouest du site) Une 4ème extension du site Gérard MANG s'opère en 1972 (Construction 1er étage au bâtiment O). Une 5ème extension du site Gérard MANG est observée en 1973-1974 avec la Construction de l'extension au Nord du bâtiment principal et l'installation d'un nouveau parking à l'Ouest du site. Entre 1970 et 1983, L'activité industrielle, autre que Gérard MANG, au Nord du site est arrêtée. Le garage à vélo historique et le Pavillon à l'Est du site sont détruits entre 1993 et 1995. Une extension du parking est réalisée à l'Est entre 1995 et 1998. Une 6ème extension du site Gérard MANG est effectuée en 1995 (Construction bâtiment administratif). Deux bâtiments type « tonneau » et deux nouveaux bâtiments ont été construits entre 1995 et 1997. **Le site est dans sa configuration actuelle depuis 1997 au moins.** L'entreprise Gérard MANG, depuis son installation en 1950 a toujours eu la même activité de fabrication de matériels électriques (interrupteurs, télerupteurs, douilles électriques…)
Site ICPE actuel/ et/ou équivalent historique	Site à autorisation depuis 1964 (cf tableau n°8)
Site ICPE / cessation d'activité	Une notification de cessation totale d'activité ICPE a été réalisée par la société Gérard Mang SAS le 08 Février 2011. Cette notification a été réceptionnée par la préfecture d'Eure et Loir le 11 Août 2011. **Cependant, pour valider définitivement la procédure, un dossier de cessation d'activité ICPE doit être réalisé.**
Site identifié comme SIS	Sans Objet
Site identifié BASIAS/BASOL	BASIAS : CEN2800634
Environnement BASIAS/BASOL	BASIAS amont hydrogéologique : CEN28006673 et CEN2800615 BASIAS amont éolien : CEN28006673 et CEN2800557

M.VSSP0010.085- V9 – version du 17/12/2019

SYNTHESE	
Sources potentielles de pollution des sols identifiées	A : Anciennes chaufferies au fioul B : Anciennes cuves enterrées ou aériennes de fioul C : Garage et fosse de visite technique D : Zone d'entretien E : Locaux transformateurs F : Local Compresseurs G : Zone d'usinage H : Local du four à trempe I : Local et Cabine de Peinture J : Local de dégraissage K : Zone de traitement de surfaces/métaux par électrolyse L : Zone de déchets métaux/ferrailles M : Cuves aériennes de récupération d'huiles usagées N : Stockage aérien d'hydrocarbures O : Stockage de produits dangereux P : Quai de chargement Q : Local de stockage d'encres R : Zone d'entreposage historique de matériaux suspects S : Décanteur / Epaississeur de boues T : Zone de stationnement de véhicules sur sol nu U : Puisards
Prestation élémentaire : A120 (NFX31-620-2) – Etude de vulnérabilité des milieux	
Type d'occupation des sols dans l'environnement du site	Habitations individuelles avec jardin / Zone Industrielle et Commerciale
Formation géologique principale	Alluvions en terrasses emboîtées (silex et sables argileux)
Formation hydrogéologique principale	Nappe de la Craie du Séno-Turonien
Niveau et qualité des eaux souterraines	Données non renseignées au droit du site et en amont de celui-ci
Usage public des eaux souterraines	Le site n'est pas intégré dans un périmètre de protection de captage AEP
Usage privé des eaux souterraines	La présence de puits privé ne peut-être exclue en aval du site
Schéma conceptuel préliminaire « sur site » (sources vecteurs cibles) : prestation A130 (NFX31-620-2)	
Usage futur	Habitat collectif et/ou individuel
Population générale	Adultes / Enfants
Source(s) potentielles de pollution des sols	*Les principales sources potentielles identifiées sont présentées ci-avant.*
Scénarios d'exposition potentielle	Ingestion de sol Inhalation de poussières de sol Ingestion de végétaux issus du potager Inhalation de volatils des sols Ingestion eau, inhalation de vapeurs et contact douche
Préconisations sur les éventuelles suite à donner	
Préconisations sur les éventuelles suites à donner	Sur la base des résultats obtenus à l'issue des prestations A100 A110 et A120, il est préconisé des investigations pour caractériser les sources potentielles de pollution des sols identifiées et la qualité des eaux au droit de 2 puisards.
Est-il nécessaire de réaliser une prestation A130 selon la norme NFX31-620-2 ?	Oui pour la définition du programme prévisionnel des investigations à réaliser pour la reconnaissance des sources potentielles de pollution des sols et des eaux de puisards identifiées lors de la présente mission.
Archivage - communication	Rapport à joindre aux pièces foncières et réglementaires (ICPE le cas échéant) du site pour assurer la pérennité de sa communication.
Prestation élémentaire : A130 (NFX31-620-2) – programme prévisionnel d'investigations	
Utilisation d'ouvrages existants sur le site	Oui, utilisation de 2 puisards en place au droit du site.
Contraintes de site	Accès et réseaux enterrées
Programme d'investigation	cf tableau n°25
Plan d'investigations	cf figure n°12
SOLS : Prestation élémentaire : A200 et A270 (NFX31-620-2) – Prélèvements mesures observations et/ou analyses sur les sols et interprétation des résultats	
Nombre de sondages / profondeur	30 sondages sols méthode carottier et carotteuse à gouges – profondeur 1 à 4 m/sol (total : 54 ml)
Type d'analyses SOLS	HCT $_{C5\text{-}C40}$ / BTEX / HAP/ COHV / Métaux Lourds (As, Cr, Cd, Pb, Hg, Zn, Ni, Cu, Sb, Se, Ba, Mo) / PCB / Alcools / Phtalates / Phénols / Chlorophénols / Cyanures / Chlorures
Résultats / Anomalies mesurées	Les résultats d'analyses montrent des anomalies dans les sols ; les teneurs maximales mesurées sont les suivantes :

SYNTHESE				
(SOL)	Composés	Echantillon	[Cmax] mg/kg MS	Observations
	Antimoine	S22-A	2,2	
	Cadmium	S27-A	4,1	
	Cuivre	S27-A	550	
	Mercure	S22-A	2,2	Composé volatil
	Plomb	S29-A	63	
	Molybdène	S22-A	0,72	
	Zinc	S27-A	370	
	C5-C10	S11-A	38	Fractions volatiles
	C10-C16	S11-A	1450	Fractions volatiles
	C10-C40	S11-A	1800	
	Somme des HAP	S1-A	3,1	Absence de Naphtalène
	Tétrachloroéthylène	S29-A	0,09	Composé volatil
	Dichlorométhane	S26-A	0,03	Composé volatil
	Somme des 7 PCB	S29-A	19 µg/kg	Composé volatil
	Chlorures	S22-D	130	
EAU DE PUISARD : Prestation élémentaire : A220 et A270 (NFX31-620-2) – Prélèvements mesures observations et/ou analyses sur les eaux superficielles et interprétation des résultats				
Nombre de prélèvements	1 prélèvement méthode bailer (ESU_1) au niveau d'un puisard			
Type d'analyses ESU	HCT $_{C5-C40}$ / BTEX / HAP / COHV / Métaux Lourds (As, Cr, Cd, Pb, Hg, Zn, Ni, Cu, Sb, Se, Ba, Mo) / PCB / Alcools / Cyanures			
Résultats / Anomalies mesurées (ESU)	Les résultats d'analyses montrent des anomalies dans les eaux de surface ; les teneurs maximales mesurées sont les suivantes :			
	Composés	Echantillon	[Cmax] µg/l	Observations
	Zinc	ESU_1	1000	
	Baryum		19	
	Cadmium		0,74	
	Cuivre		10	
	Cyanures Totaux		84	
	fraction C12-C16		15	Fractions volatiles
	HCT C10-C40		1200	
Schéma conceptuel initial après investigations sols et eau de surface « Sur Site » (source / vecteur / cibles) : prestation A270 (NFX31-620-2)				
Usage(s)	Habitat collectif et/ou individuel			
Population générale	Adultes / Enfants			
Anomalies - source(s) par milieux	*Les principales sources potentielles identifiées sont présentées ci-avant.*			
Scénarios d'exposition	Ingestion de sol Inhalation de poussières de sol Ingestion de végétaux issus du potager Inhalation de volatils des sols Ingestion eau, inhalation de vapeurs et contact douche			
Archivage - communication				
Rapport à joindre aux pièces foncières et réglementaires du site pour assurer la pérennité de sa communication et l'information des partis concernés.				

SYNTHESE

CONCLUSION (et préconisations sur les « suites à donner » le cas échéant)

Dans le cadre d'une démarche de cession, la société **Gérard Mang SAS** (Donneur d'Ordre) a confié à **Apave Parisienne SAS** la réalisation d'un diagnostic initial de pollution des sols (prestations INFOS et DIAG).

Globalement au droit du site, nous observons :

- Des anomalies maximales en HCT C5-C40 au droit du sondage S11 (Source G)
- Des anomalies maximales en Antimoine, Mercure et Molybdène au droit de S22 (Sources B et S)
- Des anomalies maximales en Cuivre, Cadmium et Zinc au droit du sondage S27 (Source L)
- Des anomalies maximales en COHV au droit de S26 et S29 (Sources L et R)
- Des anomalies maximales en PCB au droit de S29 (Source R)
- Des anomalies en Zinc, Baryum, Cadmium, Cuivre, Cyanures totaux et HCT C10-C40 au droit des eaux du Puisards ESU_1

PRECONISATIONS : Afin de lever les incertitudes entourant les anomalies identifiées dans les sols et l'eau du puisard, et conformément à la méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués et à la norme NFX31-620-2, **il convient dans un premier temps de :**

- Réaliser des investigations complémentaires sur les **sols** (mission codifiée A200-A270 selon la norme NFX 31-620-2) pour préciser les extensions horizontales et verticales des anomalies relevées tel que :
  - 3 Sondages S31, S32 et S33 de 6 m/sol autour du Sondage S4 (analyses : Cadmium + Cuivre + Zinc)
  - 3 Sondages S34, S35 et S36 de 3 m/sol autour du Sondage S11 (analyse : HCT C5-C40)
  - 3 Sondages S37, S38, S39 de 6 m/sol autour du Sondage S22 (analyses : Antimoine + Cuivre + Mercure + Molybdène + Chlorures)
  - 3 Sondages S40, S41 et S42 de 3 m/sol autour du Sondage S27 (analyses : HCT C10-C40 + HAP + Cadmium + Cuivre + Zinc)
  - 3 Sondages S43, S44 et S45 de 3 m/sol autour du Sondage S29 (analyses : PCB + Tétrachloroéthylène + Cadmium + Cuivre + Mercure + Plomb)
  - 1 sondages S46 de 10 m/sol autour du point de prélèvements ESU 1 (Analyses : HCT C10-C40 + Zinc + Cadmium + Baryum + Cuivre + Cyanures)
- Réaliser des investigations sur les **gaz du Sol** (Air sous dalle et Piézair) (mission codifiée A230-A270) à proximité des sondages S11 (Source G), S22 (Source B et S), S26 (Source L) et S29 (Source R) et réaliser des investigations sur **l'air ambiant** (mission codifiée A240-A270) au droit du Pavillon existant à l'Ouest du site s'il est conservé dans l'usage futur.
- Réaliser des investigations sur les **sédiments** présents dans le puisard du prélèvement ESU_1 (Source U) (mission codifiée A220-A270)

NB : concernant le milieu eau souterraine, tenant compte des résultats obtenus dans le cadre de la présente mission, il n'est pas préconisé à ce stade d'investigations sur ce milieu (mise en place de piézomètres). Cette position sera réexaminée sur la base des résultats d'investigations complémentaires.

A l'issue de ces investigations, des mesures simples de gestion ou une démarche de plan de gestion pourront être engagées de manière à définir et valider les conditions de mises en compatibilité entre l'état des milieux et les usages futurs du site.

La démarche, itérative, a pour objectif d'assurer la compatibilité sanitaire entre l'état environnemental du site et l'usage futur résidentiel dans le cadre réglementaire de cessation définitive d'activité au titre des ICPE.

Dans le cas où les cuves et réservoirs enterrés seraient retirés, un curage des sols autour des cuves et réservoirs, ainsi que des prélèvements de sol en fond et parois de fouille pourraient être réalisés sans devoir envisager des investigations complémentaires préalables sur les sols, par sondages.

Afin d'assurer une protection des sols et des eaux souterraines par rapport aux sources de pollution du site, **il est préconisé de :**

- Limiter l'infiltration des eaux météoriques au droit des Puisards sur site
- S'assurer de l'étanchéité des dalles béton reposant au droit du site d'étude

En cas de modification de l'usage futur du site **ou de non respect des hypothèses considérées,** les conclusions de cette étude ainsi que le schéma conceptuel du site devront être révisés.

En cas d'excavation potentielle de terre, les matériaux excavés devront, avant toute évacuation, être caractérisés par des analyses complémentaires pour vérifier leur caractère inerte au sens de l'arrêté du 12/12/2014, et le cas échéant être orientés vers d'autres filières autorisées.

3.2 SYNTHESE DU DIAGNOSTIC APPROFONDI DE LA QUALITE DES MILIEUX APAVE DE 2024

La synthèse technique du rapport APAVE de 2024 est présentée ci-dessous.

apave

Rapport : Diagnostic approfondi de la qualité chimique des milieux– Agglomération de DREUX

N°de rapport : **C24129700** Version **1**

SYNTHESE TECHNIQUE ET CONCLUSION

SYNTHESE				
Donneur d'Ordre	AGGLO DU PAYS DE DREUX			
Localisation du site	16 Route de Chartres - 28500 Vernouillet			
Contexte de(s) prestation(s)	Démarche d'acquisition et d'aménagement d'un site (procédure tiers demandeur - activité ICPE soumise à autorisation dont la cessation reste à finaliser). Projet d'aménagement de type espace public d'activité économique et social (sans habitations).			
Objectif(s) de(s) prestation(s)	Réalisation d'un diagnostic de la qualité des milieux : prestation globale DIAG avec les prestations élémentaires suivantes (selon NFX31-620-2) : • Prélèvements et analyses des sols (A200) • Prélèvements et analyses des sédiments (**hors LNE**) • Prélèvements et analyses des gaz de sols (A230) • Prélèvements et analyses de l'air ambiant (A240) • Prélèvements et analyses des eaux du robinet (A250) – **non réalisé** • Interprétation des résultats d'analyses (A270)			
SOLS : Prestation élémentaire : A200 et A270 (NFX31-620-2) – Prélèvements mesures observations et/ou analyses sur les sols et interprétation des résultats				
Nombre de sondages / profondeur	13 sondages sols réalisés à la foreuse – profondeur entre 1 et 10 m/sol (total : 38 ml)			
Type d'analyses SOLS	HCT $_{C5-C40}$ / BTEX / HAP/ COHV / PCB / 12 Métaux Lourds (As, Cr, Cd, Pb, Hg, Zn, Ni, Cu, Si, Co, Se, Sb) / Cyanures / Chlorures / Pack ISDI selon arrêté du 12 décembre 2014			
Résultats / Anomalies mesurées (SOLS)	Les résultats d'analyses montrent des anomalies dans les sols ; les teneurs maximales mesurées sont les suivantes :			
	Composés	Echantillon	[Cmax] mg/kg MS	Observations
	Cu	S43 (7,5-8,5)	5920	
	Cd	S43 (9-10)	4220	
	Hg	S37 (0-1)	0,24	Composé volatil
	Cr	S43 (7,5-8,5)	5920	
	Ni	S43 (7,5-8,5)	227	
	Pb	S37 (0-1)	214	
	Zn	S43 (7,5-8,5)	628	
	Sb	S37 (0-1)	4,6	
	Mo	S38 (1-2)	5,78	
	C5-C10	S43 (8,5-9)	146	Fractions volatils
	C10-C16	S33 (1,5-2)	49,6	
	C10-C40	S35 (0,1-1)	729	
	HAP totaux	S42 (0-1)	6,12	Pas de Naphtalène
	Tétrachloroéthylène	S37 (0-1)	0,14	
	Somme des 7 PCB	S37 (0-1)	0,06	
Acceptabilité des futurs déblais en Installation de Stockage de Déchets Inertes (ISDI) selon arrêté du 12 décembre 2014	Les sols superficiels investigués sur l'ensemble du site présentent ponctuellement des dépassements des critères ISDI, notamment pour le paramètre hydrocarbures C10-C40. Des surcoûts sont à envisager dans le cas d'opérations de terrassement avec évacuation des déblais excédentaires hors site ; des optimisations seront à prévoir en amont de potentiels travaux (réduction du volume de déblais / optimisation dans le choix des filières / tri des terres avant évacuation) ; A noter que la totalité des paramètres ISDI n'ont pas fait l'objet d'une analyse sur chaque sondage, ce qui peut être source d'incertitudes notamment sur le potentiel de lixiviation des métaux.			
Prestation non certifiée LNE - SEDIMENTS : Prélèvements mesures observations et/ou analyses sur les sédiment et interprétation des résultats				
Nombre de prélèvements (SEDIMENTS)	1 prélèvement de sédiments et/ou dépôt a été réalisé dans le puisard situé au Sud du site d'étude.			
Type d'analyses (SÉDIMENTS)	Pack ISDI étendu selon arrêté du 12 décembre 2014 (HCT $_{C5-C40}$ / BTEX / HAP/ COHV / PCB / 12 Métaux Lourds (As, Cr, Cd, Pb, Hg, Zn, Ni, Cu, Si, Co, Se, Sb) / Cyanures / Chlorures)			
Résultats / Anomalies mesurées (SÉDIMENTS)	Les résultats d'analyses montrent des anomalies dans les sédiments ; les teneurs maximales mesurées à ce stade sont les suivantes :			
	Composés	Echantillon	[Cmax] mg/kg MS	Observations
	Sulfates		317	
	Sb		9,28	

M.VSSP0010.0122- v11 (13/05/2024) Page 7/78

SYNTHESE

	Ba		364	
	Cd		15,6	
	Cr		664	
	Cu		1160	
	Mo		2,45	
	Hg		0,53	Composé volatil
	Pb		638	
	Zn		5440	
	Naphtalène		0,99	Composés volatils
	Somme des HAP		180	
	HCT C5-C10		4,2	Fraction volatil
	HCT C10-C40		3340	
	Somme des PCB		3,069	
	Toluène		4,13	Composés volatils
Acceptabilité des futurs déblais en Installation de Stockage de Déchets Inertes (ISDI) selon arrêté du 12 décembre 2014	Les sédiments du puisard présentent des dépassements des critères ISDI ainsi que des concentrations significatives en métaux sur brut ; ces matériaux seront à évacuer en filière adaptée (ISDND ou équivalent).			
GAZ DE SOLS : Prestation élémentaire : A230 et A270 (NFX31-620-2) – Prélèvements mesures observations et/ou analyses sur les gaz de sols et interprétation des résultats				
Nombre et type d'ouvrage / profondeur	3 Airs Sous Dalles ont été réalisés à 50cm de profondeur.			
Type d'analyses	Hg, BTEX, Naphtalène, hydrocarbures (TPH)			
Résultats / Anomalies mesurées (AIR SOUS DALLE)	Les résultats d'analyses montrent des anomalies dans les Air Sous Dalle ; les teneurs maximales mesurées lors de cette campagne sont les suivantes :			
	Composés	Echantillon	[Cmax] µg/m³	Observations
	HCT Aliphatique C8 - C10	ASD1	18 868	
	HCT Aliphatique C10 - C12		119 417	
	HCT Aliphatique C12 - C16		65 839	
	HCT Aromatique C10 - C12		723	
	HCT Aromatique C12 - C16		2 484	
AIR AMBIANT : Prestation élémentaire : A240 et A270 (NFX31-620-2) – Prélèvements mesures observations et/ou analyses sur l'air ambiant et interprétation des résultats				
Nombre de prélèvements	1 prélèvements réalisés dans la zone d'usinage (AA1), 1 prélèvement réalisé dans le local de maintenance (AA2) et prélèvement témoin (AAEXT)			
Type d'analyses	Hg, BTEX, Naphtalène, hydrocarbures (TPH)			
Résultats / Anomalies mesurées (AIR AMBIANT)	Aucune anomalie n'a été détectée sur les échantillons d'air ambiant.			
SCHEMA CONCEPTUEL « SUR SITE » (source / vecteur / cibles) : prestation A270 (NFX31-620-2)				
Usage(s)	Espace accueillant du public (sans habitation) – projet d'aménagement			
Population générale	Adultes travailleurs / Adultes / Adolescent / Enfants			
Anomalies - source(s) par milieux	Les anomalies principales retenues par milieux sont présentées ci-avant.			
Scénarios d'exposition	Ingestion eau, inhalation de vapeurs et contact douche Inhalation de substances volatiles issues d'un dégazage depuis les sols dans l'air intérieur.			
Archivage - communication				
Rapport à joindre aux pièces foncières et réglementaires du site pour assurer la pérennité de sa communication et l'information des partis concernés.				

CONCLUSION (et préconisations sur les « suites à donner » le cas échéant)

Dans le cadre d'une démarche d'acquisition et d'aménagement d'un site (procédure tiers demandeur - activité ICPE soumise à autorisation dont la cessation reste à finaliser), l'Agglomération du Pays de Dreux (Donneur d'Ordre) a confié à Apave la réalisation d'un diagnostic de la qualité (pollution) des milieux : sols, sédiments, gaz du sol, air ambiant et eau du robinet.

SYNTHESE

Les éléments recueillis dans ce rapport vont permettre de compléter le dossier de cessation d'activité ICPE déposé par la société Gérard Mang SAS (ancien exploitant et propriétaire du site) le 08 février 2011.

Diagnostic complémentaire sur les sols, les gaz du sol et l'air ambiant.

Au total, 13 sondages de sols (38ml) ont été réalisés au carottier sous gaine et 32 échantillons de sols ont été prélevés et analysés. 3 échantillons d'air sous dalles et 3 échantillons d'air ambiant ont également été prélevés et analysés. 1 prélèvement de sédiments à été réalisés dans le puisard sud du site et envoyé en analyse (prestation non certifiée LNE).

Les prélèvements d'échantillons d'eau du robinet n'ont pas pu être réalisés car le site n'est plus alimenté en eau potable.

Interprétation des résultats d'analyses sur les sols

Les résultats des investigations sur les sols ont mis en évidence :

- Au droit de la zone d'usinage (sondage S11 / source B) :
  - la délimitation latérale et verticale de l'anomalie en HCT C10-C40 relevée lors de la première campagne d'investigations de 2021 ; cette anomalie est localisée dans les remblais, à faible profondeur, sous la dalle du bâtiment et peut être restreinte à un périmètre inférieur à 5 m autour du sondage S11 ;
- Au droit de l'ancienne zone de déchets métaux ferrailles (sondage S27 / source L) :
  - la délimitation partielle des anomalies en métaux lourds et HAP relevées dans le sondage S7 en 2021 vers le nord, le sud et l'est. L'extension latérale des impacts en métaux et hydrocarbures vers l'Ouest n'est pas connue (teneurs dans des gammes de concentrations comparables en métaux et anomalie en HCT C10-C40 retenue dans le sondage S35) ;
- Au droit de la zone d'entreposage historique de matériaux suspects (sondage S29 / source R) :
  - des anomalies diffuses en métaux lourds dans les remblais, majoritairement jusqu'à 1,0 m de profondeur ;
  - des anomalies en solvants chlorés (TCE, PCE) à faible profondeur ;
  - une anomalie ponctuelle en PCB, identifiée lors de la campagne initiale de 2021 (absence de quantification en PCB lors de la présente campagne de 2024) ;
- Au droit de la zone du puisard :
  - des impacts dans les sols entre 7 et 10 m de profondeur (base du puisard), en zone saturée (nappe peu productive) en métaux lourds, hydrocarbures C5-C10 (volatils) et hydrocarbures C10-C40 ;
  - ces impacts peuvent être corrélés aux résultats des investigations menées sur les sédiments dans le puisard et sont potentiellement liés à un déversement de substances polluantes dans ce dernier ;
- Concernant la qualité des remblais du site :
  - une qualité dégradée des remblais qui ont été utilisés comme matériaux d'apports lors de l'aménagement du site industriel (anomalies diffuses notamment en métaux et hydrocarbures liées à la qualité intrinsèque des remblais du site).

Acceptabilité des terres en filières de traitements adaptées

- les sols superficiels investigués sur l'ensemble du site présentent ponctuellement des dépassements des critères ISDI, notamment pour le paramètre hydrocarbures C10-C40. Des surcoûts sont à envisager dans le cas d'opérations de terrassement avec évacuation des déblais excédentaires hors site ; des optimisations seront à prévoir en amont de potentiels travaux (réduction du volume de déblais / optimisation dans le choix des filières / tri des terres avant évacuation) ; A noter que la totalité des paramètres ISDI n'ont pas fait l'objet d'une analyse sur chaque sondage, ce qui peut être source d'incertitudes notamment sur le potentiel de lixiviation des métaux ;
- les sédiments du puisard présentent des dépassements des critères ISDI ainsi que des concentrations significatives en métaux sur brut ; ces matériaux seront à évacuer en filière adaptée (ISDND ou équivalent).

Interprétation des résultats sur les sédiments

Les investigations sur les sédiments du puisard Sud montrent des impacts significatifs en HCT C5-C40, HAP, Toluène, PCB et métaux lourds. Ces impacts peuvent être corrélés avec :

- les anomalies constatées dans les eaux de surface en 2021 ;
- plus partiellement aux résultats des investigations menées sur les sols au droit de la zone du puisard.

SYNTHESE

Interprétation des résultats sur les gaz du sol

Les anomalies détectées dans l'air sous dalle ASD1 sont en corrélation avec les teneurs retrouvées dans les sols en 2021. En effet, une concentration en **HCT C10-C16** de 1450 mg/kg M.S. avait été constatée au droit du sondage S14 situé à proximité de ASD1.

Interprétation des résultats sur l'air ambiant

Aucune anomalie n'a été mise en évidence dans les échantillons d'air ambiant analysés.

Scénarios d'expositions

Considérant les connaissances actuelles quant à l'état du milieu sol, gaz du sol et air ambiant, et dans une configuration d'usage futur de type espace public d'activité économique et social (sans habitations), les **scénarios d'expositions** retenus sont les suivants :

- Transfert par les conduites enterrées (perméation et contamination eau potable) et inhalation lors de la douche, ingestion eau et absorption cutanée (via l'air du sol - sol - eaux).

Au stade de la présente étude, aucune anomalie n'a été identifiée dans l'air ambiant intérieur. Néanmoins, compte-tenu de l'usage futur (établissement recevant du public (ERP) / usage sensible), de l'absence d'une seconde campagne sur les gaz du sol/air ambiant, le scénario d'exposition suivant ne peut, à titre sécuritaire, pas être exclu :

- Inhalation de substances volatiles issues d'un dégazage depuis les sols dans l'air intérieur.

A noter que dans le choix des scénarios d'exposition, les voies d'expositions « ingestion de sols », « inhalation de poussières » n'ont pas été retenues compte-tenu des réaménagements des zones extérieures prévues dans le cadre du projet d'aménagement (recouvrement des remblais historiques (terrain nu) par une couche de terre d'apport réputée saine).

PRECONISATIONS :

Afin de garantir la compatibilité du site avec le projet d'aménagement (espace recevant du public et sans habitation), Apave Exploitation France préconise :

- la réalisation d'investigations sur l'eau potable au droit du site (eau du robinet), en amont des investigations, il conviendra de s'assurer que le site est bien alimenté en eau ;
- conformément à la norme NF18 400-204, la réalisation d'une deuxième campagne de mesures avec des conditions environnementales représentatives notamment pour réduire les incertitudes associées aux mesures dans les gaz des sols notamment compte-tenu de l'usage futur (établissement recevant du public (ERP) / usage sensible) ;
- concernant le puisard il peut être envisagé plusieurs possibilités. Si ce dernier à une utilité nous préconisons son nettoyage (vidange eaux et sédiments). Si ce dernier n'a pas une utilité particulière celui-ci pourra être combler. ;
- dans le cadre des travaux d'aménagement :
  - le maintien des recouvrements pérennes du site (dalle bétonnée, enrobé) ou leurs remplacements en cas de travaux ;
  - le recouvrement des remblais historiques du site (terrains nus) avec des matériaux d'apports réputés sains sur une épaisseur d'à minima 30 cm après compactage ;
  - si nécessaire, la mise en œuvre des canalisations AEP dans des matériaux sains afin d'éviter toute perméation de substances volatiles à l'intérieur des canalisations ou l'installation de canalisations anti-perméation ;
  - si des potagers ou la plantation d'arbres fruitiers devaient être envisagés dans le projet d'aménagement, la réalisation des cultures hors sols (potagers) et/ou la mise en œuvre de fosse remplies de terres saines et d'une taille adaptée au système racinaire des cultures seraient à réaliser.

En cas de modification de l'usage futur du site ou de non-respect des hypothèses considérées, les conclusions ci-dessus ainsi que le schéma conceptuel du site devront être révisés. Apave Exploitation France recommande de conserver la mémoire du passif industriel du site et des contraintes en découlant en informant systématiquement les acquéreurs/locataires par le biais de documents d'urbanisme ou fonciers.

3.3 SYNTHESE DU DIAGNOSTIC COMPLEMENTAIRE DE LA QUALITE CHIMIQUE DES MILIEUX APAVE DE 2025

La synthèse technique du rapport APAVE de 2025 est présentée ci-dessous.

apave

Rapport : Diagnostic complémentaire de la qualité chimique des milieux – Agglomération de DREUX

N°de rapport : **C25043640** Version **2**

SYNTHESE TECHNIQUE ET CONCLUSION

SYNTHESE	
Donneur d'Ordre	AGGLO DU PAYS DE DREUX
Localisation du site	16 Route de Chartres - 28500 Vernouillet
Contexte de(s) prestation(s)	Démarche d'acquisition et d'aménagement d'un site (procédure tiers demandeur - activité ICPE soumise à autorisation dont la cessation reste à finaliser). Projet d'aménagement de type espace public d'activité économique et social (sans habitations). Diagnostic complémentaire sur la qualité chimique des gaz du sol, de l'air ambiant et de l'eau du robinet suite aux recommandations du rapport réf. C24129700 de septembre 2024.
Objectif(s) de(s) prestation(s)	Réalisation d'un diagnostic de la qualité des milieux : prestation globale DIAG avec les prestations élémentaires suivantes (selon NFX31-620-2) : • Prélèvements et analyses des gaz de sols (A230) • Prélèvements et analyses de l'air ambiant (A240) • Prélèvements et analyses des eaux du robinet (A250) – **non réalisés** • Interprétation des résultats d'analyses (A270)
GAZ DE SOLS : Prestation élémentaire : A230 et A270 (NFX31-620-2) – Prélèvements mesures observations et/ou analyses sur les gaz de sols et interprétation des résultats	
Nombre et type d'ouvrage / profondeur	3 Airs Sous Dalles ont été réalisés à 50cm de profondeur au droit de l'emplacement des ASD réalisés en septembre 2024.
Type d'analyses	Hg, BTEX, Naphtalène, hydrocarbures (TPH), COHV
Résultats / Anomalies mesurées (AIR SOUS DALLE)	Les résultats d'analyses montrent des anomalies en Trichloroéthylène (TCE) dans les Air Sous Dalle ASD4 et ASD5 avec une teneur maximale de 142,7 µg/m³ au droit de ASD5. Le mercure est également mesuré dans une concentration de 0,07 µg/m³ uniquement au droit de ASD4.
AIR AMBIANT : Prestation élémentaire : A240 et A270 (NFX31-620-2) – Prélèvements mesures observations et/ou analyses sur l'air ambiant et interprétation des résultats	
Nombre de prélèvements	3 prélèvements d'air ambiant ont été réalisés comme suit : - AA3 : réalisé dans la zone d'usinage, au droit de AA1 - AA4 : réalisé dans le local de maintenance, au droit de AA2 - AAEXTbis : prélèvement témoin réalisé au droit de AAEXT
Type d'analyses	Hg, BTEX, Naphtalène, hydrocarbures (TPH), COHV
Résultats / Anomalies mesurées (AIR AMBIANT)	Aucune anomalie n'a été détectée sur les échantillons d'air ambiant.
SCHEMA CONCEPTUEL « SUR SITE » (source / vecteur / cibles) : prestation A270 (NFX31-620-2)	
Usage(s)	Projet d'aménagement : Espace accueillant du public (sans habitation) – Réutilisation du bâtiment sur site sans aménagement – Aménagement des espaces extérieurs par recouvrement des sols nu par de l'enrobé ou des terres saines sur 30 cm.
Population générale	Adultes travailleurs / Adultes / Adolescent / Enfants
Anomalies - source(s) par milieux	Les anomalies principales retenues par milieux sont présentées ci-avant.
Scénarios d'exposition	Ingestion eau, inhalation de vapeurs et contact douche.
Archivage - communication	
Rapport à joindre aux pièces foncières et réglementaires du site pour assurer la pérennité de sa communication et l'information des partis concernés.	
CONCLUSION (et préconisations sur les « suites à donner » le cas échéant)	

Afin de garantir la compatibilité du site avec le projet d'aménagement (espace recevant du public et sans habitation), Apave Exploitation France préconise les points suivants :

- La réalisation des investigations sur l'eau potable au droit du site (eau du robinet) ou la mise en œuvre de réseaux anti-perméation dans le cadre du nouveau projet afin de supprimer de potentiel risque de transfert de substances volatiles dans le réseau « eau potable » du site ;
- Concernant le puisard, Apave préconise de procéder à la vidange des eaux et sédiments ainsi que leur gestion en filière adaptée, puis de réaliser le comblement de l'ouvrage selon les règles de l'art (Cf. document du BRGM réf. BRGM/RP-57843-FR portant sur les procédures administratives et techniques de comblement de tout type de forages). A noter que, dans le contexte de cessation d'activité ICPE, cette procédure est à réaliser pour la mise en sécurité du site ;
- Dans le cadre des travaux d'aménagement :
  - le maintien des recouvrements pérennes du site (dalle bétonnée, enrobé) ou leurs remplacements en cas de travaux ;

M.VSSP0010.0122- v11 (13/05/2024) Page 5/50

SYNTHESE

- le recouvrement des remblais historiques du site (terrains nus) avec des matériaux d'apports réputés sains sur une épaisseur d'à minima 30 cm après compactage ;
- si nécessaire, la mise en œuvre des canalisations AEP dans des matériaux sains afin d'éviter toute perméation de substances volatiles à l'intérieur des canalisations ou l'installation de canalisations anti-perméation ;
- si des potagers ou la plantation d'arbres fruitiers devaient être envisagés dans le projet d'aménagement, la réalisation des cultures hors sols (potagers) et/ou la mise en œuvre de fosse remplies de terres saines et d'une taille adaptée au système racinaire des cultures seraient à réaliser ;
- la gestion adaptée des déblais qui seront générés lors de travaux de terrassement ;
- en cas de découverte fortuite d'une pollution en phase travaux et non identifiée à ce stade, la gestion de cette dernière conformément aux guides méthodologiques en vigueur.

En cas de modification de l'usage futur du site ou de non-respect des hypothèses considérées, les conclusions ci-dessus ainsi que le schéma conceptuel du site devront être révisés.

En effet, dans le cadre d'aménagement spécifique en extérieur (noue d'infiltration…), il pourra être envisagé des investigations complémentaires et spécifiques au futur projet.

De même qu'une reconfiguration du bâtiment (petit bureau, refonte de la dalle…) pourra nécessiter la réalisation d'une modélisation par une Analyse des Risques Résiduels (ARR) vis-à-vis d'un projet d'aménagement définit (et/ou modélisation avec scénario majorant).

Apave Exploitation France recommande de conserver la mémoire du passif industriel du site et des contraintes en découlant en informant systématiquement les acquéreurs/locataires par le biais de documents d'urbanisme ou fonciers.

3.4 COMMENTAIRES SUR LES RESULTATS ET PLANS DE SYNTHESE DES ETUDES ANTERIEURES

Les résultats d'analyses de sol ont mis en évidence au droit du site principalement des concentrations anomaliques en métaux lourds et hydrocarbures, ainsi que des traces ponctuelles de HAP, COHV, PCB et cyanures. Un dégazage en hydrocarbures, COHV et mercure vers les gaz du sol est à considérer, bien que ces composés ne soient pas retrouvés dans l'air ambiant.

Les résultats d'analyses ont également montré la présence d'eau impactée en hydrocarbures et métaux au droit d'un puisard (EP9) présent sur le site, associées à des anomalies pour ces mêmes composés dans les sédiments du puisard et sols sous-jacents. A noter que les deux autres puisards présents sur le site n'ont pas fait l'objet d'investigations car ils infiltraient uniquement les eaux de toiture, contrairement au puisard EP9 relié au bâtiment pour lequel une incertitude demeure quant à l'origine des eaux infiltrées.

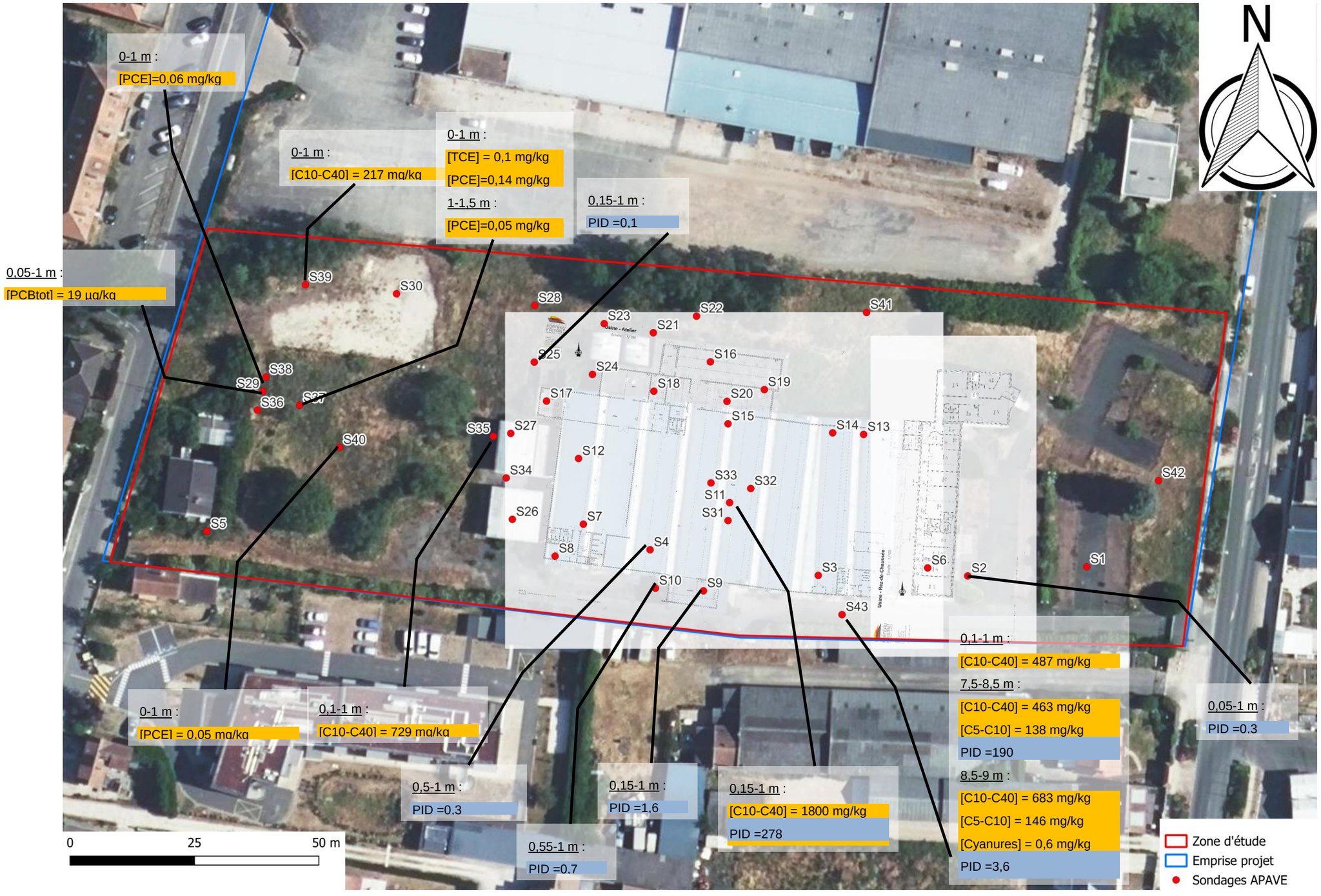
Les études antérieures ne statuent pas sur la présence de sources concentrées ou diffuses et ne concluent donc pas sur un programme de remise en état et/ou gestion de ces sources.

Au regard du projet d'aménagement, ces études doivent être complétées afin de définir les sources concentrées et/ou diffuses présentes et d'en définir la gestion. Ceci fait l'objet du présent rapport.

Les données sur le milieu sol apparaissant suffisantes, DEKRA a réalisé une nouvelle campagne de prélèvements et d'analyses d'air sous dalle afin de compléter les données disponibles. Les résultats de ces travaux complémentaires sont détaillés aux paragraphes suivants.

Des plans des concentrations anomaliques mises en évidence dans les différents milieux sont présentés ci-dessous. Nous avons également ajouté les résultats des concentrations en composés organiques volatils mesurées dans les échantillons de sol, à l'aide d'un PID, par l'APAVE, au cours des différentes campagnes d'investigations de terrain. Les mesures PID sont indiquées en bleu et les concentrations mesurées en polluants organiques en orange.

A noter que le sondage S11 impacté en hydrocarbures ainsi que les sondages de délimitation S31 à S33 ont été replacés sur le plan en fonction de la localisation des trous de sondages rebouchés observés sur le site.

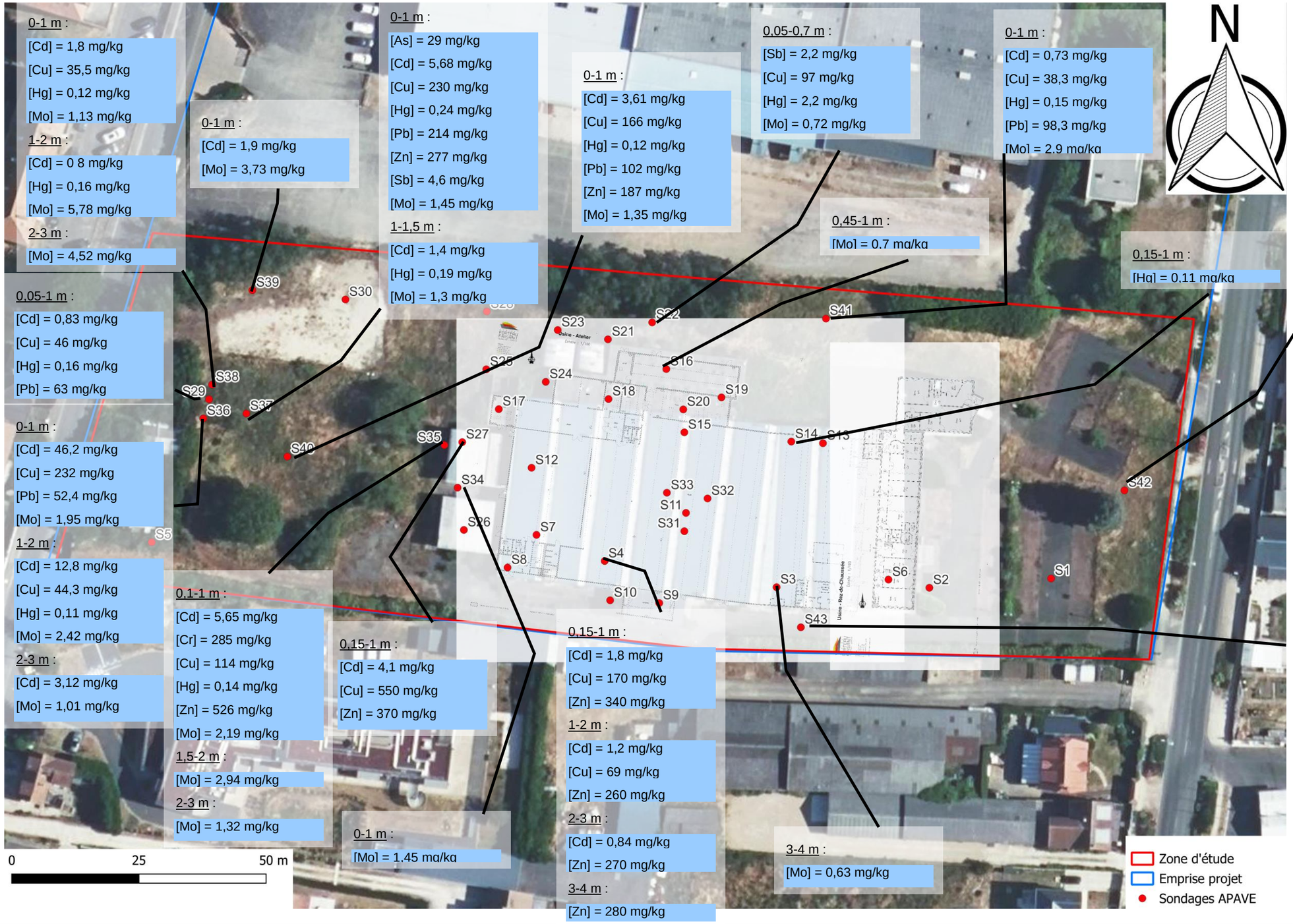


DEKRA

CA du Pays de Dreux – 16 route de Chartres - VERNOUILLET (28)

Figure 6 : Résultats d'analyse de sol - organiques (brut)

Référence :	54415737
Source :	DEKRA
Échelle :	Cf. figure

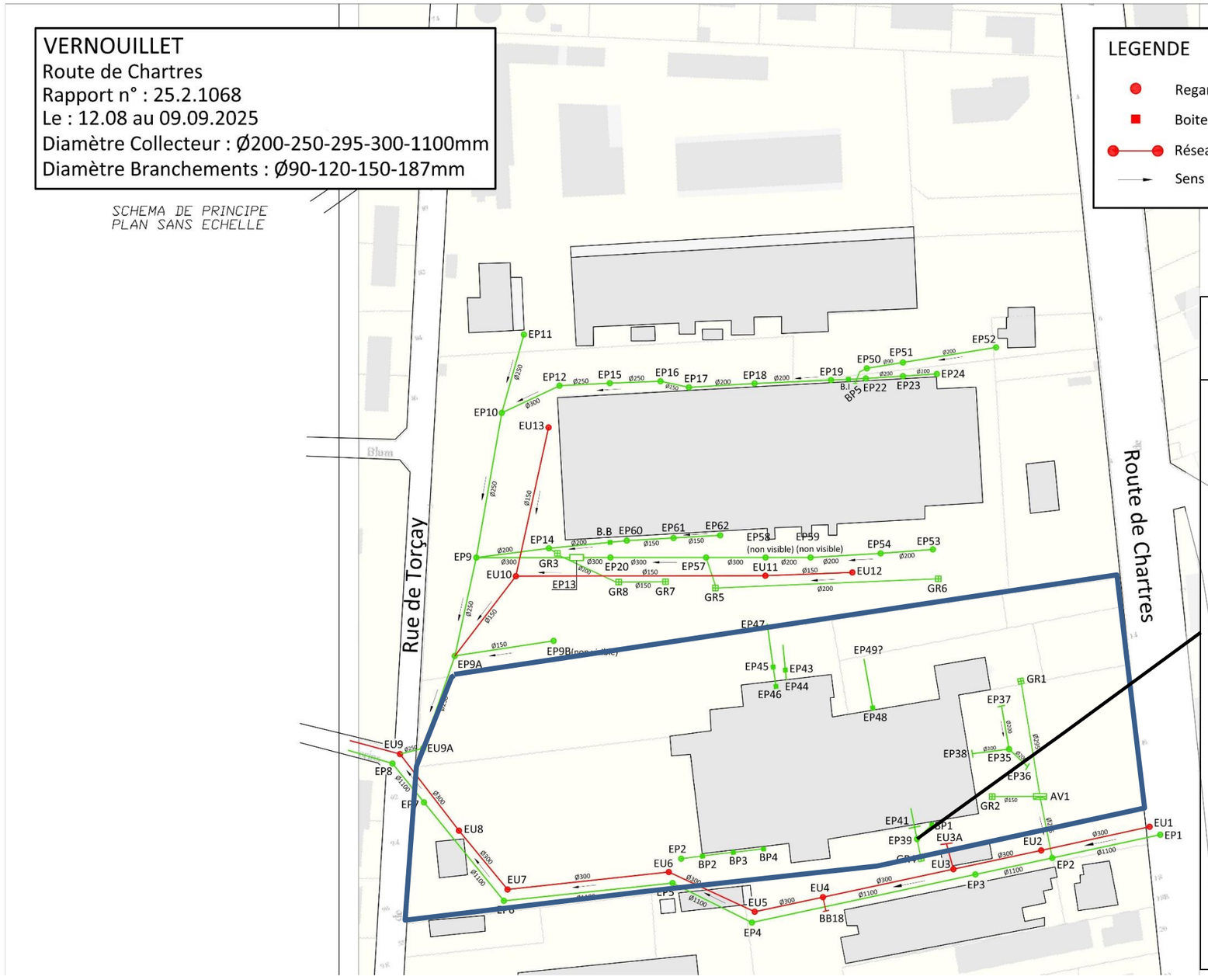


DEKRA

CA du Pays de Dreux – 16 route de Chartres - VERNOUILLET (28)

Figure 7 : Résultats d'analyse de sol - métaux (brut)

Référence :	54415737
Source :	DEKRA
Échelle :	Cf. figure



ESU_1 (eau puisard) = EP39 Concentrations en µg/l	SED_1 (sediment EP39) Concentrations en mg/kg
Baryum = 19	Antimoine = 9,28
Cadmium = 0,76	Baryum = 364
Cuivre = 10	Cadmium = 15,6
Zinc = 1000	Chrome = 664
Cyanures totaux = 84	Cuivre = 1160
Chloroforme = 0,1	Molybdène = 2,45
HCT = 1200	Mercure = 0,53
	Plomb = 638
	Zinc = 5540
	HCV = 4,2
	HCT = 3340
	Naphtalène = 0,99
	HAP = 180
	PCB = 3,069
	Toluène = 4,13
	Sulfates = 317

DEKRA

CA du Pays de Dreux – 16 route de Chartres - VERNOUILLET (28)

Figure 8 : Résultats d'analyse des eaux et sédiments du puisard

Référence :	54415737
Source :	DEKRA
Échelle :	Cf. figure



ASD5 – campagne 10/04/2025 Concentrations en µg/m³
TCE = 142,7
PCE = 36,7
Trans-1,2 CE = 5,7
1,1-dichloroéthane = 3
1,1,1,-TCA = 26

ASD5 – campagne 10/04/2025 Concentrations en µg/m³
TCE = 7,4
PCE = 45,5

ASD1 – campagne 26/09/2024 Concentrations en µg/m³	ASD4 – campagne 10/04/2025 Concentrations en µg/m³
TPH ali C6-C8 = 223	TCE = 48,5
TPH ali C8-C10 = 18 868	PCE = 263,3
TPH ali C10-C12 = 119417	Mercure = 0,07
TPH ali C12-C16 = 65 839	TPH ali C10-C12 = 217
TPH aro C10-C12 = 723	TPH ali C12-C16 = 266
TPH aro C6-C7 (benzène) = 2	Xylenes = 11,4
TPH aro C8-C10 = 81	
TPH =arom C12-C16 = 2484	

CA du Pays de Dreux – 16 route de Chartres - VERNOUILLET (28)

Figure 9 : Résultats d'analyse de gaz du sol et air ambiant

Référence :	54415737
Source :	DEKRA
Échelle :	Cf. figure

4 MISSION A230 - PRELEVEMENTS, MESURES, OBSERVATIONS ET ANALYSES SUR LES GAZ DU SOL

4.1 DEMARCHES PREALABLES A L'INTERVENTION

L'implantation des points de prélèvement a été réalisée le 6 novembre 2025. L'ensemble des points de prélèvement a été implanté par un intervenant DEKRA spécialisé dans les sites et sols pollués. Ceux-ci ont été implantés en fonction des données des études antérieures :

- A proximité du sondage S11 qui présentait un impact en hydrocarbures dans les sols et des points de prélèvements de gaz du sol ASD1 et ASD4 pour lesquels des composés volatiles avaient été détectés ;
- A proximité du sondage S20 et des points de prélèvements de gaz du sol ASD2/ASD5 pour lesquels des composés volatiles avaient été détectés ;
- A proximité du sondage S16 implanté dans une ancienne zone de décolletage et traitement de surface afin de lever le doute quant à la présence de composés volatiles liés à cette ancienne activité dans les gaz du sol.

Leur localisation est présentée en Figure 12.

Les réseaux actuels et désaffectés ont été repérés sur plan et sur site à l'aide d'un détecteur de réseau LEICA DIGICAT 200.

Une analyse des risques a également été élaborée et signée par les différentes parties (DEKRA et CA du Pays de Dreux) préalablement à l'intervention afin de prévenir tout risque lors des investigations.

L'ensemble du personnel intervenant sur site est expérimenté et a été formé à l'utilisation du matériel amené sur site. Il a été pris connaissance des mesures de prévention de l'entreprise et chacun des intervenants était doté de ses équipements de protection individuelle.

4.2 FORATION DES OUVRAGES

Le prélèvement d'air sous dalle a été effectué en respectant le protocole suivant :

- Perforation de la dalle de béton jusqu'à 20 cm sous la dalle à l'aide d'une mèche 16 mm ;
- Mise en place d'un dispositif Vapor Pin permettant d'obtenir un point de prélèvement d'air sous dalle étanchéifié via un manchon de silicone ;
- Installation d'une ligne de prélèvement branchée sur le Vapor Pin composée d'un tube PTFE sur lequel a été installé un support de prélèvement, lui-même branché à une pompe de prélèvement.

4.3 PROTOCOLE D'ECHANTILLONNAGE DES GAZ DU SOL

5.4.1. METHODOLOGIE DE PRELEVEMENT DES GAZ DU SOL

Le prélèvement de gaz du sol a été réalisé le 6 novembre 2025 par un ingénieur spécialisé. Ils se sont déroulés selon la norme ISO 18400-204:2017 (« Qualité du sol – Echantillonnage – Partie 204 : Lignes directrices pour l'échantillonnage de l'air du sol »).

Mesures semi-quantitatives des composés organiques volatils

Une mesure semi-quantitative des composés organiques volatils au PID ont été réalisées avant le prélèvement.

Elle a indiqué une concentration de 2 ppm au droit de ASD11 traduisant la détection de composés volatils dans les gaz du sol au droit de ce point de prélèvement.

Ligne de prélèvement

Le dispositif mis en place pour l'échantillonnage des gaz du sol sous dalle est illustré ci-après.

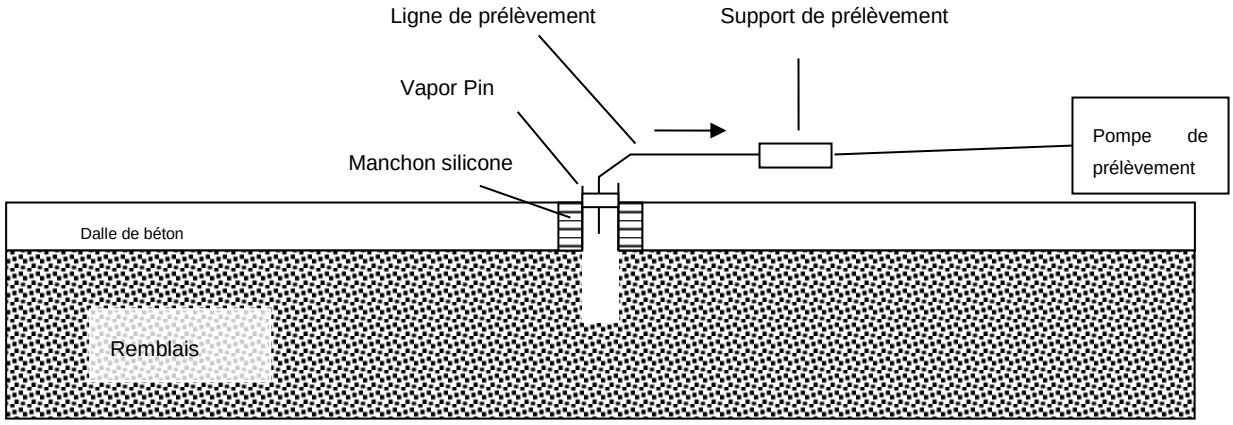


Figure 10 : Schéma de principe du prélèvement d'air sous dalle

Modalités de pompage

La pompe de prélèvement utilisée est à débit variable et à compensation de perte de charge.

Le prélèvement sur le tube de charbon actif a été initié à un débit d'environ 0,2 L/min sur une durée prévue de 120 minutes.

Le volume d'air ainsi prélevé pour le support de prélèvement est présenté ci-dessous :

OUVRAGE	SUPPORT	DEBIT INITIAL MESURE	DEBIT FINAL MESURE	DEBIT MOYEN CALCULE (L/MIN)	DUREE DE POMPAGE (MIN)	VOLUME MOYEN PRELEVE (L)
ASD11	Tube de charbon actif 100/50 mg	0,248	0,2413	0,24465	120	29,358
ASD16		0,2	0,206	0,203	120	24,36
ASD20		0,2017	0,201	0,20135	120	24,162

Tableau 2 : Volumes de gaz du sol prélevés

5.4.2. DONNEES METEOROLOGIQUES DE PRELEVEMENT

Les données météorologiques sont issues de la station de Saint-Arnoult-des-bois (28) localisée à 30 km de Vernouillet.

Les graphiques illustrant les données recueillies sont présentés en page suivante.

Conditions météorologiques du 06/11/2025

Les prélèvements ont été réalisés avec une pression atmosphérique d'environ 1008 hPa, traduisant une situation favorable au dégazage des sols.

Les températures extérieures étaient d'environ 13°C traduisant des conditions neutres sur le dégazage des sols.

Globalement, les conditions météorologiques du jour d'intervention étaient légèrement favorables vis-à-vis du dégazage des sols.

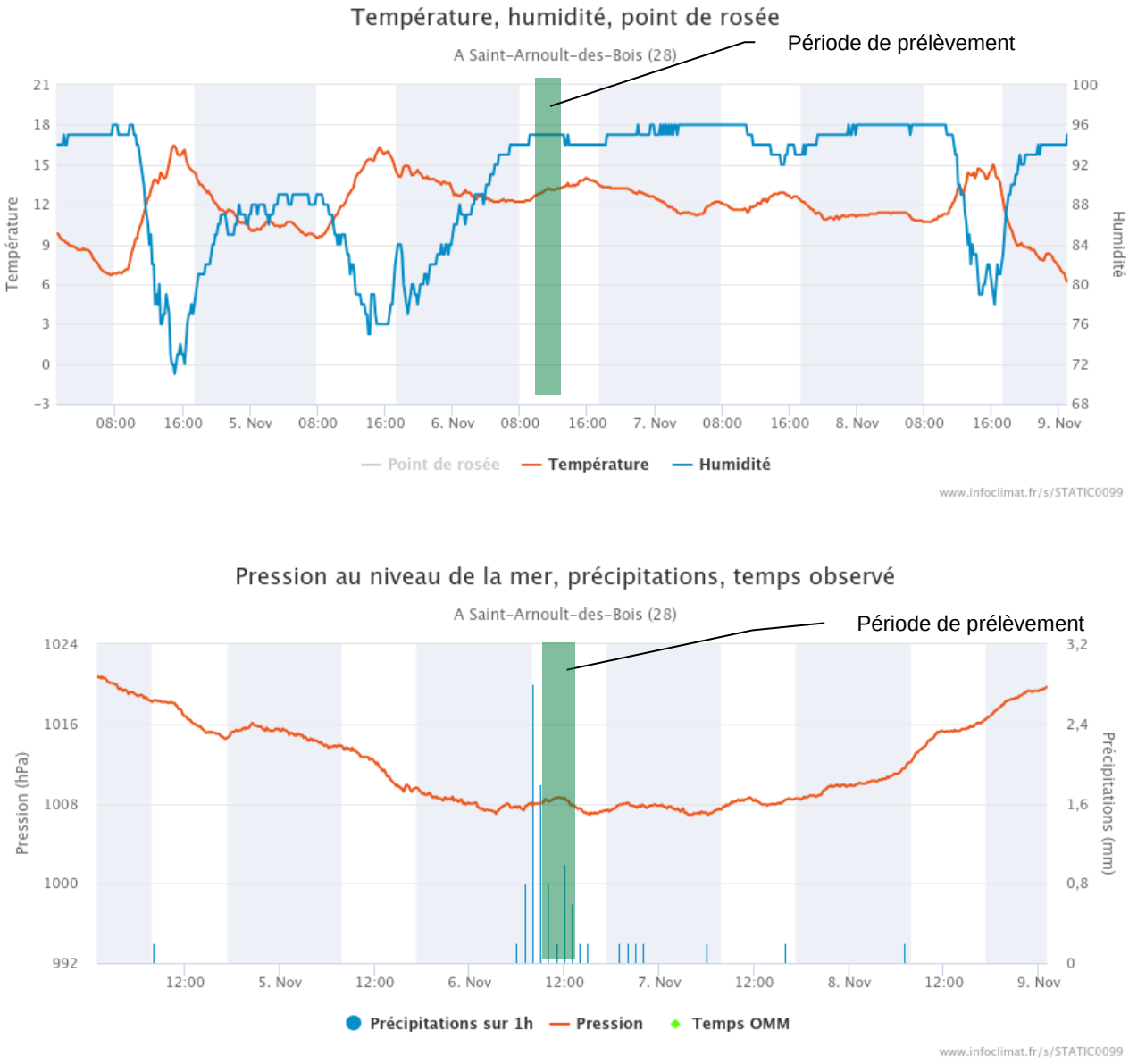


Figure 11 : Conditions météorologiques du 06/11/2025 (station Saint-Arnoult-des-Bois)

5.4.3. REDACTION D'UNE FICHE DE PRELEVEMENT

Pour chaque ouvrage, une fiche de prélèvement a été rédigée. Elle comporte :

- La date, l'heure de prélèvement, les conditions climatiques (humidité, température et pression atmosphérique issues d'une station météorologique) ;
- Les résultats des mesures semi-quantitatives ;
- Les caractéristiques de l'ouvrage (localisation, profondeur, diamètre, etc.) ;
- Le protocole de prélèvement (débit, matériel utilisé, etc.) ;
- La référence des échantillons.

Les fiches de prélèvement de gaz du sol sont disponibles en Annexe 2.

5.4.4. CONDITIONNEMENT ET TRANSPORT DES ECHANTILLONS

Une fois les prélèvements réalisés, les supports contenant les échantillons de gaz ont été isolés de l'extérieur à l'aide de bouchons plastiques hermétiques, jusqu'à leur arrivée au laboratoire par transporteur.

5.4.5. REALISATION DE BLANCS DE TERRAIN ET DE TRANSPORT

Un blanc de terrain et un blanc de transport ont été réalisés le jour des prélèvements.

Le blanc de terrain a été ouvert à chaque ouverture des supports de prélèvement puis refermé lors de la phase de pompage. Il a été ré-ouvert à chaque désinstallation des supports de prélèvement. Enfin, le blanc de terrain a finalement été fermé et conditionné dans les mêmes conditions que les autres supports.

Le blanc de transport a été ouvert et fermé lors du conditionnement des supports de prélèvement puis stocké dans la glacière comme les autres supports pendant toute la durée du transport vers le laboratoire.

Aucun pompage n'a été réalisé sur ces blancs.

Le tableau suivant présente les blancs réalisés associés aux échantillons prélevés :

TYPE DE BLANC	SUPPORT	IDENTIFIANT DU BLANC	ECHANTILLONS ASSOCIES
Blanc de terrain	Tube de charbon actif 100/50 mg	Blanc de terrain	ASD
Blanc de transport	Tube de charbon actif 100/50 mg	Blanc de transport	

Tableau 3 : Blancs de terrain et de transport.

4.4 PROGRAMME ANALYTIQUE – GAZ DU SOL

Les analyses ont été réalisées, en sous-traitance de DEKRA, par le laboratoire AGROLAB.
Les paramètres analysés et normes associées sont présentées dans le tableau ci-dessous :

PARAMETRES	NORME ANALYTIQUE / METHODE
TPH, BTEXN, COHV	Méthode interne

Tableau 4 : Paramètres analysés et normes analytiques

5 INTERPRETATION DES RESULTATS SUR LES GAZ DU SOL (MISSION A270)

5.1 VALEURS DE REFERENCE

Les valeurs de référence retenues sont les seuils de détection du laboratoire.

5.2 RESULTATS D'ANALYSES

Le tableau suivant présente les concentrations mesurées dans l'air sous dalle en novembre 2025.

Les bordereaux d'analyses sont présentés en Annexe 3.

Paramètres	ASDS11 µg/m3	ASDS16 µg/m3	ASDS20 µg/m3	Terrain µg/tube	Transport µg/tube
BTEXN					
Naphtalène	<3,4	<4,1	<4,1	<0,10	<0,10
Benzène	4,8	11,1	<2,1	0,05	<0,05
Toluène	7,2	254,5	<4,1	<0,10	<0,10
Ethylbenzène	<3,4	23,0	<4,1	<0,10	<0,10
m,p-Xylène	12,6	36,5	12,0	<0,10	<0,10
o-Xylène	4,4	30,8	<4,1	<0,10	<0,10
Somme Xylènes	17,0	65,7	12,0	n.d.	n.d.
COHV					
1,1-Dichloroéthène	<3,4	<4,1	<4,1	<0,10	<0,10
Somme cis/trans-1,2-Dichloroéthylènes	n.d.	143,7	20,7	n.d.	n.d.
Chlorure de Vinyle	<3,4	<4,1	<4,1	<0,10	<0,10
Dichlorométhane	<8,5	<10,3	<10,3	<0,25	<0,25
Trans-1,2-Dichloroéthylène	<6,8	34,9	12,0	<0,20	<0,20
1,1-Dichloroéthane	<6,8	11,1	<8,3	<0,20	<0,20
cis-1,2-Dichloroéthylène	<6,8	106,7	8,7	<0,20	<0,20
Trichlorométhane	<6,8	<8,2	<8,3	<0,20	<0,20
1,2-Dichloroéthane	<6,8	<8,2	<8,3	<0,20	<0,20
1,1,1-Trichloroéthane	7,5	271,8	31,5	<0,20	<0,20
Tétrachlorométhane	<6,8	<8,2	<8,3	<0,20	<0,20
Trichloroéthylène	15,3	874,4	347,7	<0,05	<0,05
1,1,2-Trichloroéthane	<6,8	<8,2	<8,3	<0,20	<0,20
Tétrachloroéthylène	289,5	127,3	103,5	<0,20	<0,20
TPH					
Somme Hydrocarbures aromatiques	88,6	1313,6	86,9	0,1	n.d.
Somme Hydrocarbures aliphatiques	2997,5	188,8	n.d.	n.d.	n.d.
Hydrocarbures aliphatiques >C5-C6	<68,1	<82,1	<82,8	<2,0	<2,0
Hydrocarbures aliphatiques >C6-C8	109,0	98,5	<82,8	<2,0	<2,0
Hydrocarbures aliphatiques >C8-C10	749,4	90,3	<82,8	<2,0	<2,0
Hydrocarbures aliphatiques >C10-C12	1771,2	<82,1	<82,8	<2,0	<2,0
Hydrocarbures aliphatiques >C12-C16	374,7	<82,1	<82,8	<2,0	<2,0
Hydrocarbures aromatiques >C6-C7	4,8	11,1	<2,1	0,05	<0,050
Hydrocarbures aromatiques >C7-C8	7,2	254,5	<4,1	<0,10	<0,10
Hydrocarbures aromatiques >C8-C10	74,9	944,2	86,9	<2,0	<2,0
Hydrocarbures aromatiques >C10-C12	<68,1	119,0	<82,8	<2,0	<2,0
Hydrocarbures aromatiques >C12-C16	<68,1	<82,1	<82,8	<2,0	<2,0

composé mesuré dans la zone de contrôle à une concentration inférieure à 5% de celle dans la zone de mesure - la concentration considérée est celle ZM+ZC

Tableau 5 : Résultats d'analyses de gaz du sol

5.3 INTERPRETATION DES RESULTATS SUR LES BLANCS DE TERRAIN ET TRANSPORT

Aucun des paramètres recherchés n'a été détecté dans les échantillons de blancs de terrain et transport (cf. bordereaux d'analyses en Annexe 3), hormis de légères traces d'hydrocarbures aromatiques (correspondant au benzène) sur le blanc de terrain. Aucune contamination extérieure n'est à souligner pendant la phase de prélèvement sur site et lors du transport hormis pour ce composé qui apparait négligeable au regard de la concentration observée.

5.4 CONTROLE DE LA SATURATION DES SUPPORTS

Pour ASD16, la concentration en 1,1,1-Trichloroéthane mesurée dans la zone de contrôle est inférieure à 5% à celle obtenues dans la zone de mesure. La concentration considérée est donc celle de la zone de mesure et de la zone de contrôle.
Pour ASD11 et ASD20 aucune saturation des tubes n'a été observées.

5.5 INTERPRETATION DES RESULTATS

- BTEXN

Le naphtalène n'a été quantifié dans aucun échantillon.

Les BTEX ont été quantifiés dans ASD11 et ASD16 (hors benzène dans ASD11). Seul le m, p-xylènes a été quantifié en ASD20.

Les concentrations les plus importantes ont été mesurées en ASD16 (65,7 µg/m^3). Pour les autres points de prélèvements, les concentrations sont plus faibles et comprises entre 17 et 12 µg/m^3.

- COHV

Des COHV ont été mesurés au droit de l'ensemble des points de prélèvements, avec des concentrations faibles à notables en 1,2 dichloroéthylène (au maximum 143,7 µg/m^3 en ASD16), trans et cis 1,2 dichloroéthylène (respectivement 34,9 et 106,7 µg/m^3 en ASD16), 1,1,1-trichloroéthane (au maximum 271,8 µg/m^3 en ASD16), trichloroéthylène (au maximum 874,4 µg/m^3 en ASD16) et tétrachloroéthylène (au maximum 289,5 µg/m^3 en ASD11).

- TPH

Des hydrocarbures aromatiques et aliphatiques ont été quantifiés dans ASD11 et ASD16. Seul les C8-C10 aromatiques ont été quantifiés en ASD20.

Pour la somme des fractions aromatiques, les concentrations les plus importantes ont été mesurées dans ASD16 (1313,6 µg/m^3), et pour les aliphatiques en ASD11 (2997,5 µg/m^3).

5.6 COHERENCE DES RESULTATS ET ECARTS

Les résultats sont cohérents avec les mesures de COV mesurées avant les purges avec des valeurs qui étaient les plus importantes dans ASD11. Ils sont également cohérents pour ce point de prélèvement avec les résultats d'analyses sur les sols qui avaient indiqués la présence d'un impact en HCT.

Les résultats sont cohérents avec les campagnes antérieures menées par l'APAVE et confirment la présence de COV dans les gaz du sol. Les niveaux de concentrations sont variables, certains composés sont détectés en concentration plus importante que lors des campagnes APAVE et d'autre en concentration moindre.

Les études APAVE n'ont pas révélé la présence de BTEX et COHV dans les sols. Nous considèrerons que dans la mesure où ces paramètres n'ont été mesurés sur l'ensemble des prélèvements, la présence d'impacts diffus dans les sols car aucune source concentrée n'a été identifiée par l'APAVE.

Une cartographie des impacts mesurés est donnée en page suivante. Les concentrations mesurées lors des études antérieures sont également indiquées pour rappel.

Usine - Atelier

Echelle : 1/100

Prélèvements d'air ambiant - APAVE

Prélèvement d'air sous dalle – APAVE

Prélèvements d'air sous dalle - DEKRA

ASDS16

AA2 / AA4

ASDS20

ASD2 / ASD5

ASD3 / ASD6

ASD1 / ASD4

ASDS11

AA1

AAExt / AAExt bis

ASD20 – campagne 06/11/2025

Concentrations en µg/m³

m,p xylenes = 12
Trans-1,2 CE = 12
Cis-1,2 CE = 8,7
TCE = 347,7
1,1,1,-TCA = 31,5
PCE = 103,5

ASD6 – campagne 10/04/2025

Concentrations en µg/m³

TCE = 7,4
PCE = 45,5

ASD16 – campagne 06/11/2025

Concentrations en µg/m³

Benzène = 11,1	TPH ali C6-C8 = 98,5
Toluène = 254,5	TPH ali C8-C10 = 90,3
Ethylbenzène = 23	TPH aro C6-C7 (benzène) = 11,1
m,p-xylenes = 136,5	TPH aro C7-C8 = 254,5
o-xylene = 30,8	TPH aro C8-C10 = 944,2
Trans-1,2 CE = 34,9	TPH aro C10-C12 = 119
Cis-1,2 CE = 106,7	
1,1 dichloroéthane = 11,1	
TCE = 874,4	
1,1,1,-TCA = 271,8	
PCE = 127,3	

ASD5 – campagne 10/04/2025

Concentrations en µg/m³

TCE = 142,7
PCE = 36,7
Trans-1,2 CE = 5,7
1,1-dichloroéthane = 3
1,1,1,-TCA = 26

ASD1 – campagne 26/09/2024

Concentrations en µg/m³

TPH ali C6-C8 = 223
TPH ali C8-C10 = 18 868
TPH ali C10-C12 = 119417
TPH ali C12-C16 = 65 839
TPH aro C10-C12 = 723
TPH aro C6-C7 (benzène) = 2
TPH aro C8-C10 = 81
TPH =arom C12-C16 = 2484

ASD4 – campagne 10/04/2025

Concentrations en µg/m³

TCE = 48,5
PCE = 263,3
Mercure = 0,07
TPH ali C10-C12 = 217
TPH ali C12-C16 = 266
Xylenes = 11,4

ASD11 – campagne 06/11/2025

Concentrations en µg/m³

Benzène = 4,8	TPH aro C6-C7 (benzène) = 4,8
Toluène = 7,2	TPH aro C7-C8 = 7,2
m,p-xylenes = 12,6	TPH aro C8-C10 = 74,9
o-xylene = 4,4	
TCE = 15,3	
1,1,1,-TCA = 7,5	
PCE = 289,5	
TPH ali C6-C8 = 109	
TPH ali C8-C10 = 749,4	
TPH ali C10-C12 = 1771,2	
TPH ali C10-C12 = 374,7	

CA du Pays de Dreux – 16 route de Chartres - VERNOUILLET (28)

Figure 12 : Résultats d'analyse de gaz du sol et air ambiant

Référence :	54415737
Source :	DEKRA
Échelle :	Cf. figure

6 DEFINITION DES SOURCES CONCENTREES

6.1 PRINCIPE ET METHODE

L'objectif de cette mission est de déterminer parmi les sources de pollution identifiées par l'APAVE celles qui sont sources de pollutions concentrées ou diffuse. En effet, le guide méthodologique national de gestion des sites et sols pollués d'Avril 2017 précise que « *lorsque des pollutions concentrées sont identifiées […] la priorité consiste d'abord à extraire ces pollutions concentrées généralement circonscrites à des zones limitées et non pas à engager des études pour justifier leur maintien en place* ».

D'après le guide de l'UPDS « Pollution concentrée » d'avril 2016, une pollution concentrée peut être définie comme « un volume fini de milieu souterrain au sein duquel les concentrations en une ou plusieurs substances sont significativement supérieures aux concentrations de ces mêmes substances à proximité immédiate de ce volume. Le milieu souterrain comprend les sols, les eaux souterraines, les gaz du sol.

La définition de la pollution concentrée, sa délimitation, et donc son existence, résultent de la convergence des résultats d'au moins deux méthodes présentées dans le guide de l'UPDS d'avril 2016[1].

Les outils méthodologiques proposés dans le guide de l'UPDS sont les suivants :

- Méthode n°1 : Interprétation des constats de terrain ;
- Méthode n°2 : Analyse statistique ;
- Méthode n°3 : Détermination de la présence d'une phase organique ;
- Méthode n°4 : Cartographie fondée sur des méthodes déterministes ;
- Méthode n°5 : Bilan massique fondé sur des méthodes déterministes ;
- Méthode n°6 : Approche intégrée géostatistique.

D'après les cartographies d'impacts présentées en Figure 6 et Figure 7, deux types d'impacts sont à considérer. Des impacts en composés organiques qui au regard des niveaux de concentrations mesurées ne sont notables que pour les sondages S11 et S43, et d'autres impacts, pour les autres sondages, avec des niveaux de concentrations plus faibles non associés à des activités ou installations identifiées. La présence de composés organiques peut être liée à la mauvaise qualité chimique des remblais qui sont présents sur la globalité du site depuis la surface jusqu'à maximum 2 m de profondeur. Les impacts identifiés à l'intérieur du bâtiment peuvent également être liés aux activités exercées. Il est considéré qu'à l'exception des sondages S11 et S43, les impacts en composés organiques sont diffus sur le reste du site. La gestion de ces impacts devra donc être définie dans le cadre du projet d'aménagement.

Les autres impacts identifiés concernent des impacts en composés métalliques qui apparaissent également diffus et liés à la mauvaise qualité chimique des remblais qui sont présents sur la globalité du site. La gestion de ces impacts devra donc également être définie dans le cadre du projet d'aménagement.

Les méthodes qui seront utilisées pour déterminer les caractéristiques de la source autour de S11 seront l'interprétation des constats de terrain (méthode n°1) et l'analyse statistique (méthode n°2).

Concernant l'impact mesuré en profondeur en S43, nous ne disposons pas de données suffisantes pour définir les caractéristiques de cette source. Cependant, la gestion de cette source sera définie dans les paragraphes suivants.

[1] Pollution concentrée : définition, outils de caractérisation et intégration dans la méthodologie de gestion des Sites et Sols Pollués, UPDS, avril 2016.

6.2 ZONE DU S11 IMPACTEE EN HYDROCARBURES

Pour cette source, les méthodes de définition de la source concentrée retenues sont l'interprétation des constats de terrain et l'analyse statistique.

6.2.1 DEFINITION DE SOURCE CONCENTREE PAR LA METHODE N°1 : INTERPRETATION DES CONSTATS DE TERRAIN

Présentation de la méthode

Les constats présentés sont ceux effectués de manière standard en contexte de diagnostic de site pollué. Ils ne concernent pas les résultats d'appareils ou méthodes d'analyse quantitative « sur site ».

Les anomalies constatées sont précisées sur les fiches de sondage de sol. Le profil lithologique des terrains rencontrés, noté sur les fiches de sondages, est un élément à corréler avec les constats de terrain, car il permet parfois d'approcher l'étendue possible des pollutions (présence de couche peu perméable pouvant limiter la migration des pollutions, identification des zones de remblais,…).

Définition de l'emprise de la source concentrée

L'emprise concernée par la pollution concentrée se limite aux sols constitués d'argile sableuse à silex (et potentiels remblais sus-jacents) qui présentent des indices organoleptiques de pollution (odeur suspecte) corrélés à des mesures de COV au PID importante (PID = 278 ppm en S11) et concentration notable en hydrocarbures (S11 (0,5-1) = 1800 mg/kg).

La zone a été délimitée par les sondages S31 à S33 pour lesquels aucune odeur suspecte ou mesure de COV au PID n'a été détectée (voir Figure 13), en cohérence avec les résultats d'analyses qui montrent uniquement des traces d'hydrocarbures (au maximum 73,6 mg/kg en S32 (0,3-1,3)).

L'emprise de la source est estimée à environ 45 m² pour un volume estimé à 67,5 m^3 si l'on considère de manière conservatoire une épaisseur de sols impactés de 1,5 m.

La Figure 13 localise la zone concernée par les impacts en hydrocarbures avec les niveaux de concentrations mesurées dans les sols.



DEKRA	CA du Pays de Dreux – 16 route de Chartres - VERNOUILLET (28)		
	Figure 13 : Cartographie de l'impact en HCT (S11)	Référence :	54415737
		Source :	DEKRA
		Échelle :	Cf. figure

6.2.2 DEFINITION DE SOURCE CONCENTREE PAR LA METHODE N°2 : ANALYSE STATISTIQUE

Objectif

L'objectif de l'analyse statistique (méthode n°2 développée dans le guide de l'UPDS) est de caractériser la présence d'un éventuel bruit de fond et/ou de valeurs anormales significativement différentes de la distribution des concentrations. Elle doit permettre de rechercher et distinguer les différentes populations de valeurs présentes et, *in fine*, de proposer un **seuil de coupure** pour la pollution concentrée.

Le seuil de coupure théorique correspond au seuil au-dessus duquel il serait intrinsèquement intéressant de traiter la pollution en retirant un maximum de la masse de polluant, tout en ne traitant qu'un volume de sol limité.

Présentation de la méthode

L'analyse statistique proposée s'appuie sur plusieurs approches :

- Détermination de Cmin, Cmax, la moyenne, la médiane et certains percentiles ;
- Graphique sous forme de nuage de points des concentrations (concentration en fonction de l'échantillon) : ce graphique permet de comparer les concentrations entre elles et permet de visualiser rapidement les concentrations anomaliques, liées à des pollutions concentrées de celles liées à un bruit de fond local ;
- Analyse des fréquences d'occurrence des concentrations (via l'outil statistique fréquence d'Excel) : fréquence relative et cumulée. Etablissement des graphiques fréquence = fonction (concentration).

Un seuil spécifique à chaque polluant retenu sera donc déterminé pour définir la source à traiter. Les résultats d'analyses indiquent que le seul paramètre à retenir est les **HCT**.

La détermination du seuil de coupure est donnée ci-après selon les résultats d'analyses sur les sols analysés durant les campagnes d'investigations successives, ce qui représente un total de 9 échantillons prélevés dans quatre sondages.

Approche statistique

A la lecture des résultats présentés dans le tableau suivant, il apparaît que :

- La médiane du jeu de données est faible (22,5 mg/kg). 25% des échantillons ont une teneur en HCT inférieure à la limite de quantification (15 mg/kg) ;
- L'écart type est élevé (590 mg/kg MS) témoignant d'une grande dispersion des valeurs ;
- 10% des échantillons présentent des teneurs qui sont considérées comme significatives (comprises entre 418 et 1800 mg/kg) ;
- Un seuil est observé entre les percentiles 85 et 90 et entre 90 et 95.

	Concentration HCT en mg/kg
Minimum	15,00
Maximum	1800,00
Médiane	22,50
Moyenne	227,6
Ecart-type	590,0
Percentile 25	15,00
Percentile 50	22,50
Percentile 75	57,40
Percentile 80	63,88
Percentile 85	70,36
Percentile 90	418,88
Percentile 95	1109,44
Population	9

Tableau 6 : Source S11 - Statistiques des résultats en HCT sur les échantillons de sols.

Analyse de la répartition des concentrations en HCT

Le graphique suivant présente la répartition des concentrations en HCT détectées sous la forme d'un nuage de points.

Il ne permet pas de définir clairement des seuils pour les niveaux de concentrations en HCT.

Nous pouvons définir de manière arbitraire des lots de concentrations différentes :

- LOT 1 : correspondant à des concentrations faibles comprises entre 15 et 73,6 mg/kg ;
- LOT 2 : correspondant à une concentration élevée de 1800 mg/kg.

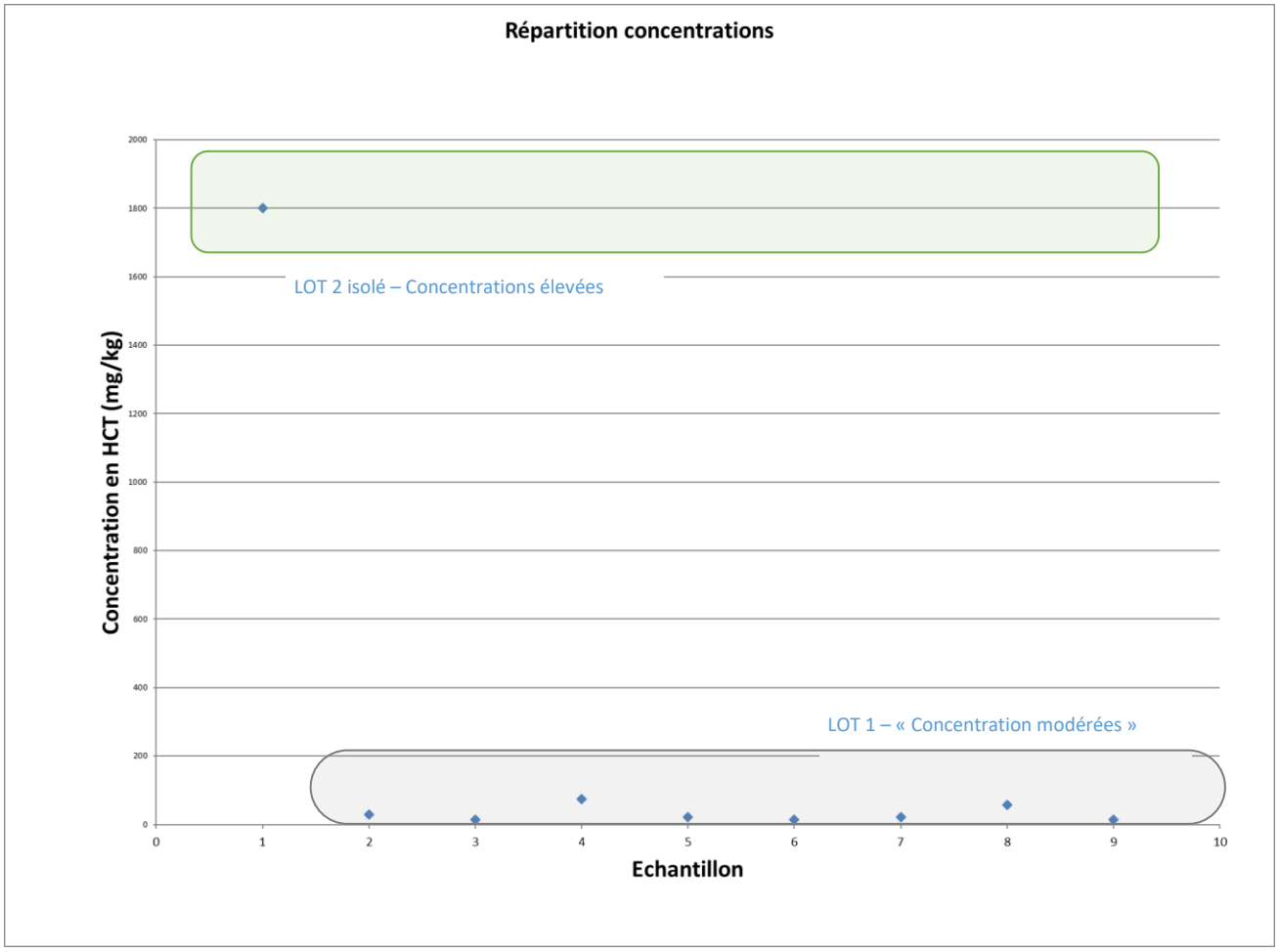


Figure 14 : Source station-service - Répartition des concentrations en HCT

Le graphique suivant présente la distribution des concentrations détectées sous forme de fréquence.

Il ne permet pas de définir clairement des seuils pour les niveaux de concentrations en HCT.

Nous pouvons définir différents lots de concentrations dans les sols :

- LOT 1 : correspondant à un lot majoritaire avec des concentrations inférieures à 62 mg/kg ;
- LOT 2 : correspondant à deux lots isolé avec des concentrations de 124 et 1 800 mg/kg.

Un seuil semble apparaître aux alentours de 62 mg/kg.

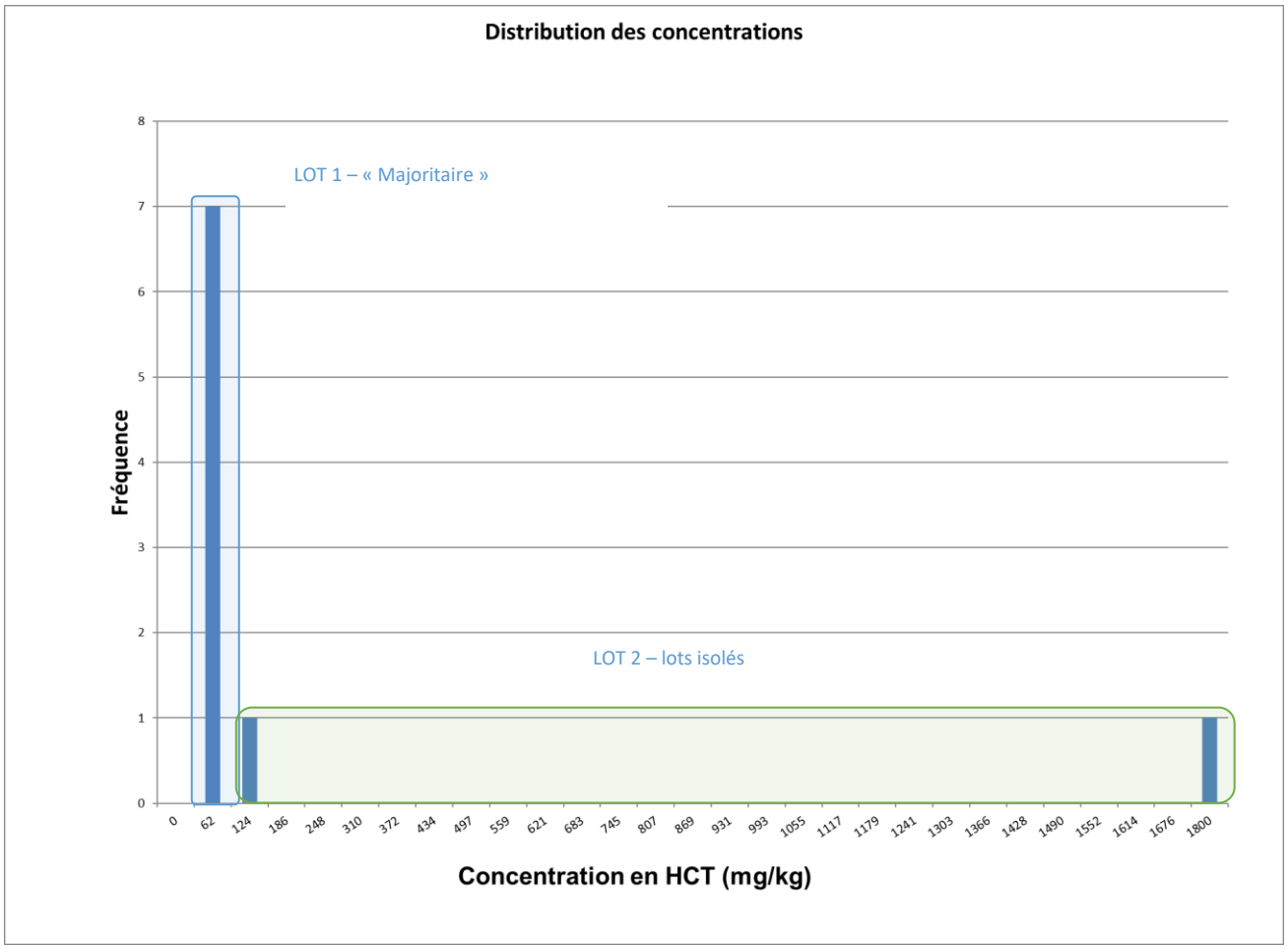


Figure 15 : Source S11 - distribution (fréquence) des concentrations en HCT

Analyse des fréquences cumulées

Le graphique suivant présente l'évolution de la distribution des concentrations (fréquences cumulées). Il met en évidence une rupture de pente, définissant un seuil de coupure théorique en HCT à environ 70 mg/kg, correspondant au percentile 85%.

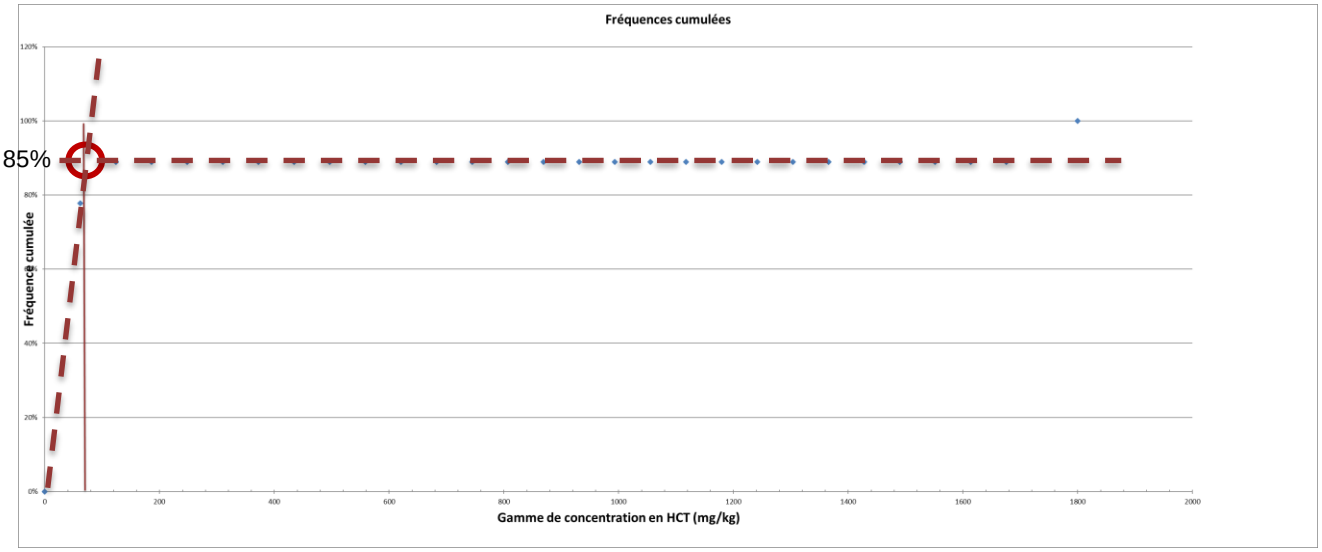


Figure 16 : Source station-service - Fréquences cumulées des concentrations en HCT

→ Les trois graphiques d'analyse statistique permettent de définir un seuil de coupure de 70 mg/kg, correspondant au percentile 85%.

6.2.3 CONCLUSION ET DEFINITION DE LA POLLUTION CONCENTREE

L'approche statistique indique un seuil de coupure en HCT à 70 mg/kg.

L'approche interprétation par constat de terrain indique que les plus forts niveaux de concentrations se limitent au sondage S11. Sur les sondages de délimitation d'impacts (S31 à S33), les HCT ont été mesurés à une concentration maximale de 73,6 mg/kg.

Ces deux méthodes convergent donc vers un seuil compris entre 70 et 73,6 mg/kg. Nous retiendrons donc la valeur de 73,6 mg/kg pour définir le seuil de coupure. L'emprise de la source de pollution concentrée est une surface d'environ 45m². Le volume de la source concentrée est d'environ 67,5 m^3 en considérant la surface de 45 m² et une profondeur de 1,5 m.

7 MISSION A330 : IDENTIFICATION DES OPTIONS DE GESTION, BILAN COUTS AVANTAGES

7.1 METHODOLOGIE DU BILAN COUTS-AVANTAGES (BCA)

Le présent chapitre a pour objectif de proposer plusieurs scénarios de gestion des pollutions concentrées et diffuses et de les comparer dans le cadre d'un bilan coûts-avantages.

La méthodologie retenue pour le choix des méthodes et la réalisation du bilan coûts-avantages (BCA) est celle du guide méthodologique de l'ADEME de mars 2017.

Le logigramme présentant le cheminement d'établissement d'un BCA conformément à ce guide est donné sur la figure en page suivante.

Le BCA vise à définir la meilleure stratégie de réhabilitation possible pour parvenir aux objectifs du plan de gestion (maîtrise des sources et de leurs impacts sanitaires et environnementaux).

Conformément à la politique nationale de gestion des Sites et Sols Pollués, les options de gestion identifiées ont pour objectif :

- De supprimer les sources de pollution recensées sur le site et leurs impacts si ces derniers sont constatés ;
- Si la suppression des sources n'est pas possible, de garantir que les impacts provenant des pollutions résiduelles sont maîtrisés et acceptables pour les populations et l'environnement.

7.2 SCENARIO RETENU

Le scénario retenu dans le cadre de la réhabilitation est celui du projet d'aménagement projeté (voir chapitre 2.3).

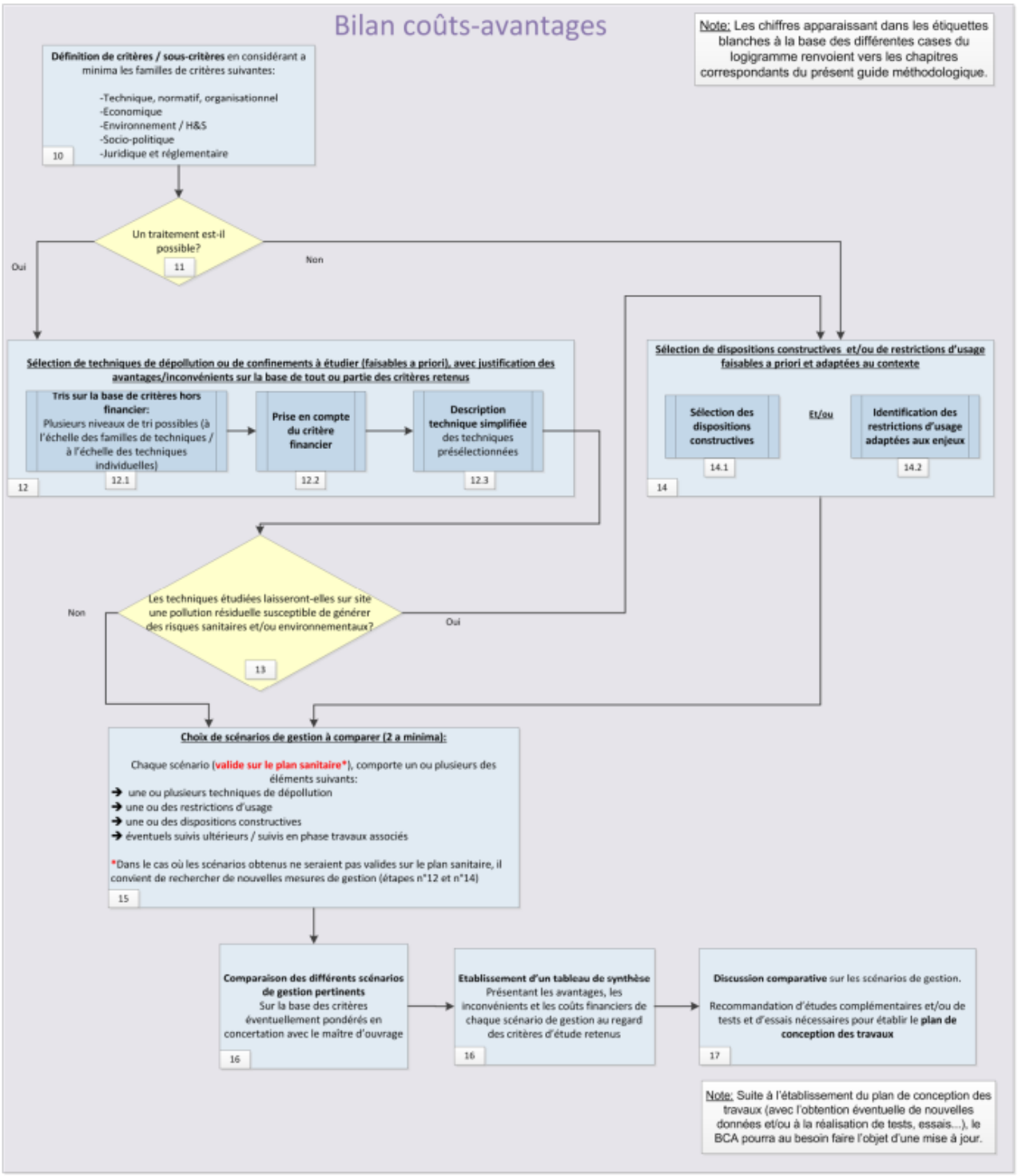


Figure 17 : Logigramme de réalisation d'un Bilan Coûts-Avantages (source : ADEME-UPDS, 2017).

7.3 ZONES SOURCES IDENTIFIEES

Les sources identifiées sont décrites ci-dessous :

- Impacts diffus et modérés en métaux et ponctuellement en HCT, HAP, BTEX, COHV et PCB présents principalement dans les sols de surface, assimilés à des remblais de mauvaise qualité chimique, sur l'ensemble du site ;
- Une source de pollution concentrée en hydrocarbures au droit de l'ancien atelier de production (sondage S11 – au maximum 1 800 mg/kg associé à des mesures de terrain de COV = 278 ppm) sur une surface de 45 m² soit un volume de 67,5 m^3 si l'on considère de manière conservatoire une épaisseur de sols impactés de 1,5 m. Un dégazage vers les gaz du sol est à considérer. Le seuil de coupure a été défini à 73,6 mg/kg et doit être corrélé à des mesures de terrain de COV nulles ;
- Une source de pollution à priori concentrée (non défini au regard du manque de données disponibles) au droit du puisard EP39 (sondage S43) entre 7,5 et 9 m de profondeur en hydrocarbures volatiles (au maximum 146 mg/kg), hydrocarbures totaux (au maximum 683 mg/kg), métaux (concentration variables selon les paramètres) et cyanures (au maximum 0,6 mg/kg). Sur la base des données disponible, l'eau présente dans le puits ainsi que les sédiments sont également impactés.

7.4 PRINCIPE DE GESTION DE LA SOURCE DIFFUSE

Une pollution diffuse en métaux et ponctuellement des HCT, HAP, BTEX, COHV et PCB a été mise en évidence dans les sols de surface sur l'ensemble du site. Dans le cadre du projet d'aménagement (voir Figure 18 et Figure 19 ci-dessous), ces sols seront partiellement recouverts de revêtement étanches (emprise du bâtiment, du parking et des voiries) cependant une majorité ne présenteront pas de recouvrement (espaces verts – jardins, clairière etc.).

La gestion de cette pollution diffuse doit donc être adaptée au projet. Dans ce cadre, les enjeux concernent les zones de sols non recouverts qui seront fréquentées par du public (adultes et enfants) et dont il convient de limiter autant que possible l'exposition aux polluants. Afin que le projet soit compatible avec la présence de cette pollution diffuse, il convient donc de confiner ces sols nus. Nous ne retenons pas le principe de suppression des pollutions diffuses qui sont présentes dans les remblais au regard des coûts que cela pourraient engendrer. Nous retiendrons donc en principe de gestion des pollutions diffuses, le recouvrement des remblais par des matériaux d'apports sains.

NB : dans le bâtiment, aucune mesure de gestion des sources de pollution n'est requise tant que les sols restent confinés sous les dalles de béton.

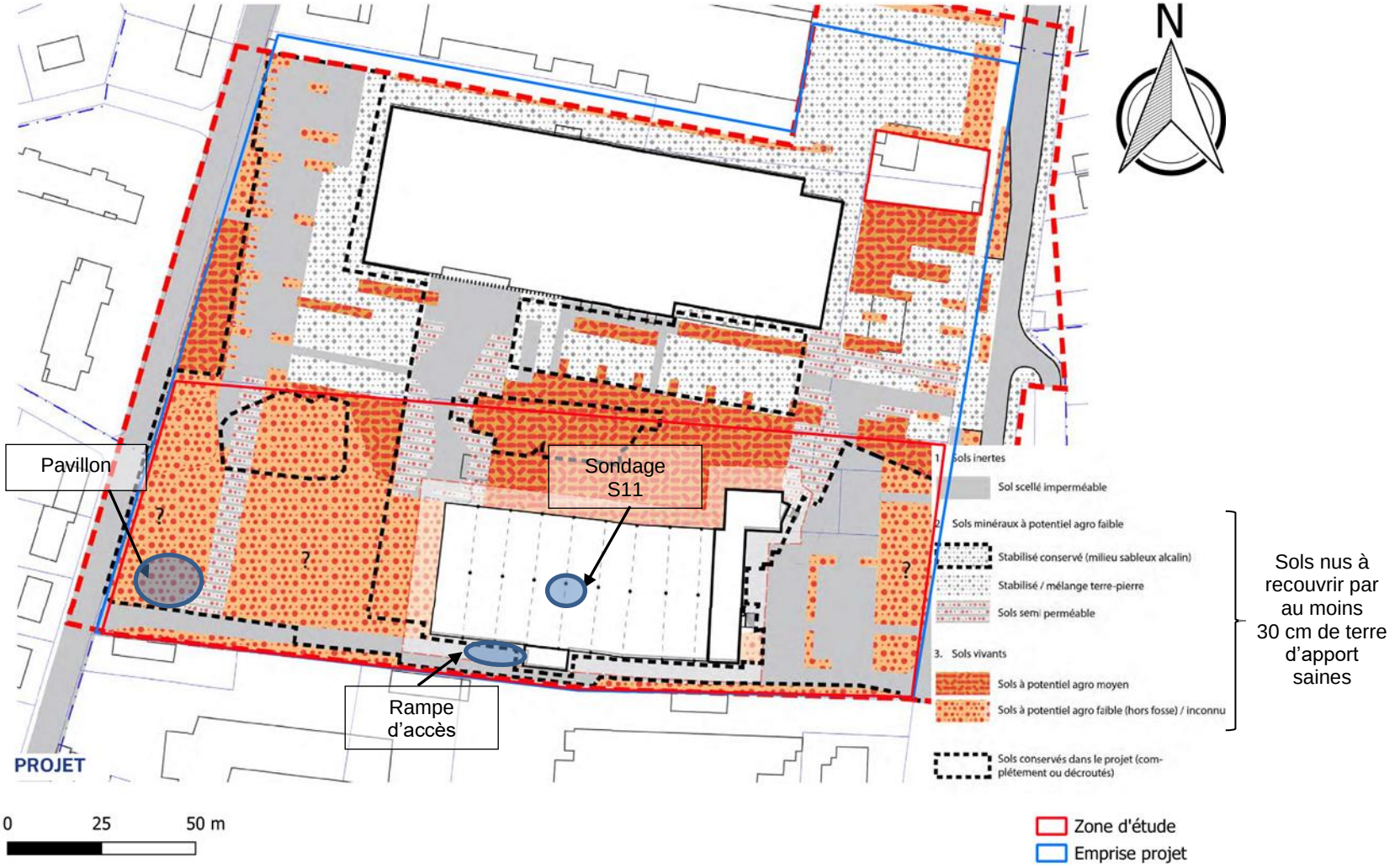
Sur la base des données du projet (voir Figure 18 et Figure 19 ci-dessous), la future surface occupée par des sols nus serait d'environ 8 880 m² (pour 7 950 m² actuellement). Le recouvrement des remblais impactés sur cette surface par un géotextile et 30 cm de terre saine nécessiterait l'apport d'environ 2 640 m^3. La qualité des matériaux devra respecter les objectifs de qualité donnés dans le tableau suivant.

PARAMETRES	OBJECTIF DE QUALITE (MG/KG)
Composés organiques (HCV, HCT, HAP, BTEX, COHV, PCB)	LQ (Limite de Quantification du laboratoire)
Métaux lourds	Bruit de fond géochimique local : Antimoine : Absence de valeurs de référence Arsenic : 25 (ASPITET) Baryum : Absence de valeurs de référence Cadmium : 0,673 (RMQS) Chrome : 98,38 (RMQS) Cuivre : 30,51 (RMQS) Mercure : 0,1 (ASPITET) Plomb : 51,3 (RMQS) Molybdène : 0,802 (RMQS) Nickel : 61,84 (RMQS) Sélénium : 0,7 (ASPITET) Zinc : 103,9 (RMQS)

Tableau 7 : Objectifs de qualité des terres de confinement.



DEKRA	CA du Pays de Dreux – 16 route de Chartres - VERNOUILLET (28)		
	Figure 18 : Situation actuelle - revêtements	Référence :	54415737
		Source :	CA du Pays de Dreux
		Échelle :	Cf. figure



DEKRA	CA du Pays de Dreux – 16 route de Chartres - VERNOUILLET (28)		
	Figure 19 : Projet d'aménagement – revêtements	Référence :	54415737
		Source :	CA du Pays de Dreux
		Échelle :	Cf. figure

Au regard du projet et de la configuration actuelle du site (site à l'étude et site voisin présentant une altimétrie similaire), un simple recouvrement n'est pas retenu en première approche car celui-ci consisterait en une réhausse de 30 cm des deux sites objets du projet. L'option envisagée consiste en un décaissement de 30 cm des terres du site « friche Mang » au droit des zones de sols non recouverts prévus puis comblement des zones décaissées et recouvrement des terres sous-jacentes par un géotextile et 30 cm de terres non polluées afin de maintenir l'altimétrie actuelle. Un volume de 2 640 m^3 de terres issues du site présentant une pollution diffuse serait donc à gérer, en privilégiant en première approche une réutilisation sur site afin de limiter les coûts de gestion.

Sur la base des données du projet les terres décaissées issues du site pourraient être potentiellement réutilisées dans deux zones présentant une altimétrie plus basse que l'ensemble du site :

- Le sous-sol de l'habitation dont la démolition est incertaine mais qui dans ce cas serait à remblayer (volume estimé à 90 m^3) ;
- Une rampe de chargement/déchargement liée à l'ancien activité à remblayer (volume estimé à 32 m^3).

A noter qu'une incertitude demeure quant au remblaiement de ces deux zones dans le cadre du projet.

Une troisième zone pour laquelle les terres décaissées issues du site pourraient être potentiellement réutilisées est la zone du sondage S11 qui sera traitée par excavation des sols pollués (voir chapitre 7.5) et qu'il conviendra donc de remblayer.

Les terres décaissées issues du site pourraient également être potentiellement réutilisées afin de former un merlon paysager sur site dans le but de s'affranchir des coûts de gestion hors site de ces terres.

En considérant la situation future, un tableau récapitulatif des hypothèses d'aménagement considérées et des caractéristiques de gestion associées est présenté ci-dessous :

Hypothèse de gestion – situation future	Volume de sol nus à décaisser (remblais pollués)	Volume disponible à remblayer (à confirmer selon évolution du projet)	Surplus de déblais à gérer	Coûts de gestion hors site (ISDND) de l'excédent de déblais	Coûts de mise en place de terres d'apport	Avantages / inconvénients
1 - Décaissement sur 30 cm au droit des zones de sols nus, recouvrement par 30 cm de terres non polluées	2 640 m^3	Sous-sol de l'habitation : 80 m^3 Rampe de chargement / déchargement : 32 m^3 Source concentrée (S11) : 67,5 m^3	2 460,5 m^3	~233 k€	~135 k€	Maintien de l'altimétrie actuelle / coûts élevés
2 - Recouvrement des zones de sols nus par 30 cm de terres non polluées	Sans objet	Sans objet	Sans objet	Sans objet	~135 k€	Rehaussement des zones de sols nus de 30 cm / coût modérés
3 - Décaissement sur 30 cm au droit des zones de sols nus, recouvrement par 30 cm de terres non polluées et placement des déblais en surplus en merlon paysager	2 640 m^3	Sous-sol de l'habitation : 80 m^3 Rampe de chargement / déchargement : 32 m^3 Source concentrée (S11) : 67,5 m^3	2 460,5 m^3	Sans objet (placement en merlon paysager)	~135 k€ (hors coûts de gestion du merlon)	Maintien de l'altimétrie actuelle mais merlon paysager à intégrer au projet et à gérer (surcoûts et contraintes, notamment sur la percolation des eaux de pluie) / coûts modérés mais mesures de gestion complémentaires à considérer lié au merlon

Tableau 8 : Hypothèse de gestion de la pollution diffuse (emprise des revêtements selon situation future)

Une autre possibilité a été envisagée en considérant le maintien des revêtements présents actuellement qui sont prévus d'être réaménagé en espaces verts. En retirant les revêtements étanches, les sols sous-jacents, considérés comme impactés de manière diffuse par défaut, nécessiteraient d'être recouverts. Cela engendrerait donc des coûts supplémentaires pour les recouvrir. Par conséquent, si les revêtements étanches présents actuellement n'étaient pas retirés les coûts de gestion des pollutions diffuses seraient les suivants.

Hypothèse de gestion – situation future	Volume de sol nus à décaisser (remblais pollués)	Volume disponible à remblayer (à confirmer selon évolution du projet)	Surplus de déblais à gérer	Coûts de gestion hors site (ISDND) de l'excédent de déblais	Coûts de mise en place de terres d'apport	Avantages / inconvénients
1 - Décaissement sur 30 cm au droit des zones de sols nus, recouvrement par 30 cm de terres non polluées et maintien des recouvrements actuels	2 385 m³	Sous-sol de l'habitation : 80 m³ Rampe de chargement / déchargement : 32 m³ Source concentrée (S11) : 67,5 m³	2 205,5 m³	~209 k€	~131 k€	Maintien de l'altimétrie actuelle / coûts élevés
2 - Recouvrement des zones de sols nus par 30 cm de terres non polluées et maintien des recouvrement actuel	Sans objet	Sans objet	Sans objet	Sans objet	~131 k€	Rehaussement des zones de sols nus de 30 cm / coût modérés
3 - Décaissement sur 30 cm au droit des zones de sols nus, recouvrement par 30 cm de terres non polluées, maintien des recouvrements actuels et placement des déblais en surplus en merlon paysager	2 385 m³	Sous-sol de l'habitation : 80 m³ Rampe de chargement / déchargement : 32 m³ Source concentrée (S11) : 67,5 m³	2 205,5 m³	Sans objet (placement en merlon paysager)	~145 k€	Maintien de l'altimétrie actuelle mais merlon paysager à intégrer au projet et à gérer (surcoûts et contraintes, notamment sur la percolation des eaux de pluie) / coûts modérés mais mesures de gestion complémentaires à considérer lié au merlon

Tableau 9 : Hypothèse de gestion de la pollution diffuse (maintien des revêtements actuels)

Ces dispositions devront figurer dans un dossier de restriction d'usage sur les sols. Les concentrations maximales attendues après la mise en place des mesures de gestion, quel que soit le scénario retenu sont les suivantes.

Paramètre	Concentration maximale mesurée en extérieur selon projet	Concentration maximale mesurée en intérieur selon projet
BTEX		
m,p-Xylène	0,02	<0,05
HCV		
>C8-C10 Aliphatiques	123*/<0,6	<0,6
C6-C9 Aromatiques	22,9*/0,53	<1
>C9-C10 Aromatiques	0,53	<1
C5-C10 Total	146*/<10	<10
HCT		
Hydrocarbures totaux C10-C40	729	92
Eléments traces métalliques		
Antimoine (Sb)	4,91*/4,6	<1
Arsenic (As)	29	12
Baryum (Ba)	143	58
Cadmium (Cd)	4220*/46,2	1,8
Chrome (Cr)	5920*/285	45
Cuivre (Cu)	5140*/550	170
Mercure (Hg)	2,2	0,11
Plomb (Pb)	214	24
Molybdène (Mo)	5,78	0,63
Nickel (Ni)	227*/53	22
Sélénium (Se)	<0,5	0,56
Zinc (Zn)	628*/526	340
HAP		
Naphtalène	0,01	<0,01
Acénaphtylène	0,22	<0,01
Acénaphtène	0,11*/<0,01	<0,01
Fluorène	0,11*/0,02	<0,01
Phénanthrène	0,4*/0,24	0,03
Anthracène	0,16	<0,01
Fluoranthène	0,77	0,08
Pyrène	0,6	0,07
Benzo(a)anthracène	0,49	0,04
Chrysène	0,59	0,03
Benzo(b)fluoranthène	0,99	0,03
Benzo(k)fluoranthène	0,32	0,02
Benzo(a)pyrène	0,53	0,03
Dibenzo(a,h)anthracène	0,15	<0,01
Benzo(g,h,i)pérylène	0,55	1
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	0,62	0,02
HAP (EPA) - somme	6,12	0,36
COHV		
Dichlorométhane	0,03	<0,02
Trichloroéthylène	0,1	<0,02
Tétrachloroéthylène	0,14	<0,02
Somme des COHV	0,24	<0,2
PCB		
PCB 101	0,0031	<0,01
PCB 118	0,0031	<0,01
PCB 138	0,005	<0,01
PCB 153	0,0052	<0,01
PCB 180	0,0026	<0,01
PCB totaux (7)	0,019	<0,01
Cyanures		
Cyanures	0,16*/<0,1	<0,1

*Concentrations liées au sondage S43 qui présente une pollution non diffuse mais à considérer comme résiduelle (voir chapitre 7.5).

Tableau 10 : Concentrations maximales attendues après mise en place des mesures de gestion des pollutions diffuses

7.5 PRINCIPE DE GESTION DES SOURCES DE POLLUTIONS CONCENTREES

Le présent chapitre a pour but de définir la gestion des sources de pollution concentrée pour la zone des sondages S11 et S43 et de les étudier dans le cadre d'un bilan coût / avantage.

7.5.1 CRITERES UTILISES DANS LE BCA (HORS CRITERE ECONOMIQUE)

Les critères suivants seront évalués au regard des modes de gestions proposés :

CRITERE	DETAIL / CONTENU
Performance de la technique ou filière	Ce critère évalue la faisabilité et la fiabilité de la technique ou filière envisagée. La faisabilité tient compte de la maturité de la technique ou filière qui a été définie à l'aide de quatre thèmes : ancienneté, répétitivité, technicité et partage technologique. La fiabilité technique ou filière évalue les aléas qui pourraient être générés, engendrant une incertitude sur le coût initialement estimé.
Délai	Délai et maîtrise des délais
Empreinte environnementale	Ce critère évalue les impacts environnementaux des différentes filières et techniques. Cette évaluation est basée sur les critères clés des méthodes d'analyse de cycle de vie notamment le changement climatique, la consommation d'énergie, l'impact sur la santé et l'utilisation des ressources naturelles. Il s'agit d'un critère macroscopique qui ne peut en aucun cas se substituer à la conduite d'une analyse de cycle de vie.
Critères socio-politiques	Ce critère prend en compte l'impact (visuel, moral, etc.) sur les populations liées à l'exécution de chaque solution de gestion. Ce critère vise également à évaluer l'acceptabilité de la technique par les populations.
Critères juridiques	Ce critère évalue la capacité de la technique ou filière à limiter les responsabilités juridiques à long terme. Les risques juridiques sont limités à partir du moment où la pollution est traitée efficacement et de manière durable.

Tableau 11 : Définition des critères non économiques retenus pour le BCA.

7.5.2 UN TRAITEMENT DE LA POLLUTION EST-IL POSSIBLE ?

En première approche, pour savoir si un traitement des pollutions identifiées est possible, il est nécessaire de répondre aux trois questions ci-dessous.

Existe-t-il des techniques de traitement efficaces pour traiter les pollutions identifiées ?

D'après le retour d'expérience DEKRA et la littérature disponible, il existe des techniques efficaces pour traiter les principaux polluants incriminés, à savoir des hydrocarbures lourds à volatils, des métaux et cyanures dans les sols.

Les sources de pollution à traiter sont-elles accessibles ?

La source de pollution concentrée en hydrocarbures au droit de l'ancien atelier de production (sondage S11) est accessible. Elle est localisée sous une dalle béton d'environ 10/15 cm d'épaisseur. Les contraintes à considérer sont :

- Les poteaux de soutènement du bâtiment localisés à environ 1,5 m de l'emprise de la zone polluée ;
- La hauteur sous plafond limitée (3,8 m au plus bas) demandant la mise en place d'engins adaptés (pelle mécanique).

Une photographie localisant l'emprise à traiter et les contraintes est présentée en Figure 13.

La source de pollution en hydrocarbures, métaux et cyanures localisé au droit du puisard EP9 (sondage S43) est difficilement accessible au regard de sa profondeur (entre 7,5 et 9 m de profondeur) et de sa localisation en bordure sud du bâtiment qui nécessiterait la mise en place de mesures de stabilité du bâtiment.

Dans la configuration actuelle et future du site, seule la source de pollution située au droit du puisard en extérieur en bordure du bâtiment peut présenter des contraintes techniques liées à sa profondeur ainsi qu'aux murs et fondations, et limiter les possibilités de traitement de sols.

Un traitement est-il envisageable sans mobilisation de ressources disproportionnées au regard des enjeux à protéger ?

Le traitement de la source de pollution concentrée en hydrocarbures au droit de l'ancien atelier de production (sondage S11) ne mobilisera pas de ressources disproportionnées puisqu'accessible et ne présentant pas de contraintes importantes.

La source de pollution en hydrocarbures, métaux et cyanures localisée au droit du puisard EP9 (sondage S43) est difficilement accessible au regard de sa profondeur (entre 7,5 et 9 m de profondeur) et de sa localisation en bordure sud du bâtiment. Dès lors, sa gestion peut présenter un bilan environnemental défavorable.

Pour justifier du maintien ou de la suppression de cette source, nous allons donc comparer les coûts nécessaires aux travaux suivants :

- Coût 1 : Etudes préalables, coûts de mise en place du chantier, retrait / réfection du revêtement asphalte, retrait des terres sus-jacentes jusqu'à 7,5 m et remise en place et finalisation du chantier ;
- Coût 2 : Retrait et élimination de la source concentrée + remblaiement de l'horizon source concentrée en considérant un volume arbitraire de 75 m^3 (surface de 50 m^2 sur une épaisseur de 1,5 m) défini, dans le cadre de ce bilan des coûts uniquement, sur base des résultats d'analyses et observations de terrain.

A noter qu'au regard de la profondeur de la source (entre 7,5 et 9 m), les techniques de stabilité conventionnelles (palplanches, etc.) ne sont pas adaptées. La technique considérée consiste en un terrassement avec forage au bucket et substitution des terres excavées avec du béton.

1- Généralités					
1.1	Création d'une ou plusieurs aires de stockage provisoire incluant la fourniture du matériel, l'élimination des déchets (bâches, géotextile, polyane, etc.) et la remise en état des zones occupées	Forfait	1	1 500,00 €	1 500,00 €
1.2	Pose des cibles et relevés pendant les travaux d'excavation / remblaiement pour le contrôle de la stabilité des avoisinants	Forfait	1	1 500,00 €	1 500,00 €
		TOTAL POSTE 1 Montant HT		**3 000,00 €**	
2 - Travaux de dépollution					
2.1	Excavation de la couche de surface (0-7,5 m) avec forage au bucket, stockage sur aire de stockage et remblaiement au béton	m^3	375	540,00 €	202 500,00 €
2.2	Remise en place d'un enrobé sur la zone de travaux	m^2	50	40,00 €	2 000,00 €
2.3	Retrait et remise en place de réseaux enterrés dans et autour de la zone d'affouillement	Forfait	1	3 900,00 €	3 900,00 €
		TOTAL POSTE 2 Montant HT		**208 400,00 €**	
3- Evacuation et traitement des déchets					
3.1	Transport et évacuation de sols non pollués en ISDND (impacts diffus à considérer)	Tonne	675	95,00 €	64 125,00 €
		TOTAL POSTE 3 Montant HT		**64 125,00 €**	
TOTAL GENERAL en € HT :					**275 525,00 €**

Tableau 12 : Estimation des coûts 1

1 - Travaux de dépollution					
5.3	Excavation ddes terres polluées (7,5-9 m) avec forage au bucket, stockage sur aire de stockage et remblaiement au béton	m^3	75	540,00 €	40 500,00 €
		TOTAL POSTE 1 Montant HT		**40 500,00 €**	
2- Evacuation et traitement des déchets					
6.3	Transport et évacuation de sols pollués en ISDD	Tonne	135	150,00 €	20 250,00 €
		TOTAL POSTE 2 Montant HT		**20 250,00 €**	
TOTAL GENERAL en € HT :					**60 750,00 €**

Tableau 13 : Estimation des coûts 2

Sur la base de ces estimations, les moyens à mettre en œuvre seraient donc disproportionnés, avec un bilan carbone défavorable.

Selon le décret no 2024-742 du 6 juillet 2024 portant diverses dispositions d'application de la loi industrie verte et de simplification en matière d'environnement, le maintien sur le site d'une ou de plusieurs zones de pollutions concentrées, est possible que lorsque sont réunies les conditions suivantes:

- 1. Le maintien sur le site ne porte pas atteinte aux intérêts mentionnés à l'article L. 511-1 et, le cas échéant, à l'article L. 211-1 ;
- 2. Le maintien sur le site inclut la coupure des voies de transfert des pollutions concentrées ;
- 3. Le bilan environnemental global du maintien sur le site des pollutions concentrées est plus favorable que celui de leur suppression ;
- 4. L'ATTES-MEMOIRE confirme que les conditions fixées aux trois points précédents sont remplies.

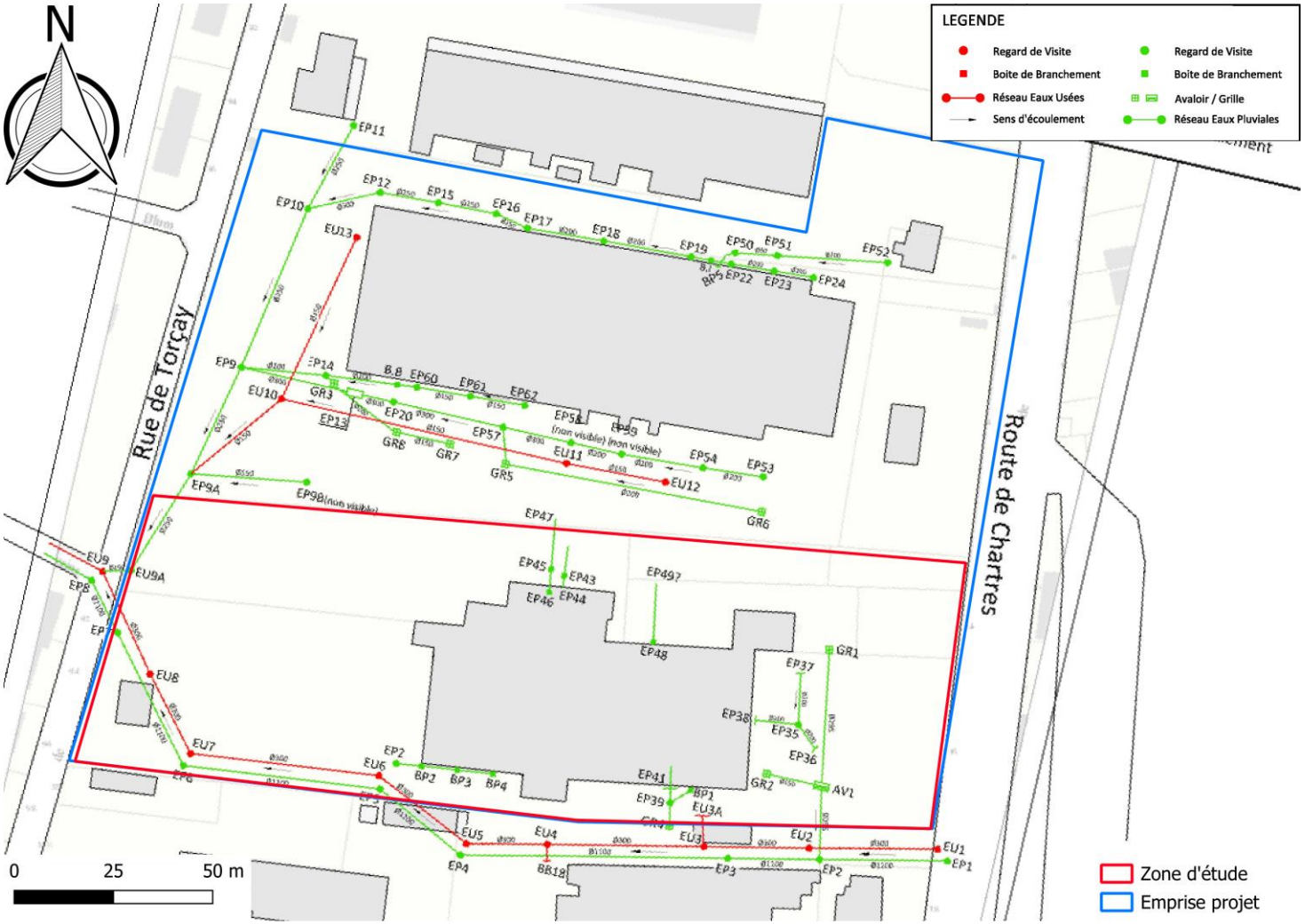
Le point n°1 sera validé dans le chapitre 8.

Les puisards seront comblés durant les travaux d'aménagement. Dès lors, le point n°2 est confirmé.

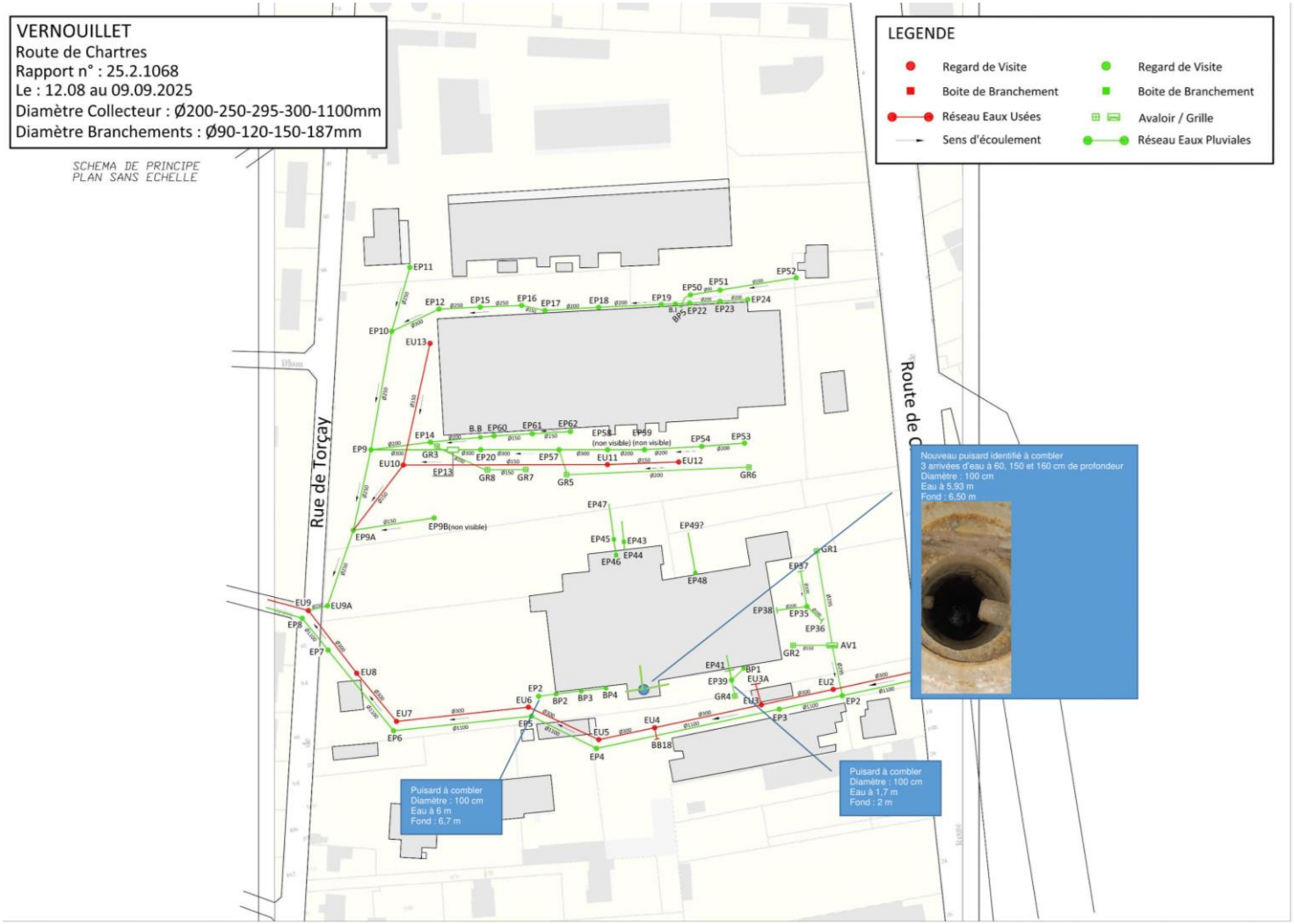
Le point n°3 est confirmé via les Tableau 12 et Tableau 13.

Pour le point n°4, les trois points précédents seront repris dans l'ATTES MEMOIRE qui sera remise à l'issue de ce mémoire de réhabilitation.

Par conséquent, la gestion de cette source est le confinement sous revêtement étanche. Nous rappelons que cet impact est considéré comme associé à l'infiltration de l'eau de toiture et rejets du site (nature incertaine) sur la base du plan des réseaux (voir Figure 20 ci-dessous). Le puisard (dimensions : profondeur 2 m / diamètre 1 m) devra être comblé dans le cadre de la mise en sécurité du site, ainsi que les 2 autres puisard mis en évidence (voir Figure 21). Celui-ci sera effectué lors du réaménagement lié au projet, le comblement des puisards nécessitant de revoir la gestion des EP (voir Figure 20).



DEKRA	CA du Pays de Dreux – 16 route de Chartres - VERNOUILLET (28)		
	Figure 20 : Réseaux	Référence :	54415737
		Source :	SATER
		Échelle :	Cf. figure



DEKRA	CA du Pays de Dreux – 16 route de Chartres - VERNOUILLET (28)		
	Figure 21 : Puisards à combler	Référence :	54415737
		Source :	DEKRA
		Échelle :	Cf. figure

Les chapitres suivants considéreront donc uniquement la pollution en hydrocarbures au droit de l'ancien atelier de production (sondage S11).

7.5.3 SELECTION DES TECHNIQUES DE DEPOLLUTION APPLICABLES

7.5.3.1 PRINCIPES DE SELECTION

Les différentes possibilités de réhabilitation environnementale du site doivent être étudiées en tenant compte :

- Du projet de réaménagement avec la conservation du bâti ;
- De la nature et du degré d'impact sur les milieux exposés (sols et air du sol) ;
- Du projet de conservation des bâtiments pour un usage récréatif au niveau de la zone d'étude ;
- Des contraintes techniques ;
- (Du budget du Maître d'Ouvrage).

Les principales techniques de traitement des sols appliquées en France ont été étudiés (cf. guide technique, projet ESTRAPOL, septembre 2019 de l'ADEME et site selecdepol.fr).

La gestion de l'impact identifié au droit de l'atelier n'a pas fait l'objet d'étude comparative car une seule technique a été retenue : l'excavation des terres impactées puis leur élimination en biocentre.

7.5.3.2 TECHNIQUES RETENUES SUR LA BASE DE CRITERES NON ECONOMIQUES

Les techniques de traitement ci-dessous sont retenues sur la base de critères non économiques en considérant les hypothèses suivantes :

- Le traitement des sources doit être compatible avec le projet de réaménagement du site (durée, usage, configuration) ;
- Les principaux polluants à traiter sont les hydrocarbures ;
- La perméabilité des sols à traiter : argile à silex.

Technique	Description
Excavation des terres	L'excavation est la méthode la plus simple, la plus radicale et la plus rapide pour supprimer une source de pollution. Toutefois, elle ne constitue pas un procédé de traitement en tant que tel ; elle sera accompagnée d'actions complémentaires afin de traiter et/ou stocker les terres excavées. Elle constitue donc une phase préliminaire de traitement/réhabilitation.
Biodégradation aérobie *hors site (Biocentre)*	La biodégradation aérobie consiste à excaver les sols impactés et à les envoyer dans un centre spécialisé (biocentre) où ils seront mis en tertres ou andains. Le traitement par voie biologique consiste à garantir un développement optimal des micro-organismes endogènes (naturellement présents sur site) dégradant les polluants. Le biotertre s'applique à des sols pollués par des produits pétroliers de type gasoil, fioul. Certaines coupes pétrolières lourdes peuvent aussi, dans certaines conditions, être traitées, mais avec des rendements épuratoires plus faibles. Les traitements en biotertre s'appliquent de préférence à des pollutions inférieures à 8000mg/kg d'hydrocarbures pour les produits pétroliers « classiques ».

Tableau 14 : Techniques de traitement retenues

7.5.3.3 DESCRIPTION SUCCINCTE DES TECHNIQUES RETENUES

Excavation préalable

Il s'agit d'excaver les sols dans l'emprise de la source concentrée présentant une concentration importante en hydrocarbures et des concentrations notables en composés volatils dans les gaz sous dalle et de les évacuer hors site pour traitement.

Pour rappel, la source concentrée se limite à la zone non saturée. En première approche, l'excavation est à envisager jusqu'à une profondeur de 1,5 m. Les contraintes géotechniques devront être préalablement appréhendées au travers d'une étude géotechnique. Celle-ci devra notamment permettre de définir les principes de terrassement notamment à proximité de fondation / bâtiment (poteaux de soutènement du bâtiment à 1,5 m de l'emprise de la zone polluée), et talutage, par la mise en œuvre si besoin de moyens spécifiques (blindage). Une autre contrainte à considérer est la hauteur sous plafond qui est limitée à 3,8 m au plus bas, nécessitant l'utilisation d'engins de chantier adaptés.

Après excavation des sols, les fouilles seront remblayées avec des terres d'apport sain(e)s ou terres issues du site (remblais en zone extérieure ou merlon localisé en Figure 4), selon des modalités précisées par l'étude géotechnique préalable.

L'ensemble des revêtements de surface sera remis en place après travaux.

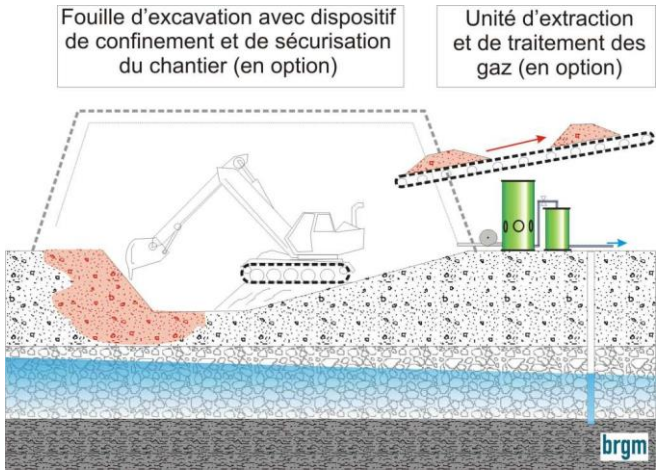


Figure 22 : Schéma de principe de l'excavation (source : BRGM, outil SelecDEPOL).

Traitement biologique des terres impactées

Pour un traitement hors site, le biotertre consiste à mettre des sols pollués en tas en vue d'un traitement biologique. Le procédé nécessite au préalable une excavation.

Les sols pollués sont mélangés avec un amendement (agent structurant) et sont par la suite dirigés vers une aire de traitement contenant *a minima* un système de collecte de lixiviats et des unités d'aération (extraction ou insufflation d'air) afin d'optimiser le transfert de l'oxygène et la stimulation de la biodégradation. La biodégradation est contrôlée (température, taux d'humidité, nutriments, oxygène, pH).

Les biotertres sont le plus souvent recouverts par une géomembrane imperméable afin de limiter les infiltrations d'eaux pluviales, la volatilisation des polluants, le maintien/l'augmentation de la température. Les lixiviats sont en partie recyclés et en partie traités sur site avant d'être rejetés. Les rejets atmosphériques sont traités si nécessaire (présence de COV notamment).

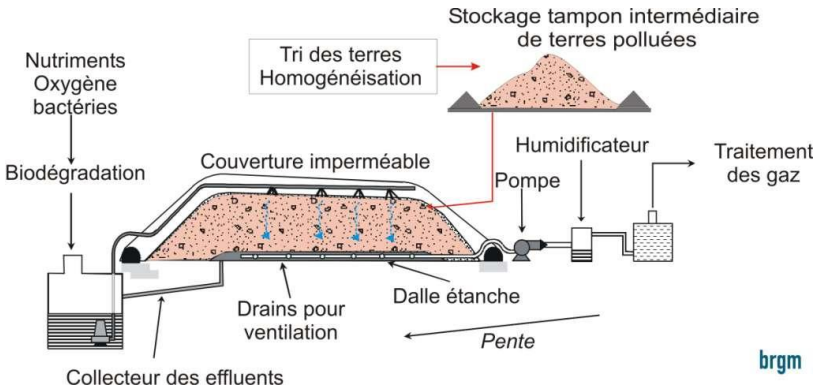


Figure 23 : Schéma de principe du biotertre (source : BRGM, outil SelecDEPOL).

Au droit du S11, aucun polluant complémentaire aux hydrocarbures (au maximum 1800 mg/kg) n'a été mis en évidence qui pourrait limiter l'acceptation des terres excavées en centre de traitement biologique. Cependant, une pollution diffuse en métaux, HAP, COHV et PCB étant à considérer sur l'ensemble du site, la présence de ces paramètres pourrait limiter l'acceptation des terres excavées en centre de traitement biologique.

7.5.3.4 TRI SUR LA BASE DE CRITERES ECONOMIQUES

A ce stade, un tri complémentaire des techniques de traitement envisageables peut s'effectuer sur la base du critère économique. Toutefois, compte tenu du nombre limité de techniques identifiées dans le paragraphe précédent, le critère économique ne sera pas étudié ici ; il sera intégré dans le cadre de la comparaison globale (notation) des scénarii de gestion.

7.5.3.5 PRESENTATION DES SCENARIOS DE GESTION RETENUS

Pour la source de pollution en hydrocarbures au droit de l'ancien atelier de production (sondage S11), une seule technique a été retenue : l'excavation des sols et leur élimination en biocentre. En effet, des travaux d'aménagement nécessitant des engins de terrassement sont prévus dans le cadre du projet. Les sols à traiter pourront être retirés en même temps que l'aménagement du site. Cette technique permet donc de réduire les temps d'immobilisation d'engins et les coûts.

La description des travaux à réaliser serait la suivante.

	<u>SOURCE S11</u> : Excavation des sols + traitement en biocentre
DESCRIPTION	**Excavation et traitement hors site des sols** ▪ Retrait de la dalle de béton ; ▪ Excavation des sols entre 0,1 et 1,5 m de profondeur ; ▪ Evacuation hors site des terres polluées (en biocentre) ; ▪ Levée topographique ; ▪ Prélèvements et analyse des sols en bords et fonds de fouille, réalisation d'une ARR ; ▪ Remblaiement avec des matériaux d'apports ou des matériaux du site (en priorité) et compactage des fouilles (essai de plaque / pénétromètre dynamique) ▪ Remise d'une dalle de béton.
Remise en état / surveillance :	▪ Gestion des éventuelles pollutions résiduelles : dossier de servitude/restriction d'usage et dossier SIS.
POLLUTIONS TRAITEES	Ce scénario de gestion permet de retirer la pollution concentrée sur la base d'un seuil de coupure de 73,6 mg/kg corrélé à des mesures de COV au PID nulles.
INCONVENIENTS / LIMITES	▪ L'excavation des sols nécessite une étude géotechnique (mission G2 AVP et PRO, G5).
HYPOTHESES DE DIMENSIONNEMENT	▪ Emprise 45 m² ; épaisseur à traiter : de 0,10 à 1,5 m ; quantité de terre à traiter : 67,5 m³ / 121,5 tonnes.

Tableau 15 : Gestion de la source en S11

7.5.4 ESTIMATION DES COUTS ASSOCIES AU SCENARIO RETENU

Les coûts associés au scénario de gestion proposé sont présentés dans le tableau suivant :

N° PRIX	DESIGNATION	U	QUANTITES ESTIMEES	PU HT (€)	TOTAL HT (€)
1- Généralités					
1.1	Personnel de l'entreprise de travaux (chargé d'affaire et directeur de projet), préparation et suivi de chantier, installation base vie, installation de barrière HERAS, panneaux de chantier, constats d'huissier (avant et après travaux), amenée/repli de l'ensemble du matériel nécessaire au chantier, implantation des mailles à traiter par géomètre, analyses pour obtention de CAP, repérage de réseaux, rédaction des PPSPS, PdP, DICT, documents d'exécution, nettoyage chantier et remise en état du site	Forfait	1	16 000,00 €	16 000,00 €
1.2	Création d'une ou plusieurs aires de stockage provisoire incluant la fourniture du matériel, l'élimination des déchets (bâches, géotextile, polyane, etc.) et la remise en état des zones occupées	Forfait	1	1 500,00 €	1 500,00 €
1.3	Participation aux réunions de chantier, inspection commune, réception de fin de travaux	Forfait	1	1 500,00 €	1 500,00 €
1.4	Pose des cibles et relevés pendant les travaux d'excavation / remblaiement pour le contrôle de la stabilité des avoisinants	Forfait	1	1 500,00 €	1 500,00 €
1.5	Relevés géomètres : position de la fouille, relevé cubatures excavation et remblaiement	Forfait	1	2 000,00 €	2 000,00 €
		TOTAL POSTE 1		**Montant HT**	**22 500,00 €**
2 - Travaux de dépollution					
2.1	Démolition de la dalle de béton	Forfait	1	5 000,00 €	5 000,00 €
2.2	Excavation par terrassement, tri des sols pollués, caractérisation et transport vers l'aire de stockage avant élimination, ou chargement direct en semi-remorques (horizon 0,15-1,5 m)	m^3	67,5	15,00 €	1 012,50 €
2.3	Remblaiement, compactage avec des matériaux d'apport et contrôle du compactage par essai de plaque	m^3	67,5	55,00 €	3 712,50 €
2.4	Réfection de la dalle béton	Forfait	1	8 000,00 €	8 000,00 €
		TOTAL POSTE 2		**Montant HT**	**17 725,00 €**
3- Evacuation et traitement des déchets					
3.1	Transport et évacuation de sols pollués en biocentre	Tonne	121,5	76,00 €	9 234,00 €
		TOTAL POSTE 3		**Montant HT**	**9 234,00 €**
4 - Documents remis					
4.1	Remise d'un DOE à l'issue des travaux	Forfait	1	1 000,00 €	1 000,00 €
		TOTAL POSTE 4		**Montant HT**	**1 000,00 €**
TOTAL GENERAL en € HT :					**50 459,00 €**

Tableau 16 : Estimation des coûts de traitement de la source en S11

7.6 CONCLUSIONS DU BCA

A l'issue de ce bilan coût / avantages, la gestion des sources de pollutions identifiées qu'il conviendrait de mettre en place pour garantir la compatibilité d'usage futur serait la suivante :

- Pour les pollutions diffuses présentes dans les remblais sous bâtiment : maintien du confinement sous l'actuel dalle de béton. Ce scénario ne nécessite aucun travaux de remise en état.
- Pour les pollutions diffuses présentes dans les remblais en extérieur : mise en place d'un recouvrement par mise en place d'un géotextile et apport de 30 cm de terre saine. Dans ce scénario, plusieurs possibilités sont envisagées :
    - Recouvrir les sols actuels ce qui a pour conséquence de rehausser le terrain en zone extérieure de 30 cm mais présenterait des coûts de gestion moindre,
    - Retirer les sols sur 30 cm pour les remplacer par 30 cm de terre d'apport saine, ce qui a pour conséquente de garder une altimétrie homogène mais présenter des coûts de gestion importants. Dans ce cas, soit les déblais seraient à éliminer hors site (avec un impact financier), soit ils pourraient être laissés sur place pour être placés en merlon paysager (avec un impact sur leur gestion dans le long terme pour garantir l'absence d'exposition par les usagers du site et la nécessité de disposer d'espaces suffisants pour le stockage pérenne de ces matériaux).

  Le maintien des revêtements étanches dans les zones extérieures qui sont prévues d'être réaménagées en zone d'espaces verts permettrait une économie d'environ 30 k€.
- Pour la source concentrée située dans le bâtiment (zone du sondage S11), de procéder à l'excavation des sols et leur envoi en filière de traitement appropriée.

- Pour la source concentrée située à proximité du puisard (zone du sondage S43) : le maintien du confinement sous l'actuel enrobé. Ce scénario ne nécessite aucun travaux de remise en état.
  NB : le comblement du puisard, de la même manière que les autres puisards identifiés, fait partie des travaux de mise en sécurité du site qui seront à réaliser et qui sont indépendants des travaux de remise en état.

Ces mesures de gestion seront validées d'un point de vue sanitaire dans le paragraphe A320.

La synthèse des coûts pour la gestion des pollutions diffuses et des sources concentrées est donnée dans les tableaux en pages suivantes.

Hypothèse de gestion – situation future	Volume de sol nus à décaisser (remblais pollués)	Volume disponible à remblayer (à confirmer selon évolution du projet)	Surplus de déblais à gérer	Coûts de gestion hors site (ISDND) de l'excédent de déblais	Coûts de mise en place de terres d'apport	Avantages / inconvénients
1 - Décaissement sur 30 cm au droit des zones de sols nus, recouvrement par 30 cm de terres non polluées	2 640 m³	Sous-sol de l'habitation : 80 m³ Rampe de chargement / déchargement : 32 m³ Source concentrée (S11) : 67,5 m³	2 460,5 m³	~233 k€	~135 k€	Maintien de l'altimétrie actuelle / coûts élevés
2 - Recouvrement des zones de sols nus par 30 cm de terres non polluées	Sans objet	Sans objet	Sans objet	Sans objet	~135 k€	Rehaussement des zones de sols nus de 30 cm / coût modérés
3 - Décaissement sur 30 cm au droit des zones de sols nus, recouvrement par 30 cm de terres non polluées et placement des déblais en surplus en merlon paysager	2 640 m³	Sous-sol de l'habitation : 80 m³ Rampe de chargement / déchargement : 32 m³ Source concentrée (S11) : 67,5 m³	2 460,5 m³	Sans objet (placement en merlon paysager)	~135 k€	Maintien de l'altimétrie actuelle mais merlon paysager à intégrer au projet et à gérer (surcoûts et contraintes, notamment sur la percolation des eaux de pluie) / coûts modérés mais mesures de gestion complémentaires à considérer lié au merlon

Tableau 17 : Hypothèse de gestion de la pollution diffuse – Emprise des revêtements selon situation future

Hypothèse de gestion – situation future	Volume de sol nus à décaisser (remblais pollués)	Volume disponible à remblayer (à confirmer selon évolution du projet)	Surplus de déblais à gérer	Coûts de gestion hors site (ISDND) de l'excédent de déblais	Coûts de mise en place de terres d'apport	Avantages / inconvénients
1 - Décaissement sur 30 cm au droit des zones de sols nus, recouvrement par 30 cm de terres non polluées et maintien des recouvrements actuels	2 385 m³	Sous-sol de l'habitation : 80 m³ Rampe de chargement / déchargement : 32 m³ Source concentrée (S11) : 67,5 m³	2 205,5 m³	~209 k€	~131 k€	Maintien de l'altimétrie actuelle / coûts élevés
2 - Recouvrement des zones de sols nus par 30 cm de terres non polluées et maintien des recouvrement actuel	Sans objet	Sans objet	Sans objet	Sans objet	~131 k€	Rehaussement des zones de sols nus de 30 cm / coût modérés
3 - Décaissement sur 30 cm au droit des zones de sols nus, recouvrement par 30 cm de terres non polluées, maintien des recouvrements actuels et placement des déblais en surplus en merlon paysager	2 385 m³	Sous-sol de l'habitation : 80 m³ Rampe de chargement / déchargement : 32 m³ Source concentrée (S11) : 67,5 m³	2 205,5 m³	Sans objet (placement en merlon paysager)	~145 k€	Maintien de l'altimétrie actuelle mais merlon paysager à intégrer au projet et à gérer (surcoûts et contraintes, notamment sur la percolation des eaux de pluie) / coûts modérés mais mesures de gestion complémentaires à considérer lié au merlon

Tableau 18 : Hypothèse de gestion de la pollution diffuse – En considérant les revêtements actuels

Hypothèse de gestion	Emprise de la source	Profondeur	Volume de terres polluées	Tonnage de terres polluées	Coûts de gestion
Excavation des sols pollués et élimination en biocentre	45 m²	0-1,5 m	67,5 m³	121,5	~55 k€

Tableau 19 : Hypothèse de gestion de la pollution concentrée en hydrocarbures dans l'atelier (S11)

7.7 RESTRICTIONS D'USAGES APRES TRAVAUX

Au regard des hypothèses de gestion prises en compte, à l'issue des travaux de remise en état, il existera des pollutions résiduelles. Des restrictions d'usages avec mise en place de mesures constructives devront être prises afin de limiter l'exposition aux pollutions résiduelles des futurs usagers du site :

- Maintien des revêtements (dalle béton et enrobé) en bon état ;
- Interdiction de plantations d'arbres fruitiers ou potagers en pleine terre ;
- Gestion des EP adaptée à la situation du site. Les puisards présents sur le site devant être comblés, la gestion des EP devra être redéfinie dans le cadre du projet. Leur infiltration pourra se faire à la parcelle cependant elle devra se faire dans les sols exempts de pollution (interdiction d'infiltrations dans les sols de surface présentant une pollution diffuse) ;
- Interdiction d'usage des eaux de nappe pour des usages sensibles sans analyses préalables visant à vérifier leur qualité et accords de l'administration ;
- Mise en place des nouvelles canalisations en matériaux insensibles aux polluants résiduels (canalisations métalliques ou multicouches sur l'ensemble du réseau), et installation dans des tranchées remblayées avec des matériaux sains provenant de carrières autorisées.

A l'issue des travaux, en complément de l'institution de restrictions d'usages (SUP), un projet de SIS devra également être proposé à l'administration par la CA de Dreux (conformément au III de l'article R512-39-3 du code de l'environnement).

8 MISSION A320 : ANALYSE DES ENJEUX SANITAIRES

8.1 PRINCIPES DE L'ARR

8.1.1 RAPPEL DU CONTEXTE

Dans le cadre du projet de reconversion de l'ancien site industriel, des principes de gestion adaptées à chaque typologie d'impact ont été proposés et sont rappelés ci-dessous :

- Pour les pollutions diffuses présentes dans les remblais jusqu'à 1,5 m de profondeur sous bâtiment : maintien du confinement sous l'actuelle dalle de béton.
- Pour les pollutions diffuses présentes dans les remblais en extérieur, jusqu'à 1,5 m de profondeur : recouvrement des sols nus par la mise en place d'un géotextile et apport de 30 cm de terre saine.
- Pour la source concentrée située dans le bâtiment (zone du sondage S11 jusqu'à 1,5 m de profondeur), de procéder à l'excavation des sols et leur envoi en filière de traitement appropriée.
- Pour la source concentrée située en extérieur à proximité du puisard (zone du sondage S43) entre 7,5 et 9 m de profondeur : le maintien du confinement sous l'actuel enrobé.

Aucune pollution de nappe n'est retenue.

8.1.2 NATURE ET OBJECTIFS DE LA MISSION

L'objet de la présente analyse des enjeux sanitaires est de valider les scenarii de gestion proposés, en particulier :

- De valider les seuils de coupure retenus comme seuil de dépollution pour la source concentrée située en intérieur du bâtiment ;
- De valider ou redéfinir les usages envisagés dans le projet d'aménagement ;
- De valider le maintien en place ou sous confinement des impacts diffus et de la source concentrée en extérieur.

La prestation de DEKRA a été élaborée selon le référentiel méthodologique en vigueur, notamment au cadre fixé par la note ministérielle du 19 avril 2017, et définissant les modalités de gestion et de réaménagement de sites pollués.

La mission réalisée est codifiée A320 selon la norme N FX 31-620-2 « Prestations de services relatives aux sites et sols pollués (études, ingénierie, réhabilitation de sites pollués et travaux de dépollution) » de l'AFNOR.

Elle correspond à une analyse des enjeux sanitaires selon la méthodologie d'une **Analyse des Risques Résiduels (ARR).**

L'objet d'une ARR est de produire une analyse quantitative des risques ou des effets néfastes liés aux expositions résiduelles, attendues ou constatées, à certaines substances chimiques, expositions définies selon l'usage envisagé.

Les objectifs spécifiques de l'étude des risques sont :

- De quantifier les effets liés aux substances toxiques (dites « à seuil ») et l'excès de risque lié aux composés cancérigènes (dits « sans seuil ») ;
- De recommander des mesures compensatoires si nécessaire.

8.1.3 PRINCIPES DE L'ARR

Le calcul de risques sanitaires permet de définir si le risque calculé est acceptable ou non.

Il a pour but de présenter de manière explicite, aux différentes parties, les éléments d'analyse sur lesquels la prise de décision pourra s'appuyer.

A ce titre, cette étude est un outil d'analyse au service de la politique de gestion des sites et sols pollués, elle doit respecter les principes suivants :

- Le principe de précaution inscrit dans la loi du 2 février 1995 ;
- Le principe de proportionnalité, présent dans la circulaire du 3 décembre 1993 ;
- Le principe de spécificité, présent dans cette même circulaire ;
- Le principe de transparence, présent dans cette même circulaire.

Les solutions de gestion proposées devront être révisées en cas de risques supérieurs aux limites acceptables.

8.1.4 DEMARCHE

La réalisation de cette étude s'effectue conformément à la démarche d'ARR en quatre étapes qui doivent permettre de répondre aux questions suivantes :

Identification du danger

Est-ce que la substance engendre des effets indésirables pour l'homme ? Quels sont ces effets défavorables ?

L'identification du potentiel dangereux consiste à dresser la liste des types d'effets associés aux substances sélectionnées pour l'étude de risque. Il faut vérifier en particulier si la substance provoque des effets cancérigènes (sans seuil) ou non cancérigènes (à seuil).

Evaluation de la relation dose - effet

Quelle est la relation entre la dose, ou le niveau d'exposition à une substance, et l'incidence et la gravité de ces effets chez l'homme ? Pour les effets précédemment identifiés, il s'agit ici de quantifier leur fréquence et leur gravité.

Evaluation de l'exposition

Quelles sont les voies de transfert du polluant de la source vers la cible ? Quelles sont la durée, la fréquence et l'importance de l'exposition ?

Dans une étude de risque, l'exposition est définie comme le contact entre les sources et les cibles, c'est à dire entre les composés présents dans les divers milieux et l'homme (par ingestion, par inhalation, par contact cutané). L'évaluation de l'exposition est la détermination des voies d'expositions, de la fréquence, de la durée et de l'importance de l'exposition.

Caractérisation des risques

Quelle est l'expression quantitative du risque correspondant à la synthèse de l'évaluation de la toxicité et de l'exposition ? Quelle est l'interprétation du résultat ? Quels sont les facteurs d'incertitude ?

Après ces différents calculs, le risque est alors défini comme acceptable ou inacceptable suivant les recommandations du paragraphe 3.6.3 du guide méthodologique associé à la note ministérielle du 19 avril 2017.

8.1.5 LIMITES DE L'ETUDE

Cette étude a été réalisée suivant une méthode conforme aux pratiques en vigueur dans la profession.

Elle a été élaborée suivant la norme NFX 31-620 ainsi que suivant les standards environnementaux en vigueur à ce jour de l'US-EPA (*United States Environmental Protection Agency*), tout en respectant la méthodologie du guide « Gestion des sites pollués : Diagnostic approfondi ; Evaluations détaillées des risques » rédigé par le BRGM et l'INERIS sous la tutelle du Ministère en charge de l'Environnement (BRGM, 2000).

Les niveaux de risques acceptables sont issus du guide « Méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués » (BRGM) associé à la note ministérielle du 19 avril 2017.

L'étude et les conclusions sont élaborées en l'état actuel des connaissances scientifiques tant du point de vue chimique, géologique que toxicologique.

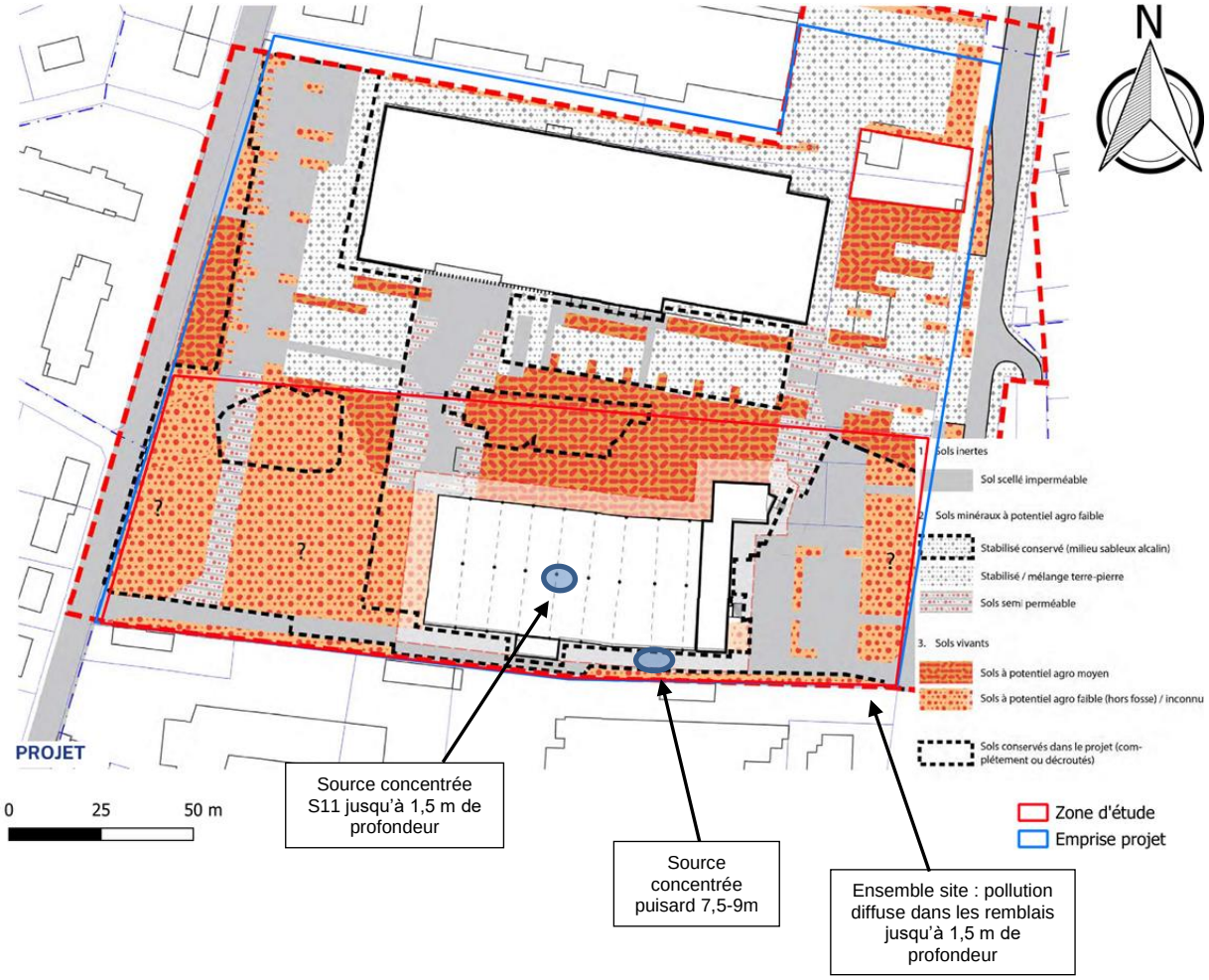
8.2 COLLECTE ET ANALYSE DES DONNEES

8.2.1 SCENARIO MODELISE

Nature des sources identifiées

Pour rappel, les investigations menées par l'APAVE et DEKRA entre 2021 et 2025 ont permis de distinguer deux typologies de sources-sol :

- Deux sources concentrées. Une est localisée en extérieur à proximité d'un puisard (entre 7,5 et 9 m de profondeur) et une à l'intérieur du bâtiment principal (S11 entre 0,1 et 1,5 m de profondeur) qui sera conservé et réhabilité.
- Des sources diffuses dans les remblais en extérieur et sous bâti jusqu'à 1,5 m de profondeur.



DEKRA	CA du Pays de Dreux – 16 route de Chartres - VERNOUILLET (28)		
	Figure 24 : Localisation des sources de pollution des sols	Référence :	54415737
		Source :	CA du Pays de Dreux
		Échelle :	Cf. figure

Projet d'aménagement / Configuration retenu(e) pour la modélisation

Les mesures de gestion sont à valider en cohérence avec le projet d'aménagement prévisionnel indiqué en paragraphe 2.3.

Nous retiendrons les usages suivants :

- La conservation du bâti existant et dalles de béton dont les aménagements intérieurs restent à définir bien que destinés à accueillir des activités :
    - Economique: des locaux administratifs, des bureaux/locaux d'artisanat, des activités économiques en lien avec la culture ;
    - Culturelle: des espaces de répétitions (ponctuels) pour des artistes amateurs et/ou professionnels ;
    - Services: des espaces de restauration, de recyclerie, de ateliers de décors, etc.

  A noter qu'une partie du bâti existant au droit de la zone d'étude pourrait être démoli (reste à définir), notamment le pavillon d'habitation et la zone nord de l'atelier présente sur la parcelle n°125.

- L'aménagement des extérieurs en jardin continu constitué d'un parvis piétons et d'espaces verts (jardin pionnier, lisière boisée, clairière événementielle, etc.) et de places de parkings. Des potagers hors sol sont également envisagés (absence d'arbres fruitiers).
- En extérieur, les sols de surface seront recouverts par des revêtements étanches ou des matériaux d'apports saines.

Il est prévu que les eaux pluviales soient infiltrées directement sur site au droit des espaces verts dans des sols exempts de toute pollution.

A ce jour aucun plan d'aménagement de l'intérieur du bâtiment n'est disponible.

Il a également été considéré par défaut dans notre étude :

- Le maintien des revêtements de surface (dalle béton) dans l'actuel bâtiment ;
- Les futures canalisations d'eau potables seront installées dans des tranchées remblayées avec des matériaux inertes ;
- Les 3 puisards qui sont aujourd'hui présents sur le site permettant l'infiltration des eaux pluviales seront rebouchés dans le cadre de la mise en sécurité du site, nécessitant de revoir les principes de gestion des eaux pluviales à la parcelle.

Cibles retenues

Dans l'emprise à aménager, les cibles seront les employés travaillant à temps plein dans le bâtiment principal qui sera réaménagé et fréquentant les espaces extérieurs.

Le public (adultes et enfants) aura accès aux extérieurs et à l'intérieur du bâtiment principal. Il constitue également une cible.

Ainsi les cibles retenues seront :

- Les employés : adultes fréquentant le site pendant les journées de travail, mais également pour des activités récréatives,
- Le public : adultes et enfants.

Mesures de gestion proposées

En termes de gestion des sources il est prévu :

- Le retrait de la source concentrée à l'intérieur du bâtiment (source S11),
- Le confinement sous revêtement étanche de la source concentrée en extérieur « puisard »,
- Le confinement des pollutions diffuses sous revêtement étanche ou terre d'apport saine.

Source concentrée – S11

Le scénario prévoit :

- Le retrait de la dalle de béton ;
- L'excavation des sols entre 0,15 et 1,5 m de profondeur sur une surface estimée à 45 m² ;
- L'évacuation hors site des terres polluées (en biocentre) ;
- Le remblaiement avec des matériaux d'apports ou des matériaux du site (en priorité) et compactage des fouilles (essai de plaque / pénétromètre dynamique) ;
- La remise d'une dalle de béton.

Un seuil de coupure a été fixé pour les HCT : 73,6 mg/kg.

Les matériaux à utiliser en remblaiement devront respecter les seuils des critères ISDI de l'arrêté ministériel du 12/12/2014.

Source concentrée « puisard »

Pour cette zone il est recommandé le maintien en place des revêtements de surface étanche pour assurer le confinement des impacts présents entre 7,5 et 9 m de profondeur, et le comblement du puisard à l'origine des pollutions de sol.

Aucun seuil de coupure n'a été défini pour les principaux polluants (ETM, HCT, HCV, cyanures).

Pollutions diffuses

A l'intérieur du bâtiment, il est recommandé de conserver les revêtements de surface étanches pour garantir le confinement des pollutions diffuses présentes jusqu'à 1,5 m de profondeur, en ETM et ponctuellement en HCT, HAP, BTEX, COHV, PCB.

En extérieur, les sols de surfaces qui sont nus dans la configuration post aménagement doivent être recouverts d'un géotextile puis de 30 cm de terre d'apport saine. Deux scenarii ont été étudiés, à savoir :

- Option 1 : Le recouvrement des sols nus, qui a pour incidence de rehausser le terrain de 30 cm,
- Option 2 :
    - De décaisser le terrain sur 30 cm et d'évacuer les déblais hors site, ou de les stocker en merlon paysager avec la possibilité d'en réutiliser une partie en remblai.
    - Puis de remblayer avec 30 cm de terre saine d'apport après mise en place d'un géotextile.

    L'option 2 permet de conserver une altimétrie identique à l'actuelle.

Ces deux scénarii assurent le confinement des pollutions diffuses dans les remblais. La différence entre les deux scénarii étudiés ne concerne que la cote finale après remblaiement. Pour ces scenarii, des objectifs de qualité des terres d'apports ont été fixés :

- Provenance des terres : carrière autorisée, ou site d'activité non industrielle, avec traçabilité des matériaux,
- Composés organiques (HCV, HCT, HAP, BTEX, COHV, PCB) : concentrations inférieures aux limites de quantification du laboratoire d'analyses,
- ETM sur brut : concentrations conformes au bruit de fond géochimique local pour l'horizon 0-30 (valeurs RMQS ou ASPITET pour des sols ordinaires en l'absence de valeurs locales) :
    - Arsenic <25 mg/kg
    - Cadmium <0,673 mg/kg
    - Chrome < 98,38 mg/kg
    - Cuivre < 30,51 mg/kg
    - Mercure < 0,1 mg/kg
    - Plomb < 51,3 mg/kg
    - Molybdène < 0,802 mg/kg
    - Nickel < 61,84 mg/kg
    - Sélénium < 0,7 mg/kg
    - Zinc < 103,9 mg/kg

8.2.2 DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT

Descriptions des terrains

La description de l'environnement se base sur les données documentaires issues des rapports d'études APAVE.

La coupe des terrains rencontrés depuis la surface vers la profondeur est la suivante :

- 0 - 1,5 m : remblai limoneux sableux marron / noir avec silex, cailloux centimétriques, briques
- 1,5 – 9 m : argile à silex (sauf à proximité du puisard avec un horizon de gravier et sable jaune de 3 à 6 m)
- Au-delà de 9 m : craie blanche.

A l'issue des travaux, la coupe des terrains sera la suivante au droit de la source concentrée S11 :

- 0 – 0,1 m : dalle béton
- 0,1 – 1,5 m (horizon traité) : remblai limoneux sableux marron / noir avec silex, cailloux centimétriques, briques (ou matériaux d'apport)
- 1,5 – 9 m : argile à silex
- Au-delà de 9 m : craie blanche.

A l'issue des travaux, la coupe des terrains sera la suivante au droit de la source concentrée en extérieur (même configuration avant travaux) :

- 0 – 0,1 m : enrobé
- 0,1 – 1,5 m : remblai limoneux sableux marron / noir avec silex, cailloux centimétriques, briques
- 1,5 – 3 m : argile à silex
- 3 – 6 m : gravier et sable jaune
- 6 – 9 m : argile à silex (horizon impacté : 7,5-9 m)
- Au-delà de 9 m : craie blanche.

A l'issue des travaux, la coupe des terrains au droit des zones de pollutions diffuses est la suivante :

- Horizons de surface constitué de dalle de béton ou enrobé ou géotextile + 30 cm de terre d'apport saine
- Jusqu'à 1,5 m (horizon impacté à confiner) : remblai limoneux sableux marron / noir avec silex, cailloux centimétriques, briques
- 1,5 – 9 m : argile à silex (sauf à proximité du puisard avec un horizon de gravier et sable jaune de 3 à 6 m)
- Au-delà de 9 m : craie blanche.

A noter que selon le scénario retenu au droit des futurs espaces verts (conservation ou non du niveau du TN actuel), l'épaisseur moyenne de remblais à confiner sera soit de 1,2, soit de 1,5 m.

Contexte hydrogéologique local (rappel)

Sur le plan hydrogéologique, la première nappe rencontrée à l'aplomb du site est la nappe de la Craie du Séno-Turonien (vulnérabilité moyenne et usage sensible). Sa profondeur est estimée à 30 m de profondeur. Au droit de la zone d'étude, les eaux souterraines s'écoulent du Sud/Sud-Est vers le Nord/Nord-Ouest.

Granulométrie des sols

Aucune analyse granulométrique n'a été réalisée par l'APAVE lors des trois campagnes d'investigations.

Les terrains rencontrés suivants n'ont donc pas été caractérisés selon leur pourcentage de fraction sableuse, limoneuse et argileuse :

- 0,1 – 1,5 m : remblai limoneux sableux marron / noir avec silex, cailloux centimétriques, briques
- 1,5 – 3 m : argile à silex
- 3 – 6 m : gravier et sable jaune
- 6 – 9 m : argile à silex
- Au-delà de 9 m : craie blanche.

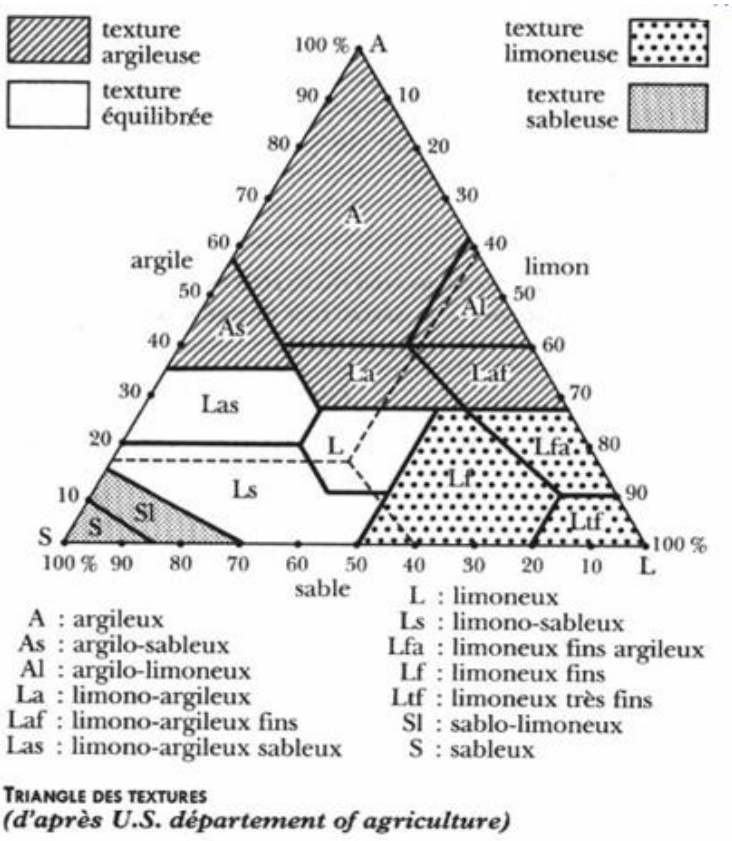


Figure 25 : Triangle des textures.

A la lecture du triangle des textures ci-après, nous choisirons d'assimilés les sols aux formations suivantes :

- Pour les remblais limoneux sableux (source diffuse et source concentrée en intérieur S11), à des sables limoneux (Sl),
- Pour l'argile à silex (source concentrée en extérieur : 7,5 - 9 m), à des limons argileux fins (Laf),
- Pour les graviers et sable jaune situés au-dessus de la source concentrée extérieure, à des graviers (S),
- Pour la craie blanche, situés en-dessous de la source concentrée extérieure, à des limons sableux (Ls).

Concernant les matériaux prévus pour remblayer la source S11, il s'agira de réutiliser en priorité des matériaux du site (remblai assimilables à des sables limoneux) ou des matériaux d'apport compactables assimilés - dans la suite de notre analyse – **à des graves sableuses.** Ils seront ensuite recouverts d'une dalle de béton de 10 cm d'épaisseur.

Dans les espaces extérieurs, les sols seront recouverts de 30 cm de terre végétale assimilée à des sables.

Les caractéristiques de ces formations disponibles dans la littérature seront retenues pour caractériser les sols présents en termes de porosité totale, perméabilité…

Ces choix seront discutés dans l'analyse des incertitudes.

Carbone Organique Total

Cette analyse permet de connaitre pour un sol la quantité de carbone « liée » à la matière organique. Le COT influe sur l'affinité entre certains polluants organiques et le sol. Les polluants organiques seront plus mobiles dans les sols présentant un taux de COT faible.

Les résultats des analyses de COT sont présentés dans le tableau suivant.

Paramètre	Unité	LQ	S39(0-1) Remblais sableux limoneux + cailloux + silex + brique	S40 (0-1) Remblais sableux limoneux + cailloux + silex + brique	S42 (0-1) Remblais limoneux et cailloux centimétrique
Matière sèche	%	0,01	88 ;4	94	93,3
COT	mg/kg Ms	1000	10 000	20 500	15 500

Tableau 20 : COT des terrains.

Les valeurs de COT mesurées dans les sols sont comprises entre 10 000 mg/kg (minimum) et 20 500 mg/kg (maximum). Quand on dispose de plusieurs analyses pour caractériser une même lithologie, on retient - de façon conservatoire - la valeur de COT la plus faible mesurée. Une valeur de COT **de 10 000 mg/kg** sera donc utilisée pour caractériser les remblais.

Aucune autre valeur n'est disponible pour les autres horizons. La même concentration sera retenue pour les argiles à silex, sable et gravier et craie.

Coupes TPH (Total Petroleum Hydrocarbons)

Aucune analyse de coupe TPH n'a été réalisée par l'APAVE.

8.2.3 SUBSTANCES PRESENTES DANS L'ENVIRONNEMENT

Origine des données

L'identification des substances présentes dans l'environnement s'appuie sur les campagnes d'investigations de terrain menées par l'APAVE entre 2021 et 2024.
Les principaux résultats sont présentés dans les pages suivantes.

Substances présentes dans les sols

Les principaux polluants dans les sols avant travaux avec les concentrations maximales sont donnés dans le tableau suivant.
La gestion des impacts est également précisée selon la nature des sources identifiées (diffuse dans les remblais, sources concentrées S11 et puisard).

Paramètres	Echantillon	Concentration maximale (mg/kg)	Source concernée	Gestion prévue
Cyanures totaux	S43 (8,5-9)	0,16	Concentrée puisard	confinement sous revêtement étanche
Antimoine	S22-A	4,91	Diffuse dans remblai	confinement
Arsenic	S37(0-1)	29	Diffuse dans remblai	confinement
Baryum	S42(0-1)	143	Diffuse dans remblai	confinement
Cuivre	S43(7,5-8,5)	5140	Concentrée puisard	confinement sous revêtement étanche
Cadmium	S43(9-10)	4220	Concentrée puisard	confinement sous revêtement étanche
Mercure	S22-A	2,2	Diffuse dans remblai	confinement
Plomb	S37(0-1)	214	Diffuse dans remblai	confinement
Chrome	S43(7,5-8,5)	5920	Concentrée puisard	confinement sous revêtement étanche
Nickel	S43(7,5-8,5)	227	Concentrée puisard	confinement sous revêtement étanche
Zinc	S43(7,5-8,5)	628	Concentrée puisard	confinement sous revêtement étanche
Etain	S37(0-1)	4,6	Diffuse dans remblai	confinement
Molybdène	S38(1-2)	5,78	Diffuse dans remblai	confinement
HC C5-C10	S43(8,5-9)	146	Concentrée puisard	confinement sous revêtement étanche
Sélénium	S15-A	0,56	Diffuse dans remblai	confinement
HCT	S11-A	1800	Concentrée S11	retrait
HAP	S42(0-1)	6,12	Diffuse dans remblai	confinement
Tétrachloroéthylène	S37(0-1)	0,14	Diffuse dans remblai	confinement
Dichlorométhane	S26-A	0,03	Diffuse dans remblai	confinement
Somme 7 PCB	S29-A	0,0019	Diffuse dans remblai	confinement

Impact appartenant à la source de pollution diffuse dans les remblais
Impact appartenant à la source de pollution concentrée S11
Impact appartenant à la source de pollution concentrée puisard

Tableau 21 : Concentrations maximales avant travaux

Au droit de la source concentrée S11, les concentrations en polluants après travaux seront inférieures à celles avant traitement. Le seuil de dépollution a en effet été fixé à 73,6 mg/kg. Pour la source concentrée extérieure puisard, et les pollutions diffuses qui resteront confinées, les concentrations en polluants seront inchangées.
Les concentrations maximales résiduelles après travaux sont les suivantes.

Paramètres	Echantillon	Concentration maximale (mg/kg)	Source concernée	Gestion prévue
Cyanures totaux	S43 (8,5-9)	0,16	Concentrée puisard	confinement sous revêtement étanche
Antimoine	S22-A	4,91	Diffuse dans remblai	confinement
Arsenic	S37(0-1)	29	Diffuse dans remblai	confinement
Baryum	S42(0-1)	143	Diffuse dans remblai	confinement
Cuivre	S43(7,5-8,5)	5140	Concentrée puisard	confinement sous revêtement étanche
Cadmium	S43(9-10)	4220	Concentrée puisard	confinement sous revêtement étanche
Mercure	S22-A	2,2	Diffuse dans remblai	confinement
Plomb	S37(0-1)	214	Diffuse dans remblai	confinement
Chrome	S43(7,5-8,5)	5920	Concentrée puisard	confinement sous revêtement étanche
Nickel	S43(7,5-8,5)	227	Concentrée puisard	confinement sous revêtement étanche
Zinc	S43(7,5-8,5)	628	Concentrée puisard	confinement sous revêtement étanche
Etain	S37(0-1)	4,6	Diffuse dans remblai	confinement
Molybdène	S38(1-2)	5,78	Diffuse dans remblai	confinement
HC C5-C10	S43(8,5-9)	146	Concentrée puisard	confinement sous revêtement étanche
Sélénium	S15-A	0,56	Diffuse dans remblai	confinement
HCT	S35(0,1-1)	729	Diffuse dans remblai	confinement
HAP	S42(0-1)	6,12	Diffuse dans remblai	confinement
Tétrachloroéthylène	S37(0-1)	0,14	Diffuse dans remblai	confinement
Dichlorométhane	S26-A	0,03	Diffuse dans remblai	confinement
Somme 7 PCB	S29-A	0,0019	Diffuse dans remblai	confinement

Impact appartenant à la source de pollution diffuse dans les remblais
Impact appartenant à la source de pollution concentrée puisard

Tableau 22 : Concentrations résiduelles maximales dans les sols.

Substances présentes dans les eaux souterraines

Aucun piézomètre n'est présent dans la zone d'étude. La qualité des eaux souterraines n'est pas connue, mais le risque de transfert des impacts présents dans les sols vers la nappe est jugé faible car les principaux impacts n'excèdent pas 9m de profondeur pour une profondeur de nappe attendue vers 30 m.

Dans l'air du sol

Les données disponibles dans l'air du sol sont issues des campagnes de prélèvement d'air sous-dalle menées par l'APAVE en septembre 2024 et avril 2025, et DEKRA en novembre 2025.

Les points de prélèvements sont donnés en Figure 12.

Les résultats analytiques sont présentés dans le tableau suivant.

Paramètres	ASD1=ASD4=ADS11			ASDS16	ASDS20	ASD2=ASD5		ASD3=ASD6		Concentrations maximales résiduelles après travaux	Ouvrage
	2024 (A)	2025 (A)	2025 (D)	2025 (D)	2025 (D)	2024 (A)	2025 (A)	2024 (A)	2025 (A)		
Mercure	n.a	<9	0,07	n.a	n.a	<9	<0,03	<9	<0,03	n.d.	-
MTBE	n.a	<10	<74	n.a	n.a	<10	<74	<10	<74	n.d.	-
BTEXN											
Naphtalène	<3,4	<2	<2	<4,1	<4,1	<2	<2	<2	<2	n.d.	-
Benzène	4,8	2,0	<1,5	11,1	<2,1	<2	<1,5	<2	<1,5	11,1	ASDS16
Toluène	7,2	<6	<6	254,5	<4,1	<6	<6	<6	<6	254,5	ASDS16
Ethylbenzène	<3,4	<3	<3	23,0	<4,1	<3	<3	<3	<3	23,0	ASDS16
m,p-Xylène	12,6	<3	9,6	36,5	12,0	<3	<3	<3	<3	36,5	ASDS16
o-Xylène	4,4	<2	1,8	30,8	<4,1	<2	<1,5	<3	<1,5	30,8	ASDS16
Somme Xylènes	17,0	n.d.	11,4	65,7	12,0	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	65,7	ASDS16
COHV											
1,1-Dichloroéthène	<3,4	n.a	<1,5	<4,1	<4,1	n.a	<1,5	n.a	<1,5	n.d.	-
Somme cis/trans-1,2-Dichloroéthylènes	n.d.	n.a	<1,5	143,7	20,7	n.a	<1,5	n.a	<1,5	143,7	ASDS16
Chlorure de Vinyle	<3,4	n.a	<1,5	<4,1	<4,1	n.a	<1,5	n.a	<1,5	n.d.	-
Dichlorométhane	<8,5	n.a	<1,5	<10,3	<10,3	n.a	<1,5	n.a	<1,5	n.d.	-
Trans-1,2-Dichloroéthylène	<6,8	n.a	<1,5	34,9	12,0	n.a	5,7	n.a	<1,5	34,9	ASDS16
1,1-Dichloroéthane	<6,8	n.a	<1,5	11,1	<8,3	n.a	3,0	n.a	<1,5	11,1	ASDS16
cis-1,2-Dichloroéthylène	<6,8	n.a	<1,5	106,7	8,7	n.a	<1,5	n.a	<1,5	106,7	ASDS16
Trichlorométhane	<6,8	n.a	<1,5	<8,2	<8,3	n.a	<1,5	n.a	<1,5	n.d.	-
1,2-Dichloroéthane	<6,8	n.a	<1,5	<8,2	<8,3	n.a	<1,5	n.a	<1,5	n.d.	-
1,1,1-Trichloroéthane	7,5	n.a	12,1	271,8	31,5	n.a	26,0	n.a	<1,5	271,8	ASDS16
Tétrachlorométhane	<6,8	n.a	<1,5	<8,2	<8,3	n.a	<1,5	n.a	<1,5	n.d.	-
Trichloroéthylène	15,3	n.a	48,5	874,4	347,7	n.a	142,7	n.a	7,4	874,4	ASDS16
1,1,2-Trichloroéthane	<6,8	n.a	<1,5	<8,2	<8,3	n.a	<1,5	n.a	<1,5	n.d.	-
Tétrachloroéthylène	289,5	n.a	263,3	127,3	103,5	n.a	36,7	n.a	45,5	127,3	ASDS16
TPH											
Somme Hydrocarbures aromatiques	88,6	3288,0	<74	1313,6	86,9	<79	<73,5	<79	<75,9	1313,6	ASDS16
Somme Hydrocarbures aliphatiques	2997,5	204602	482	188,8	n.d.	<79	<73,5	<79	<75,9	188,8	ASDS16
Hydrocarbures aliphatiques >C5-C6	<68,1	<80	<74	<82,1	<82,8	<79	<73,5	<79	<75,9	n.d.	-
Hydrocarbures aliphatiques >C6-C8	109,0	223,0	<74	98,5	<82,8	<79	<73,5	<79	<75,9	98,5	ASDS16
Hydrocarbures aliphatiques >C8-C10	749,4	18868,0	<74	90,3	<82,8	<79	<73,5	<79	<75,9	90,3	ASDS16
Hydrocarbures aliphatiques >C10-C12	1771,2	119417,0	217,0	<82,1	<82,8	<79	<73,5	<79	<75,9	n.d.	-
Hydrocarbures aliphatiques >C12-C16	374,7	65839,0	266,0	<82,1	<82,8	<79	<73,5	<79	<75,9	n.d.	-
Hydrocarbures aromatiques >C6-C7 (cf. benzène)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hydrocarbures aromatiques >C7-C8 (cf. toluène)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hydrocarbures aromatiques >C8-C10	74,9	81,0	<74	944,2	86,9	<79	<73,5	<79	<75,9	944,2	ASDS16
Hydrocarbures aromatiques >C10-C12	<68,1	723,0	<74	119,0	<82,8	<79	<73,5	<79	<75,9	119,0	ASDS16
Hydrocarbures aromatiques >C12-C16	<68,1	3288,0	<74	<82,1	<82,8	<79	<73,5	<79	<75,9	n.d.	-

Tableau 23 : Résultats d'analyses des gaz du sol

Les concentrations maximales attendues après travaux sont celles retenues pour les prélèvements ASDS16, ASD20, ASD2 (ASD5), et ASD3 (ASD6). En effet, les prélèvements ASD1 / ASD4 / ASDS11 se situent dans la zone source concentrée S11 qui sera traitée. Ainsi, après travaux, il est considéré qu'il n'existera plus aucune source de pollution volatile dans cette zone.

Les substances concernées par le dégazage des sols sont :

- le mercure (à l'état de trace), mais dans la configuration après travaux il ne sera plus présent (il a été mesuré au droit de la source concentrée S11 qui sera traitée),
- des BTEX, dont les plus forts niveaux de concentrations seront attendus en zone extérieure (le prélèvement ASDS16 se situant dans une zone qui sera réaménagée en espace vert,
- des hydrocarbures aromatiques et aliphatiques, dont les plus forts niveaux de concentrations seront attendus en zone extérieure (le prélèvement ASDS16 se situant dans une zone qui sera réaménagée en espace vert.

Propriétés des polluants identifiés

Les principaux polluants identifiés dans les milieux investigués sont les hydrocarbures totaux (HCT) et volatils (HCV), des éléments traces métalliques, des COHV et dans une moindre mesure, des cyanures, des HAP, des BTEX et des PCB.

Les éléments traces métalliques sont relativement stables dans les sols bien qu'une fraction puisse être mobilisée par lixiviation par les eaux d'infiltration. Le mercure peut, sous certaines conditions, se trouver sous une forme volatile.

Les hydrocarbures (HCV, HCT, HAP) sont des substances constituées de chaines carbonées saturées (hydrocarbures aromatiques) ou insaturées (hydrocarbures aliphatiques). La mobilité et la volatilité des hydrocarbures sont inversement proportionnelles au nombre d'atomes de carbone au sein des chaines.

Ainsi, les HCV sont les plus mobiles des hydrocarbures.

Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) sont peu volatils et peu solubles. Seul le naphtalène est considéré comme semi-volatil.

Les BTEX sont volatils et relativement mobiles dans les sols (benzène le plus mobile et xylènes les moins mobiles). Ils seront assez facilement entraînés vers les eaux souterraines par lixiviation et auront tendance de par leur faible densité (<1) à s'accumuler à la surface de la nappe.

Les COHV présentent une faible solubilité, une faible miscibilité. Leurs autres propriétés (densité, volatilité) varient avec la masse moléculaire. Ils sont dans l'ensemble considérés comme mobiles dans les sols et volatils. Avec leur densité supérieure à 1, une fois entraînés vers la zone saturée, ils ont tendance à s'accumuler au fond des aquifères.

Les BTEX, les COHV et certains HAP présentent des caractéristiques physico-chimiques qui leur donnent la capacité de traverser certains matériaux constitutifs des parois des réseaux d'adduction en eau potable ; c'est l'effet dit de « perméation ».

Les **cyanures** sont moyennement mobiles dans les sols. Leur mobilité est d'autant plus faible que le pH est bas. Ils sont très solubles dans l'eau et peu volatils.

8.2.4 SCHEMA CONCEPTUEL RETENU POUR L'ARR

Le schéma conceptuel s'appuie sur les informations collectées dans le cadre de la présente analyse. Il se présente sous la forme d'un graphique synthétique rassemblant les cas possibles d'exposition directe ou indirecte aux polluants.

Il identifie :

- Le scenario étudié et les cibles associées (personnes exposées, milieux sensibles…) ;
- Les sources de pollution ;
- Les voies de transfert ;
- Les voies d'exposition.

Scénario modélisé – Cibles retenues

La configuration considérée est celle présentée dans le paragraphe 8.2.1 du présent livrable. Il s'agit d'une ancienne friche industrielle qui sera réhabilitée en espace d'accueil économique et culturel.
Les cibles retenues sont les futurs employés de la zone d'étude, travaillant à l'intérieur des bâtiments et fréquentant les espaces extérieurs ainsi que du public.

A la lecture des résultats des analyses granulométriques, nous considérerons que les terrains en place sont constitués :

- Pour les remblais – source diffuse et source concentrée S11 de sables limoneux (Sl),
- Pour la source concentrée puisard : des limons argileux fins (Laf),

Concernant les matériaux prévus pour remblayer la source S11, il s'agira de réutiliser en priorité des matériaux du site (remblai assimilables à des sables limoneux) ou des matériaux d'apport compactables assimilés à des graves sableuses.

Les matériaux qui seront utilisés en recouvrement des sols en extérieur à des sables.

Sources de pollution – Nature des polluants

Les principales sources de pollution sont celles décrites dans les paragraphes précédents. Les polluants identifiés dans l'environnement sont recensés au paragraphe précédent ; il s'agit principalement des hydrocarbures totaux (HCT) et volatils (HCV), des éléments traces métalliques, des COHV et dans une moindre mesure, des cyanures, des HAP, des BTEX et des PCB.

Voies de transfert retenues

Les voies de transfert des polluants identifiés sont liées à la nature de l'environnement, des polluants potentiels et à la configuration du site.
Les polluants présents possèdent des propriétés volatiles (mercure, hydrocarbures, COHV et BTEX). Le transfert par dégazage de polluants à partir des sols est donc retenu.

Le transfert de polluants des sols vers la nappe n'est pas retenu.

Les transferts par envol de poussières ne sont pas retenus du fait de la mise en place d'un géotextile et de 30 cm de terre d'apport en recouvrement des sols nus dans les futurs espaces extérieurs.

Les transferts par perméation de polluants au travers de canalisations d'eau potable ne sont pas retenus car de nouvelle tranchées doivent être réalisées pour le passage des canalisations d'eau potable.

Enfin, les autres voies théoriques de transfert seront exclues dans le cadre de cette analyse :

- absence de potager en pleine terre, d'élevage → pas de transfert vers des végétaux consommés ou des animaux.

Milieux et voies d'exposition

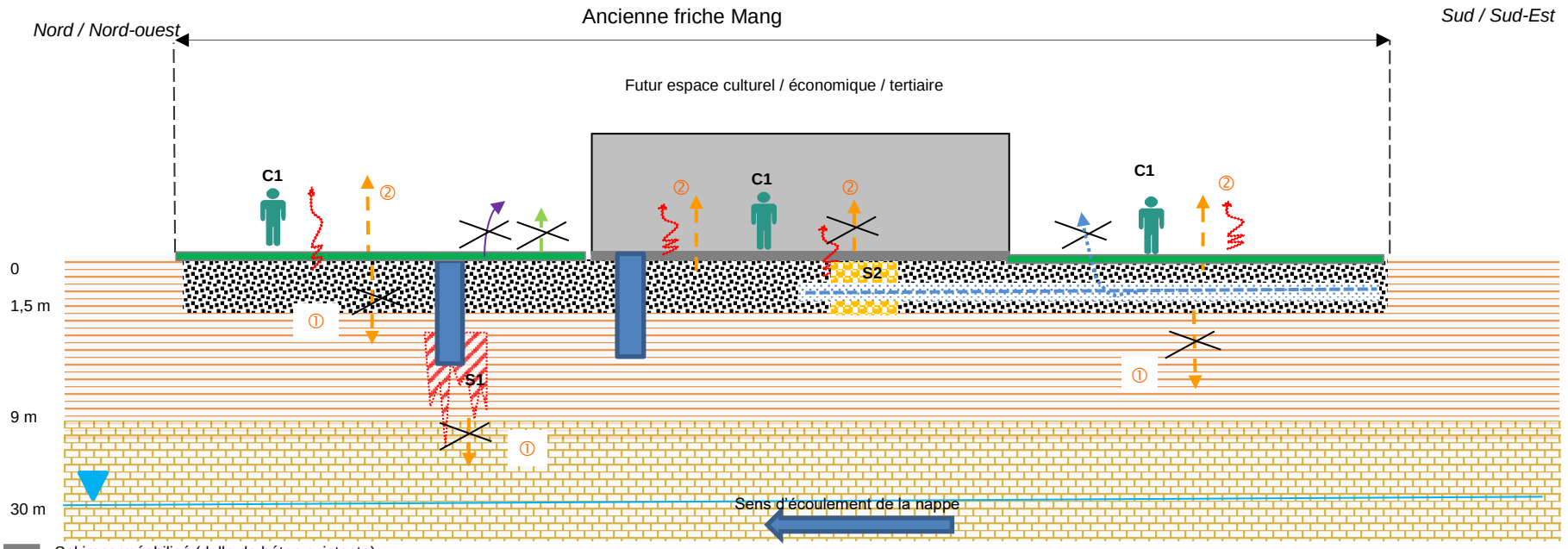
Une voie d'exposition est un mécanisme par lequel une substance pénètre dans l'organisme.
Le détail des voies d'exposition est donné dans le tableau suivant.

VOIES D'EXPOSITION POTENTIELLES	SELECTION POUR L'EVALUATION	JUSTIFICATION
Ingestion directe de sol et/ou de poussières	Non	Présence d'un recouvrement des sols nus dans les zones extérieures
Adsorption cutanée de sols et/ou de poussières	Non	
Inhalation de polluants adsorbés sur les sols	Non	
Inhalation de polluants sous forme gazeuse	**Oui**	**Présence de polluants volatils dans les sols et les gaz du sol.**
Absorption cutanée de polluants sous forme gazeuse	**Oui**	
Inhalation de vapeurs d'eau polluée	Non	Pas d'usage de la nappe
Absorption d'eau contaminée	Non	Pas de perméation dans les canalisations AEP retenue (dispositions constructives)
Ingestion de végétaux cultivés sur site	Non	Pas de zones cultivées sur site
Ingestion d'aliments d'origine animale chassés, péchés ou élevés sur site ou à proximité.	Non	Pas d'élevage ou de chasse sur site

Tableau 24 : Récapitulatif des voies d'exposition potentielles.

Schéma conceptuel

Le schéma conceptuel du site après travaux est présenté en page suivante.



DEKRA	CA du Pays de Dreux – 16 route de Chartres - VERNOUILLET (28)	Référence	54415737
	Figure 26 : Schéma conceptuel configuration après travaux	Source :	DEKRA

8.3 EVALUATION DES DANGERS

8.3.1 PRINCIPE DE L'EVALUATION DES DANGERS

L'évaluation du potentiel dangereux des substances consiste à identifier les effets indésirables qu'une substance est intrinsèquement capable de provoquer chez l'homme.

Pour évaluer les dangers d'une substance, il est nécessaire de connaître :

- Son comportement dans l'environnement, qui est déterminé par ses caractéristiques physico-chimiques (solubilité, volatilité…) ;
- Ses effets sur la santé, qui consiste à identifier les effets indésirables qu'une substance est intrinsèquement capable de provoquer chez l'homme, et de définir les valeurs de référence qui représentent la limite entre le risque acceptable et le risque inacceptable.

L'ensemble des éléments concernant l'évaluation des dangers est présenté en annexe.

Cf. Annexe 5 : Evaluation des dangers.

8.3.2 TOXICOLOGIE DES SUBSTANCES

Dans le cadre d'une ARR, les éléments suivants sont recherchés :

- L'identification du potentiel dangereux des substances : effets toxiques aigus, chroniques, effets cancérigènes, organes cibles,
- L'évaluation de la relation dose-effet qui a pour but de définir une relation quantitative entre la dose ou la concentration absorbée ou administrée et l'incidence de l'effet délétère. On recherche alors les Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR).

Pour les substances à seuil :

Les effets néfastes apparaissent à partir d'une certaine concentration d'exposition. On recherche les valeurs des doses de référence (RfD pour la voie orale) et concentration de référence (RfC pour la voie inhalation). Ces valeurs correspondent à des niveaux d'exposition sans risque appréciable d'effets néfastes sur l'homme.

Pour les substances sans seuil (cancérigènes, mutagènes ou reprotoxiques) :

Il n'y a pas de niveau d'exposition sans risque, il y a un risque dès la première exposition. Les valeurs toxicologiques de références sont exprimées sous forme d'Excès de Risque Unitaire (ERUo pour la voie orale et ERUi pour la voie inhalation) qui expriment la relation entre le niveau d'exposition et la probabilité supplémentaire de développer l'effet cancérigène.

Les informations recueillies en termes de toxicité des substances sont présentées en annexe.

Choix des VTR

Les VTR sont établies expérimentalement par des organismes de santé de notoriété internationale ou nationale. Les valeurs proposées peuvent donc diverger en fonction de l'organisme qui les établit ou encore en fonction des conditions expérimentales.

La note d'information n°DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 aide à la sélection des VTR proposées en recommandant de respecter la hiérarchisation suivante :

- En premier lieu, sélectionner les VTR construites par l'ANSES si elles existent ;
- En second lieu, si une expertise nationale a été menée, retenir les VTR issues de la sélection approfondie réalisée dans le cadre de l'expertise (sous réserve que l'expertise soit postérieure à la date de parution de la VTR la plus récente) ;
- Sinon, sélectionner la VTR la plus récente parmi les trois bases de données suivantes : l'US-EPA[2], l'ASTDR[3], ou l'OMS[4], sauf s'il est fait mention par l'organisme de référence que la VTR n'est pas basée sur l'effet survenant à la plus faible dose et jugé pertinent pour la population visée ;
- Enfin, si aucune VTR n'est retrouvée dans les quatre bases de données précédentes, choisir la plus récente proposée par Santé Canada[5], RIVM[6], l'OEHHA[7] ou l'EFSA[8].

Les sources suivantes sont retenues, lorsque pertinentes :

- Page internet : « Liste des valeurs toxicologiques de références (VTR) construites par l'ANSES » ;
- Rapport Ineris – 204119 – 2730827 – v1.0 du 20/01/2022 : Bilan des choix des VTR disponibles sur le portail des substances chimiques de l'INERIS – Mise à jour à fin 2021.
- Rapport n°DCR-03-47026-ETSC-BDo-N°03DR177 : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (INERIS, décembre 2003).

8.3.3 PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUES DES SUBSTANCES

Les propriétés physico-chimiques des différentes substances sélectionnées sont également répertoriées en annexe. Quelques propriétés sont à remarquer :

La pression de vapeur

Elle indique la tendance d'un composé à être volatilisé depuis sa phase libre. Plus la pression de vapeur est importante, plus il pourra être volatilisé.

A titre indicatif, une pression de vapeur supérieure à 1 mm Hg indique une forte tendance à la volatilisation. Si elle est inférieure à 10^{-3} mm Hg, le composé aura une faible tendance à la volatilisation.

[2] US-EPA : United States – Environmental Protection Agency – http.epa.gov.iris/

[3] ATSDR : Agency for Toxic Substances and Disease Registry (Etats-Unis) – http://atsdr.cdc.gov/

[4] OMS : Organisation Mondiale de la Santé

[5] Santé Canada : http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/contaminants/psl1-lsp1/index-fra.php

[6] RIVM : Rijksinstituut voor Volksgesondheit en Milieu. Institu national de la santé publique et de l'environnement (Pays-Bas) http://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/711701025.pdf

[7] OEHHA : Office of Environnmental Health Hazard Assessment (antenne californienne de l'US-EPA) http://www/oehha.ca.gov/risk/ChemicalDB.index.asp

[8] EFSA : European Food Safety Authority – http://www/efsa.europa.eu/fr/

Pour illustration :

Substance	Pression de vapeur (mm Hg)
Trichloroéthylène	69 (élevée)
Hydrocarbures aliphatiques C16-C35	$5{,}8.10^{-3}$ (faible)

La constante de Henry :

Elle indique la tendance d'un composé à être volatilisé à partir d'une phase aqueuse. Plus la constante **H** est élevée, plus le composé est volatil.

A titre indicatif, une constante de Henry supérieure à 0,04 indique une forte tendance à la volatilisation, tandis qu'une constante de Henry inférieure à 0,0004 indique une faible tendance à la volatilisation.

Pour illustration :

Substance	H
Trichloroéthylène	0,422 (assez élevée)
Hydrocarbures aliphatiques C16-C35	6400 (très élevée)

Les coefficients d'adsorption :

Le coefficient de partition octanol-eau, **Kow**, indique la tendance du composé à être adsorbé sur les particules solides ou la matière organique.

Le coefficient d'adsorption sur la matière organique, **Koc**, indique la tendance du composé à être adsorbé sur la matière organique spécifiquement. Plus ces valeurs sont importantes plus le composé est adsorbable.

Pour illustration :

Substance	Log Kow	Koc
Trichloroéthylène	2,7	111-170
Hydrocarbures aliphatiques C16-C35	8,9	109

8.3.4 SELECTION DES SUBSTANCES RETENUES

Principes de sélection des substances

En première approche, l'ensemble des substances détectées dans les sols et les gaz du sol est retenu.

Pour la source de pollution diffuse (intérieure et extérieure du bâtiment), on retiendra en priorité et en première approche les substances détectées dans les gaz du sol (soit les TPH, les BTEX et les COHV). Cette approche est plus réaliste car elle permet de s'affranchir de la modélisation liée au dégazage des polluants contenus dans les sols. Les concentrations retenues sont celles issues des airs sous-dalle en tout point à l'exception de la zone source concentrée S11 qui sera traitée et qui sera remblayée avec des remblais du site (pollution diffuse).

Pour modéliser la source concentrée en extérieure entre 7,5 et 9 m nous ne disposons pas de données dans les gaz du sol. Les concentrations mesurées dans les sols sur brut seront donc retenues.

Puis, les critères spécifiques de sélection des substances seront :

- La présence et la concentration de la substance dans le milieu de transfert (ie : les gaz du sol pour l'inhalation) ;
- Pour l'exposition par inhalation : le potentiel de volatilisation, traduit par de fortes valeurs de pression de vapeur et de constante de Henry ;

L'existence de valeurs toxicologiques de référence pour les voies d'exposition retenues (fortes valeurs de l'ERUi pour les substances cancérigènes et faibles valeurs de RfC pour les substances non cancérigènes).

Composés non retenus

Substances non quantifiées

Les substances non détectées dans les milieux investigués ne seront pas retenus dans la suite de l'étude (teneurs inférieures aux limites de quantification). Il s'agit :

Dans les gaz du sol, des composés suivants :

- du mercure, quantifié dans la zone de la source S11 qui sera traitée. Il n'a pas été quantifié sur les autres points de prélèvements, par conséquent, après travaux aucune anomalie en mercure n'est attendue ;
- du MTBE, naphtalène, certains COHV (1,1-dichloroéthylène, chlorure de vinyle, dichlorométhane, trichlorométhane, 1,2-dichloroéthane, tétrachlorométhane, 1,1,2-trichloroéthane), des hydrocarbures aliphatiques C5-C6.

Et dans les sols :

- du naphtalène,
- de tous les COHV à l'exception du dichlorométhane, du trichloroéthylène et tétrachloroéthylène,
- des congénères suivants : PCB28 et PCB52,
- du benzène, toluène, éthylbenzène.

Faible potentiel de volatilisation

Les métaux ne disposent pas de propriétés volatiles, à l'exception du mercure dans certaines conditions. Ils ne sont donc pas concernés par la voie d'exposition par inhalation.

Concernant le mercure, celui-ci est détecté dans les sols à des teneurs variables, faibles à modérées. Il n'a été quantifié dans les gaz du sol à une concentration équivalente au seuil de quantification du laboratoire que lors d'une campagne et sur la zone source S11 qui sera traitée. Par conséquent il ne sera pas retenu dans la suite de l'étude.

Absence de valeurs toxicologiques de référence

Les coupes d'hydrocarbures présentant plus de 16 atomes de carbone ne disposant pas de VTR relative à l'inhalation. Les hydrocarbures HC > C16 ne seront pas retenus dans l'évaluation du risque lié à cette voie d'exposition.

Substances quantifiées, mais dont les concentrations ne constituent pas un impact avéré sur les sols

Certaines substances ont été détectées dans les sols bruts mais à des concentrations peu significatives, qui n'apparaissent pas susceptibles d'engendrer un dégazage sensible au vu de leur faible volatilité.

C'est le cas :

- Des 16 HAP recherchés, qui ne sont présents dans les sols qu'à des concentrations faibles (au maximum 6,12 mg/kg). De plus, le naphtalène (HAP le plus volatil) n'est pas détecté dans les gaz de sol.
- Des PCB qui ne sont présents dans les sols qu'à des concentrations faibles (au maximum 0,019 mg/kg).
- Des cyanures qui ne sont présents dans les sols qu'à des concentrations faibles (au maximum 0,16 mg/kg).

Ainsi, le choix est fait de ne pas retenir les HAP, PCB et cyanures.

Substances retenues à l'issue de la démarche

A l'issue de la démarche, les substances retenues pour la voie inhalation sont les suivantes :

- Les BTEX : Benzène, Toluène, Ethylbenzène, Xylènes (m, p et o-xylène) ;
- Les hydrocarbures aliphatiques C6 à C16 ;
- Les hydrocarbures aromatiques C8 à C16 ;
- Les COHV suivants : cis/trans-1,2-dichloroéthylène, 1,1-dichloroéthane, 1,1,1-trichloroéthane, trichloroéthylène et tétrachloroéthylène.

8.3.5 CONCENTRATIONS RETENUES

Les concentrations retenues pour les calculs des risques sanitaires sont présentées ci-après, par typologie de source.

Source diffuse en extérieure et intérieure

Les concentrations retenues pour le calcul des doses d'exposition pour la source diffuse en zone extérieure et dans le bâtiment à réhabiliter sont les teneurs maximales mesurées dans les gaz de sol au droit des ouvrages ASDS16, ASDS20, ASD3/ASD6. Ces concentrations sont jugées plus représentative du dégazage réel des milieux car elles permettent de s'affranchir d'une étape de modélisation (dégazage des sols / eaux souterraines vers l'air du sol) et des incertitudes associées. De plus, ces teneurs apparaissent réalistes dans le cadre de la présence ARR car aucun travaux n'est prévu pour le traitement de ces impacts au droit des zones de mesure.

Ainsi, les teneurs retenues sont données dans le tableau ci-après.

Paramètres	ASDS16	ASDS20	ASD2=ASD5		ASD3=ASD6		Concentrations maximales résiduelles après travaux - source diffuse
	2025 (D)	2025 (D)	2024 (A)	2025 (A)	2024 (A)	2025 (A)	
BTEXN							
Benzène	11,1	<2,1	<2	<1,5	<2	<1,5	11,1
Toluène	254,5	<4,1	<6	<6	<6	<6	254,5
Ethylbenzène	23,0	<4,1	<3	<3	<3	<3	23,0
m,p-Xylène	36,5	12,0	<3	<3	<3	<3	36,5
o-Xylène	30,8	<4,1	<2	<1,5	<3	<1,5	30,8
Somme Xylènes	65,7	12,0	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	65,7
COHV							
Somme cis/trans-1,2-Dichloroéthylènes	143,7	20,7	n.a	<1,5	n.a	<1,5	143,7
Trans-1,2-Dichloroéthylène	34,9	12,0	n.a	5,7	n.a	<1,5	34,9
1,1-Dichloroéthane	11,1	<8,3	n.a	3,0	n.a	<1,5	11,1
cis-1,2-Dichloroéthylène	106,7	8,7	n.a	<1,5	n.a	<1,5	106,7
1,1,1-Trichloroéthane	271,8	31,5	n.a	26,0	n.a	<1,5	271,8
Trichloroéthylène	874,4	347,7	n.a	142,7	n.a	7,4	874,4
Tétrachloroéthylène	127,3	103,5	n.a	36,7	n.a	45,5	127,3
TPH							
Somme Hydrocarbures aromatiques	1313,6	86,9	<79	<73,5	<79	<75,9	1313,6
Somme Hydrocarbures aliphatiques	188,8	n.d.	<79	<73,5	<79	<75,9	188,8
Hydrocarbures aliphatiques >C6-C8	98,5	<82,8	<79	<73,5	<79	<75,9	98,5
Hydrocarbures aliphatiques >C8-C10	90,3	<82,8	<79	<73,5	<79	<75,9	90,3
Hydrocarbures aromatiques >C8-C10	944,2	86,9	<79	<73,5	<79	<75,9	944,2
Hydrocarbures aromatiques >C10-C12	119,0	<82,8	<79	<73,5	<79	<75,9	119,0

Tableau 25 : Teneurs sur les gaz de sol au droit de la source diffuse

Source concentrée intérieure S11

Nous estimons qu'après le retrait de la source concentrée S11, les niveaux de concentrations en composés volatils qui ont été mesurés dans les air sous dalle ASD1, ASD4 et ASDS11 seront inférieures au seuil de détection du laboratoire.

Toutefois, la priorité étant de réutiliser les remblais du site et notamment les terres de merlon localisées en Figure 4, pour le comblement de la fouille, nous estimons qu'après travaux il existera des pollutions résiduelles diffuses provenant du dégazage des polluants depuis les remblais. Les concentrations résiduelles attendues peuvent être assimilées à la source diffuse dont les concentrations sont données en Tableau 25. Les concentrations retenues pour le calcul des doses d'exposition pour la source concentrée intérieure sont jugées représentatives de l'état des milieux après travaux.

Il a été retenu en seuil de coupure pour cette zone, une concentration en HCT dans les sols de 73,6 mg/kg. Cette valeur ne sera pas retenue pour le calcul des doses d'exposition. En effet, cette concentration est inférieure au maximum résiduelle pour la source diffuse (729 mg/kg). Par conséquent, valider l'exposition à la pollution diffuse avec les données sur les gaz du sol revient à valider d'un point de vue sanitaire le seuil de coupure.

Source concentrée extérieure - puisard

La gestion de cette source est le confinement sous revêtement étanche.

Au regard de la profondeur de la source (entre 7,5 et 9 m), de l'absence de transfert vers les autres milieux (eau souterraine, superficielle) et d'exposition direct (ingestion de sol ou de poussière), les seuls risques d'exposition aux polluants concernent l'inhalation des composés volatils. Nous ne disposons pas de données sur les gaz du sol dans la zone source concentrée « puisard » par conséquent, seuls les résultats des concentrations en composés volatils sur sols bruts seront donc pris en compte.

Les paramètres et concentrations retenues sont donnés dans le Tableau 26.

NB : la répartition des fractions aromatiques et aliphatiques pour les hydrocarbures a été déduite à partir des résultats des concentrations en HC C5-C10 qui indiquaient 15% de fractions aromatiques et 85 % de fractions aliphatiques. La même proportion a été retenue pour le calcul des fractions C10 à C35.

Paramètres	Unité	Concentration maximale source concentrée extérieure
HYDROCARBURES TOTAUX C10-C40		
> C10-C12 inclus	mg/kg MS	8,88
> C12-C16 inclus	mg/kg MS	9,43
> C16-C20 inclus	mg/kg MS	54,81
> C20-C24 inclus	mg/kg MS	177,4
> C24-C28 inclus	mg/kg MS	202,3
> C28-C32 inclus	mg/kg MS	179,6
> C32-C36 inclus	mg/kg MS	216,3
> C36-C40 inclus	mg/kg MS	144,9
Hydrocarbures totaux C10-C40	mg/kg MS	683
HCT C10-C16	mg/kg MS	17,4
HCT C16-C22	mg/kg MS	118
HCT C22-C30	mg/kg MS	438
HCT C30-C40	mg/kg MS	361
HYDROCARBURES VOLATILS C5-C10		
C5-C6 Aliphatiques	mg/kg MS	0
>C6-C8 Aliphatiques	mg/kg MS	0
>C8-C10 Aliphatiques	mg/kg MS	123
C6-C9 Aromatiques	mg/kg MS	22,9
>C9-C10 Aromatiques	mg/kg MS	0
C5-C10 Total	mg/kg MS	146
%aromatique		15%
%aliphatique		85%

Paramètres	Unité	Concentration maximale source concentrée extérieure
HYDROCARBURES TOTAUX C10-C40		
Aliphatic nC5-nC6	mg/kg MS	0
Aliphatic nC6-nC8	mg/kg MS	0
Aliphatic nC8-nC10	mg/kg MS	123
Aliphatic nC10-nC12	mg/kg MS	7,548
Aliphatic nC12-nC16	mg/kg MS	8,0155
Aliphatic nC16-nC35	mg/kg MS	705,8485
Aromatic nC5-nC7 benzène	mg/kg MS	0
Aromatic nC7-nC8 toluène	mg/kg MS	0
Aromatic nC8-nC10	mg/kg MS	0
Aromatic nC10-nC12	mg/kg MS	1,332
Aromatic nC12-nC16	mg/kg MS	1,4145
Aromatic nC16-nC21	mg/kg MS	8,2215
Aromatic nC21-nC35	mg/kg MS	116,34
HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES		
Naphtalène	mg/kg MS	0
Acénaphtylène	mg/kg MS	0
Acénaphtène	mg/kg MS	0,11
Fluorène	mg/kg MS	0,11
Phénanthrène	mg/kg MS	0,4
Anthracène	mg/kg MS	0,084
Fluoranthène	mg/kg MS	0,44
Pyrène	mg/kg MS	0,25
Benzo(a)anthracène	mg/kg MS	0,14
Chrysène	mg/kg MS	0,16
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg MS	0,25
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS	0,1
Benzo(a)pyrène	mg/kg MS	0,15
Dibenzo(ah)anthracène	mg/kg MS	0,051
Benzo(ghi)pérylène	mg/kg MS	0,22
Indeno(1,2,3-c,d)pyrène	mg/kg MS	0,18
Somme des HAP (16)	mg/kg MS	2,25
COMPOSES ORGANO HALOGENES VOLATILS		
Somme des COHV	mg/kg MS	n.d
COMPOSES AROMATIQUES VOLATILS (BTEX)		
BTEX totaux	mg/kg MS	n.d

Tableau 26 : Teneurs sur les sols bruts pour la source concentrée extérieure

8.4 EVALUATION DES EXPOSITIONS

8.4.1 DEFINITION DES CONCENTRATIONS D'EXPOSITION

Dans cette phase, il s'agit de quantifier les doses de substances auxquelles sont exposées les cibles.

Les doses d'exposition, pour un type de cible, une substance et une voie d'exposition donnée sont détaillées dans les chapitres suivants.

Formule générale de calcul de l'exposition

Pour la voie orale et la voie cutanée, la formule de la dose journalière d'exposition est, pour une substance et une voie d'exposition :

$$DJE\ (mg/kg_{pc}/j) = \frac{C_{env}.Q_{adm}.F.D_{exp}}{P.D_{moy}}$$

avec C_{env} : concentration dans le milieu administré (air, eau, aliment...) (mg/kg)

Q_{adm} : quantité de milieu administrée par voie d'exposition (orale/cutanée) (kg/j)

F : fréquence d'exposition (jour/an)

D_{exp} : durée d'exposition en années (unité : an) ; *6 ans / enfant et 30 ans / adulte*

P : poids corporel (unité : kgpc) ; *15 kg / enfant, ou 70 kg / adulte*

D_{moy} : durée sur laquelle l'exposition est moyennée (unité : jours), *c'est-à-dire Dexp pour le calcul de la dose d'exposition pour un effet à seuil et Dvie = 70 ans pour un effet sans seuil*

Calcul de l'exposition pour la voie respiratoire

Pour la voie respiratoire, la dose journalière d'exposition est remplacée par la concentration moyenne inhalée, CI, par jour :

$$CI\,(mg/m^3) = \sum_i (C_i.t_i).\frac{F.fr.D_{exp}}{D_{moy}}$$

avec Ci : concentration en polluants dans l'air inhalé pendant la fraction de temps ti (mg/m^3)

ti : fraction de temps exposé à la concentration Ci pendant une journée (sans unité)

F : fréquence d'exposition (jour/an)

fr : facteur de rétention des poussières dans les poumons (sans unité) ; 0,75

Dexp : durée d'exposition (unité : an) ; 6 ans / enfant et 30 ans / adulte

Dmoy : durée sur laquelle l'exposition est moyennée (unité : jours) ; c'est-à-dire Dexp pour le calcul de la dose d'exposition pour un effet à seuil et Dvie = 70 ans pour un effet sans seuil

L'exposition totale à une substance pour un scénario et un récepteur est la somme des expositions par chacune des voies d'expositions.

8.4.2 EVALUATION LIEE A L'INHALATION DE VAPEURS

Outil de l'évaluation

L'équation permettant de déterminer les CI (concentrations inhalées) présentée au paragraphe précédent a été utilisée pour l'évaluation des expositions liées à l'inhalation de vapeurs.

Les concentrations dans l'air ont été estimées à partir d'un code de calcul permettant de simuler les phénomènes de dégazage des substances depuis les sols et ou la nappe.

Les équations du logiciel RISC 4.0 (développé par BP oil International version de 2001) réécrites sous Excel ont été utilisées pour l'évaluation des expositions dans l'air.

La modélisation des expositions aux vapeurs dans l'air intérieur et extérieur à partir des sols a été réalisée à partir équations de *Johnson & Ettinger (1991)* utilisées avec une source de pollution infinie.

Le transfert de vapeur est conditionné par un mouvement diffusif (équations de *Millington and Quirck* et équation de *Fick)* et un mouvement convectif induit par les effets de la ventilation.

Les équations utilisées pour réaliser ces simulations sont présentées en annexe.

Cf. Annexe 6 : Détail des calculs de l'ARR.

Valeurs des paramètres

Les valeurs des paramètres permettant d'estimer les concentrations *dans l'air intérieur et extérieur*, par dégazage des substances *depuis les sols et la nappe*, ont été déterminés à partir :

- Des données de terrain (par ex : profondeur de la source sol, teneur en matière sèche …) ;
- Des données de la littérature pour les paramètres non mesurés (ex : porosité du sol), en se basant sur des valeurs adaptées à la réalité du terrain.

Les valeurs des paramètres permettant de calculer les CI sont présentées dans les tableaux suivants :

- Valeurs des paramètres d'exposition pour les cibles ;
- Valeurs des paramètres de modélisation.

Paramètres d'exposition des cibles

Les cibles retenues pour la suite de l'évaluation sont :

Cible 1 : un employé (adultes avertis) travaillant 8 heures par jour dans le bâtiment et 2h par jour sur les espaces extérieurs adjacents. La cible est exposée à la source de pollution diffuse et concentrée extérieure.

Cible 2 : un employé (adultes avertis) travaillant 8 heures par jour dans le bâtiment et 2h par jour sur les espaces extérieurs adjacents et les mêmes espaces en week-end à une fréquence de 8h par mois (4h intérieur et 4 h extérieur). La cible est exposée à la source de pollution diffuse et concentrée extérieure.

Cible 3 : un enfant de 0 à 6 ans fréquentant les espaces d'accueil à une fréquence de 8h par semaine (4h intérieur et 4 h extérieur). La cible est exposée à la source de pollution diffuse et concentrée extérieure.

Le budget-temps associé est présenté ci-dessous.

Paramètre		unité	Cible 1 employé	Cible 2 employé et visiteur	Cible 3 enfant
Dexp	Durée d'exposition	An	42	70	6
Fexp	Fréquence d'exposition	Jr/an	220	232	52
T_{INT}	Taux d'exposition en intérieur	-	8h/24h	Semaine : 8h/24h Visiteur : 4h par mois	4h / semaine
T_{EXT}	Taux d'exposition en extérieur	-	2h/24h	Semaine : 2h/24h Visiteur : 4h par mois	4h / semaine

Tableau 27 : Valeur des paramètres d'exposition pour les cibles étudiées.

Durée d'exposition

Pour la cible Employé, la durée d'exposition de 42 ans correspond à la totalité de la vie active ; cette hypothèse est majorante puisqu'elle implique que la personne travaillera toute sa vie au même endroit.

Pour la cible Employé visiteur la durée d'exposition de 42 ans correspond à la totalité de la vie active et de la durée estimée pour la fréquentation du lieu culturel 8h par mois pour toute sa vie ; cette hypothèse est majorante puisqu'elle implique que la personne travaillera toute sa vie au même endroit et qu'il se rendra une fois par mois sur le lieu en plus de son temps de travail.

Pour la cible Enfant la durée d'exposition de 6 ans correspond à la période de 0 à 6 ans communément retenue dans ce genre d'étude pour un enfant qui fréquentera le site 8h par semaine pendant toute cette période. Cette hypothèse est donc majorante puisqu'elle implique que l'enfant se rendra sur le site une fois par semaine pendant 6 ans.

Fréquence d'exposition :

La fréquence d'exposition de 220 jours/an correspond au nombre légal de jours travaillés en France par an pour la cible employé.

La fréquence d'exposition de 232 jours/an pour la cible employé et visiteur, correspondant à 220 jours/an pour le travail et 12 jours par an de manière occasionnelle.

La fréquence d'exposition de 52 jours/an pour la cible enfant.

Fraction de temps passé à l'intérieur / à l'extérieur :

Pour les cibles étudiées, nous avons considéré une exposition de :

- Pour la cible employé : 10h/24 (journée de travail) réparties entre l'intérieur (8h) du bâtiment et les espaces extérieurs (2h),
- Pour la cible employé visiteur : 10h/24 (journée de travail) réparties entre l'intérieur (8h) du bâtiment et les espaces extérieurs (2h) et une journée de 8h par mois (visiteur) réparties équitablement entre l'intérieur et l'extérieur(2x4h),
- Pour la cible enfant : 8h par semaine (4h intérieur et 4 h extérieur).

Paramètres de modélisation

Dispositions constructives

Les dispositions constructives retenues pour modéliser les expositions correspondent aux principales caractéristiques du bâtiment existant. Il s'agit d'un bâtiment industriel de plain-pied qui sera réaménagé.

Le cloisonnement à l'intérieur du bâtiment est amené à être revu dans le cadre du projet. Ainsi**, dans une approche majorante**, nous avons retenu comme emprise de dégazage (et zone d'exposition en intérieur) une emprise de 3m x 3m représentant un bureau.
Pour les extérieurs il est considéré en mesure de gestion que les sols de surface (remblais de la source diffuse) seront recouverts soit de revêtements étanche, soit d'un ensemble géotextile et terre d'apport saine (30 cm d'épaisseur).
Le projet prévoit l'implantation de nouvelles canalisations d'eau potable qui seront installées dans des tranchées remblayées avec des matériaux d'apports inertes.

Profondeur et épaisseur de la source modélisée

Deux sources distinctes vont être modélisées conformément à la description réalisée dans les paragraphes précédents. Il s'agit :

- De la source diffuse en intérieur et extérieur : la source sera modélisée dans les sols entre 0,1 m (sous les 10 cm de dalle ou d'enrobé) en intérieur et jusqu'à 1,5 m de profondeur. Nous généraliserons cette source à 0,1 m en extérieur sans dallage même si après travaux les impacts seront recouverts par 0,3 m de terres d'apport dans les zones d'espaces verts ou sous les enrobés à 0,1 m de profondeur. Ceci sera discuté dans les incertitudes.

- De la source concentrée extérieur du puisard : la source sera modélisée dans les sols entre 7,5 et 9 m de profondeur.

→ Les paramètres utilisés pour la modélisation au droit de la source sont synthétisés dans les tableaux suivants.

Paramètre	unité	Valeur	Origine de la valeur
Caractéristiques des remblais (0,1-1,5 m)			
Porosité totale	cm^3/cm^3	0,39	Valeur par défaut pour un Sable limoneux (SL) ou Loamy sand - US EPA
Contenu en eau	cm^3/cm^3	0,0854	Déduit de la moyenne des % de matières sèches dans la tranche de terrain 0,1-1,5 m sur les résultats d'analyses soit 55 valeurs
Fraction de carbone organique	mg/mg sol	0,01	Valeur de COT la plus basse dans l'horizon de remblai
Densité du sol	g/cm^3	1,62	Valeur par défaut pour un Sable limoneux (SL) ou Loamy sand - US EPA
Caractéristiques de la source modélisée			
Profondeur de la source sous dalle	m	0,1	Profondeur minimale de la pollution correspondant à la profondeur sous bâti
Epaisseur de la zone source	m	1,4	Epaisseur correspondant aux impacts 0,1-1,5m généralisés à l'ensemble du site
Caractéristiques constructives pour l'exposition en intérieur			
Superficie de la zone d'exposition	m^2	9	Dimension d'un bureau (3 x 3 m)
Périmètre de la zone d'exposition	m	12	Dimension d'un bureau (3 x 3 m)
Hauteur de la zone d'exposition	m	2,5	Hauteur sous plafond du bureau
Volume de la zone d'exposition	m^3	22,5	Superficie x Hauteur
Nombre d'échange d'air par jour dans le local	échange/j	12	Valeur par défaut pour un usage de commerce
Épaisseur des fondations	m	0,1	Epaisseur minimale de béton
Perméabilité de la zone non saturée aux vapeurs	cm^2	1,00E-07	Valeur par défaut pour des Sable limoneux (SL) ou Loamy sand
Différence de pression	$g/cm.s^2$	40	Valeur par défaut du logiciel RISC 4.0
Fraction de fissure des fondations	/	2,00E-04	Valeur par défaut de J&E pour un bâtiment de plain-pied
Porosité dans les fissures	cm^3/cm^3	0,12	Valeur par défaut Johnson & Ettinger
Contenu en eau dans les fissures	cm^3/cm^3	0,07	Valeur par défaut Johnson & Ettinger
Caractéristiques de la zone de respiration ("box model")			
Epaisseur du revêtement l'extérieur	m	0,30	Epaisseur du recouvrement par des matériaux saine
Hauteur	m	1,5	Hauteur de respiration communément utilisée dans ce type de modélisation
Longueur	m	215	Longueur du site sur sa longueur la plus grande
Vitesse du vent	m/s	2	Vitesse moyenne

Tableau 28 : Valeurs des paramètres pour la modélisation du dégazage des sols pour la source de pollution diffuse.

Paramètre	unité	Valeur	Origine de la valeur
Caractéristiques des remblais (0,1-1,5 m)			
Porosité totale	cm^3/cm^3	0,39	Valeur par défaut pour un Sable limoneux (SL) ou Loamy sand - US EPA
Contenu en eau	cm^3/cm^3	0,0854	Déduit de la moyenne des % de matières sèches dans la tranche de terrain 0,1-1,5 m sur les résultats d'analyses soit 55 valeurs
Fraction de carbone organique	mg/mg sol	0,01	Valeur de COT la plus basse dans l'horizon de remblai
Densité du sol	g/cm^3	1,62	Valeur par défaut pour un Sable limoneux (SL) ou Loamy sand - US EPA
Caractéristiques des "argiles à silex" (1,5-3 m et 6-9 m)			
Porosité totale	cm^3/cm^3	0,482	Valeur par défaut pour des limons argileux fins (Laf) ou Silty clay loam - US EPA
Contenu en eau	cm^3/cm^3	0,096412	Déduit de la moyenne des % de matières sèches dans la tranche de terrain 1,5-3 m sur les résultats d'analyses soit 17 valeurs
Fraction de carbone organique	mg/mg sol	0,01	Valeur de COT la plus basse dans l'horizon Valeurs par défaut - pas de données
Densité du sol	g/cm^3	1,63	Valeur par défaut pour des limons argileux fins (Laf) ou Silty clay loam - US EPA
Caractéristiques des "graviers et sables" (3-6 m)			
Porosité totale	cm^3/cm^3	0,3	Valeur par défaut pour des graviers (S) ou Sand - US EPA
Contenu en eau	cm^3/cm^3	0,08574	Déduit de la moyenne des % de matières sèches dans la tranche de terrain 3-6 m sur les résultats d'analyses soit 6 valeurs
Fraction de carbone organique	mg/mg sol	0,01	Valeur de COT la plus basse dans l'horizon Valeurs par défaut - pas de données
Densité du sol	g/cm^3	1,66	Valeur par défaut pour des graviers (S) ou Sand - US EPA
Caractéristiques de la source modélisée			
Profondeur de la source sous dalle	m	7,5	Profondeur minimale de la source en extérieur
Epaisseur de la zone source	m	1,5	Epaisseur correspondant aux impacts 7,5-9 m
Caractéristiques de la zone de respiration ("box model")			
Epaisseur du revêtement l'extérieur	m	0,1	Epaisseur d'enrobé
Hauteur	m	1,5	Hauteur de respiration communément utilisée dans ce type de modélisation
Longueur	m	11 m	Longueur estimée de la source sol
Vitesse du vent	m/s	2	Vitesse moyenne

Tableau 29 : Valeurs des paramètres pour la modélisation du dégazage des sols – source concentrée extérieure.

8.5 CARACTERISATION DES RISQUES

Afin de caractériser les effets potentiels, les concentrations d'exposition (calculées dans l'évaluation de l'exposition) sont comparées avec les valeurs toxicologiques de référence (présentées dans l'évaluation des dangers).

Ces comparaisons sont faites séparément pour les substances à seuil et les substances sans seuil.

Les risques sont d'abord calculés pour chaque substance et chaque voie d'exposition.

L'exposition à plusieurs substances peut induire l'additivité, la synergie (amplification des effets) ou l'antagonisme (annulation des effets).

En l'absence de données sur la synergie entre les substances, il a été considéré, en première approche, l'additivité des risques liés à l'exposition à plusieurs substances dont on suppose que les effets propres à chacune vont s'additionner.

8.5.1 PRINCIPES DE L'EVALUATION

Calcul de risque pour les substances non cancérigènes

Pour les substances non cancérigènes, la possibilité de survenue d'un effet toxique chez l'homme est représentée par un **Quotient de Danger (QD,** également appelé Indice de Risque IR**),** calculé comme suit :

Pour la voie d'exposition par inhalation : **QD = CI / RfC**

Pour les autres voies d'exposition : **QD = DJE / RfD**

→ Le guide méthodologique associé à la note ministérielle du 19 avril 2017 recommande de considérer comme acceptable un indice de risque cumulé inférieur à 1.

Lorsque le QD est inférieur à 1, la survenue d'un effet toxique apparaît peu probable, y compris pour les populations sensibles. Au-delà de 1, la possibilité d'apparition d'un effet toxique ne peut être exclue. En outre, cette possibilité apparaît d'autant plus forte que le QD augmente, mais ce n'est pas une relation linéaire.

Calcul de risque pour les substances cancérigènes

L'effet cancérigène implique que, quel que soit le niveau d'exposition, la substance est susceptible d'induire un effet. Il y a donc un risque dès la première dose d'exposition – on parle dans ce cas d'effet sans seuil.

La relation entre le niveau d'exposition chez l'homme et la probabilité de développer un cancer est exprimée par **l'Excès de Risque Unitaire (ERU).**

L'ERU représente la probabilité supplémentaire, par rapport à un sujet non exposé, qu'un individu a de développer un cancer s'il est exposé toute sa vie à une unité de dose toxique.

L'ERU multiplié par la Concentration Inhalé (CI) pour l'inhalation, ou la Dose Journalière d'Exposition (DJE) pour les autres voies, permet de déduire un **Excès de Risque Individuel (ERI),** qui représente la probabilité que l'individu a de développer l'effet (cancer) associé à la substance, pendant toute sa vie, du fait de l'exposition considérée.

Pour la voie d'exposition par inhalation : **ERI = CI x ERUi**

Pour les autres voies d'exposition : **ERI = DJE x ERUo**

L'ERI est calculé pour chaque substance. En première approche, on considérera pour l'évaluation du risque la somme des ERI ainsi calculés.

Cette valeur d'ERI est à comparer à un niveau de risque acceptable généralement compris entre 10^{-4} et 10^{-6}. Un risque de 10^{-5} signifie l'apparition d'un cas de cancer supplémentaire dû à l'exposition à la substance, dans une population de 100 000 personnes, en plus du risque de base.

→ Le guide méthodologique associé à la note ministérielle du 19 avril 2017 indique que le niveau de risque acceptable correspond à un ERI inférieur à la valeur de 10^{-5}.

8.5.2 RESULTATS DES CONCENTRATIONS DE POLLUANTS SOUS FORME VAPEUR

Les résultats des concentrations de polluants sous forme gazeuse dans l'air intérieur et extérieur sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Polluant	Concentration de polluant sous forme de vapeur (mg/m3)	Concentration de polluant sous forme de vapeur (mg/m3)
	Air EXTERIEUR	Air INTERIEUR
Trans-1,2-dichloroéthylène	2,23E-05	2,06E-04
1,1-Dichloroéthane	7,45E-06	6,61E-05
Cis-1.2-dichloroéthylène	7,11E-05	6,35E-04
1,1,1-trichloréthane	1,92E-04	1,64E-03
Trichloroéthylène (TCE)	6,25E-04	5,28E-03
Tétrachloroéthylène (PCE)	8,30E-05	7,53E-04
Benzène	8,84E-06	6,85E-05
Toluène	2,00E-04	1,57E-03
Ethylbenzène	1,56E-05	1,37E-04
Xylènes	4,28E-05	3,89E-04
Aliphatic nC5-nC6	Non quantifié	Non quantifié
Aliphatic nC6-nC8	8,92E-05	6,22E-04
Aliphatic nC8-nC10	8,17E-05	5,70E-04
Aliphatic nC10-nC12	Non quantifié	Non quantifié
Aliphatic nC12-nC16	Non quantifié	Non quantifié
Aromatic nC8-nC10	**8,55E-04**	**5,96E-03**
Aromatic nC10-nC12	1,08E-04	7,52E-04
Aromatic nC12-nC16	Non quantifié	Non quantifié
Aromatic nC16-nC21	Non quantifié	Non quantifié

Tableau 30 : Concentrations de polluant modélisées dans l'air ambiant –source diffuse

Les polluants présents en concentrations les plus importantes dans l'air ambiant sont les hydrocarbures aromatiques C8-C10 dans l'air intérieur et extérieur.

Pour la source concentrée extérieure les résultats sont les suivants.

Polluant	Concentration de polluant sous forme de vapeur (mg/m3)
	Air EXTERIEUR
Aliphatic nC5-nC6	Non quantifié
Aliphatic nC6-nC8	Non quantifié
Aliphatic nC8-nC10	**8,80E-04**
Aliphatic nC10-nC12	5,20E-06
Aliphatic nC12-nC16	4,28E-07
Aliphatic nC16-nC35	8,66E-07
Aromatic nC8-nC10	Non quantifié
Aromatic nC10-nC12	8,40E-07
Aromatic nC12-nC16	7,96E-08
Aromatic nC16-nC21	1,05E-08
Aromatic nC21-nC35	1,04E-10

Tableau 31 : Concentrations de polluant modélisées dans l'air ambiant –source concentrée extérieure

Les polluants présents en concentrations les plus importantes dans l'air ambiant sont les hydrocarbures aliphatiques C8-C10 dans l'air extérieur.

8.5.3 RESULTATS DE LA CARACTERISATION DES RISQUES – CIBLE 1

La Cible étudiée est un employé exposé en intérieur pendant 8 heures, à la pollution diffuse, et en extérieur pendant 2h, aux pollutions diffuses et à la source concentrée « puisard ». Les résultats de la caractérisation des risques sont présentés dans le tableau en page suivante.

Polluants	Quotient de danger (QD)				EXCES DE RISQUES INDIVIDULES (ERI)			
	inhalation de vapeur intérieur - source diffuse	inhalation de vapeur extérieur - source diffuse	inhalation de vapeur extérieur avec dallage - source concentrée	sous-total par substance	inhalation de vapeur intérieur - source diffuse	inhalation de vapeur extérieur - source diffuse	inhalation de vapeur extérieur avec dallage - source concentrée	sous-total par substance
Trans-1,2-dichloroéthylène	6,89E-04	1,87E-05	*	7,07E-04	*	*	*	*
1,1-Dichloroéthane	*	*	*	*	1,28E-08	3,59E-10	*	1,31E-08
Cis-1.2-dichloroéthylène	2,12E-03	5,95E-05	*	2,18E-03	*	*	*	*
1,1,1-trichloréthane	3,29E-04	9,64E-06	*	3,38E-04	*	*	*	*
Trichloroéthylène	3,32E-04	9,81E-06	*	3,41E-04	6,36E-07	1,88E-08	*	6,55E-07
Tetrachloroéthylène	3,78E-04	1,04E-05	*	3,89E-04	2,36E-08	6,50E-10	*	2,43E-08
Benzène	1,38E-03	4,44E-05	*	1,42E-03	2,15E-07	6,93E-09	*	2,22E-07
Toluène	1,66E-05	5,30E-07	*	1,71E-05	*	*	*	*
Ethylbenzène	1,84E-05	5,23E-07	*	1,89E-05	4,14E-08	1,18E-09	*	4,26E-08
Xylènes	3,91E-04	1,08E-05	*	4,01E-04	*	*	*	*
HCT aliphatiques C6-C8	6,79E-06	2,43E-07	*	7,04E-06	*	*	*	*
HCT aliphatiques C8-C10	1,15E-04	4,11E-06	4,42E-05	1,63E-04	*	*	*	*
HCT aliphatiques C10-C12	*	*	2,61E-07	2,61E-07	*	*	*	*
HCT aliphatiques C12-C16	*	*	2,15E-08	2,15E-08	*	*	*	*
HCT aliphatiques C12-C35	*	*	*	*	*	*	*	*
HCT aromatiques C5-C7 (Benzène)	*	*	*	*	*	*	*	*
HCT aromatiques C7-C8 (Toluène)	*	*	*	*	*	*	*	*
HCT aromatiques C8-C10	5,99E-03	2,15E-04		6,21E-03	*	*	*	*
HCT aromatiques C10-C12	7,55E-04	2,70E-05	2,11E-07	7,82E-04	*	*	*	*
HCT aromatiques C12-C16	*	*	2,00E-08	2,00E-08	*	*	*	*
			Total	**1,30E-02**			**Total**	**9,57E-07**

* : pas de risques en l'absence de VTR ou de composés non quantifiés

Tableau 32 : Résultats de la caractérisation des risques – cible 1

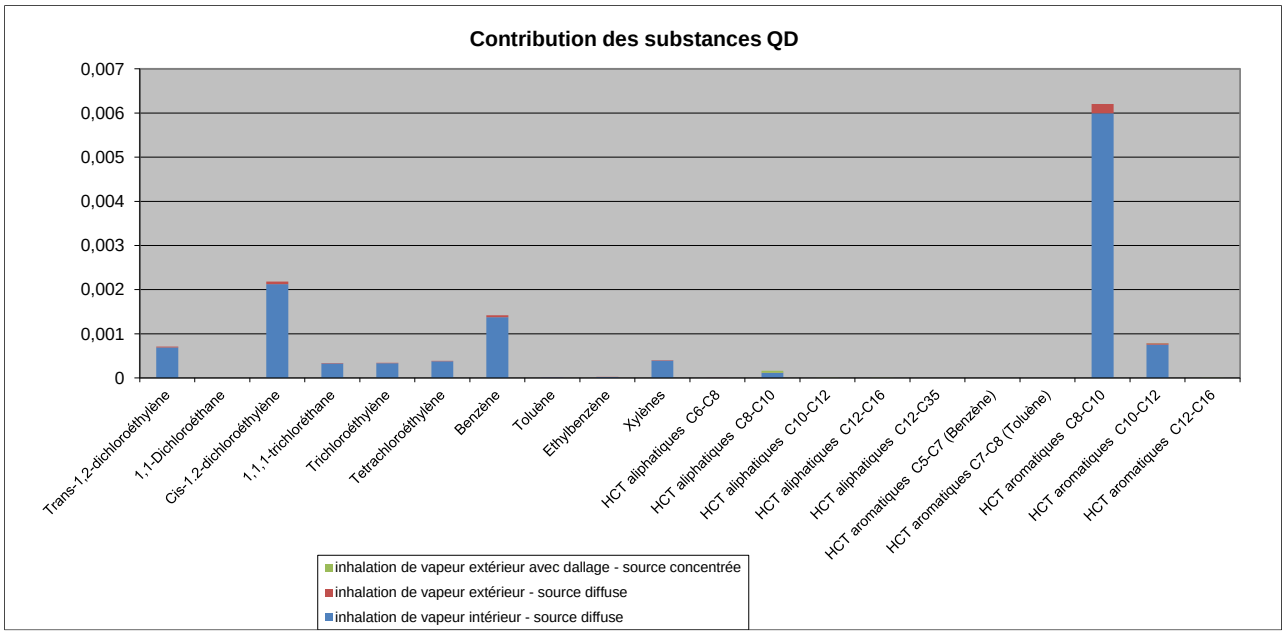
Les risques totaux calculés pour la **Cible 1** sont :

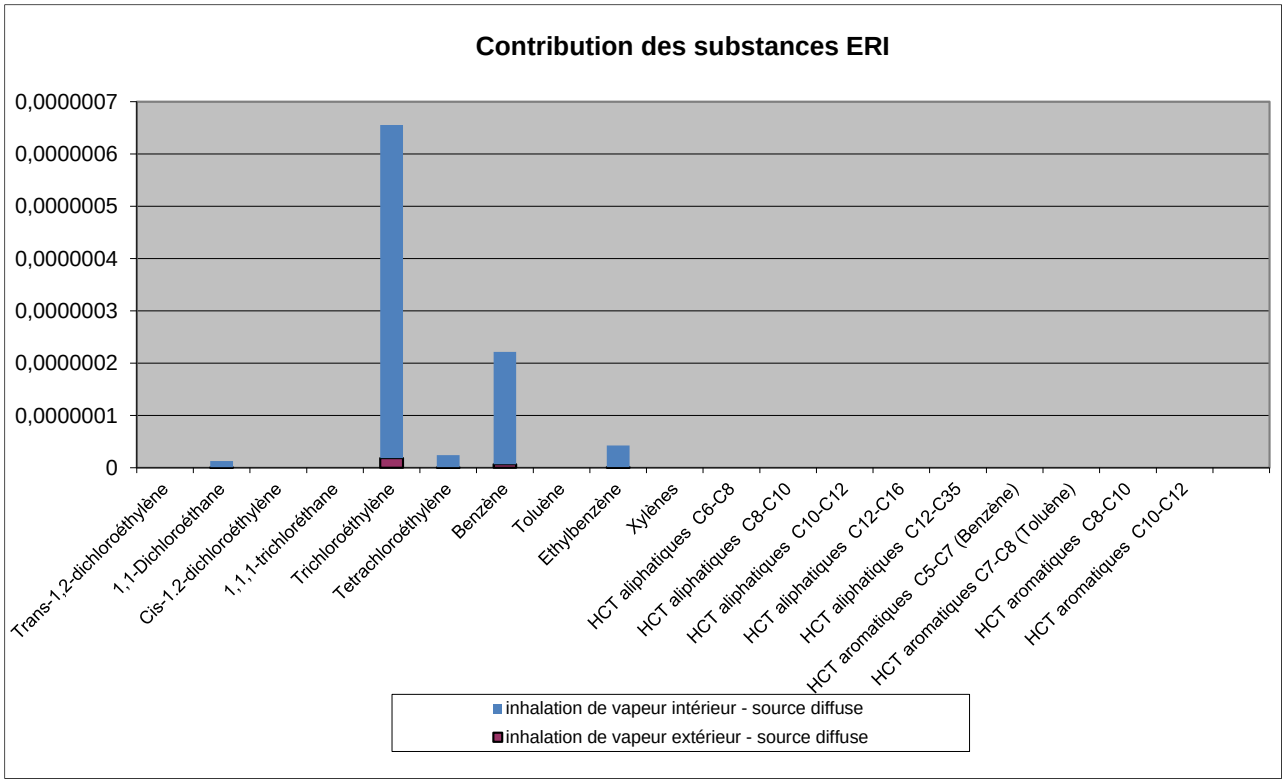
Risques toxiques : QD $_{TOTAL}$ = 1,30E-02 < 1 **Risques à seuil : ERI $_{TOTAL}$ = 9,57E-07 < 1,00E-05**

→ Les résultats mettent en évidence des risques toxiques et cancérigènes inférieurs aux limites retenues.

Les risques apparaissent acceptables en première approche pour la Cible 1. Ce résultat devra être validé par l'analyse des incertitudes.

Les contributions respectives des substances aux risques calculés sont précisées en page suivante.





Les polluants qui tirent les risque sanitaires toxiques (à seuil) sont les hydrocarbures aromatiques C8-C10. De plus, l'exposition depuis les sols en intérieur est majoritaire (96,5 %) par rapport à l'exposition en extérieur pour la source diffuse (3,2 %)et la source concentrée (0,3 %).

Concernant les risques sanitaires cancérigènes (sans seuil), en l'absence de VTR pour les hydrocarbures aromatiques et aliphatiques, le polluant majoritaire est le trichloroéthylène. Là encore, l'exposition depuis les sols en intérieur est majoritaire (97 %) par rapport à l'exposition en extérieur pour la source diffuse (3 %).

8.5.4 RESULTATS DE LA CARACTERISATION DES RISQUES – CIBLE 2

La Cible étudiée est un employé (adultes avertis) travaillant 8 heures par jour dans le bâtiment et 2h par jour sur les espaces extérieurs adjacents et les mêmes espaces en week-end à une fréquence de 8h par mois (4h intérieur et 4 h extérieur) exposé aux pollutions concentrées et diffuses.

Les résultats de la caractérisation des risques sont présentés dans le tableau suivant.

Polluants	Quotient de danger (QD)				EXCES DE RISQUES INDIVIDULES (ERI)			
	inhalation de vapeur intérieur - source diffuse	inhalation de vapeur extérieur - source diffuse	inhalation de vapeur extérieur avec dallage - source concentrée	sous-total par substance	inhalation de vapeur intérieur - source diffuse	inhalation de vapeur extérieur - source diffuse	inhalation de vapeur extérieur avec dallage - source concentrée	sous-total par substance
Trans-1,2-dichloroéthylène	7,07E-04	2,07E-05	*	7,28E-04	*	*	*	*
1,1-Dichloroéthane	*	*	*	0,00E+00	1,33E-08	4,25E-10	*	1,38E-08
Cis-1.2-dichloroéthylène	2,18E-03	6,60E-05	*	2,25E-03	*	*	*	0,00E+00
1,1,1-trichloréthane	3,38E-04	1,07E-05	*	3,49E-04	*	*	*	0,00E+00
Trichloroéthylène	3,41E-04	1,09E-05	*	3,51E-04	6,65E-07	2,23E-08	*	6,88E-07
Tetrachloroéthylène	3,89E-04	1,16E-05	*	4,00E-04	2,47E-08	7,68E-10	*	2,55E-08
Benzène	1,41E-03	4,93E-05	*	1,46E-03	2,24E-07	8,19E-09	*	2,33E-07
Toluène	1,70E-05	5,88E-07	*	1,76E-05	*	*	*	*
Ethylbenzène	1,89E-05	5,80E-07	*	1,95E-05	4,33E-08	1,39E-09	*	4,47E-08
Xylènes	4,01E-04	1,19E-05	*	4,13E-04	*	*	*	*
HCT aliphatiques C6-C8	6,98E-06	2,70E-07	*	7,25E-06	*	*	*	*
HCT aliphatiques C8-C10	1,18E-04	4,55E-06	4,90E-05	1,71E-04	*	*	*	*
HCT aliphatiques C10-C12	*	*	2,90E-07	2,90E-07	*	*	*	*
HCT aliphatiques C12-C16	*	*	2,38E-08	2,38E-08	*	*	*	*
HCT aliphatiques C12-C35	*	*		*	*	*	*	*
HCT aromatiques C8-C10	**6,16E-03**	**2,38E-04**	*	**6,39E-03**	*	*	*	*
HCT aromatiques C10-C12	7,76E-04	3,00E-05	2,34E-07	8,06E-04	*	*	*	*
HCT aromatiques C12-C16	*	*	2,22E-08	2,22E-08	*	*	*	*
		Total		**1,34E-02**		**Total**		**1,00E-06**

* : pas de risques en l'absence de VTR ou de composés non quantifiés

Tableau 33 : Résultats de la caractérisation des risques – cible 2

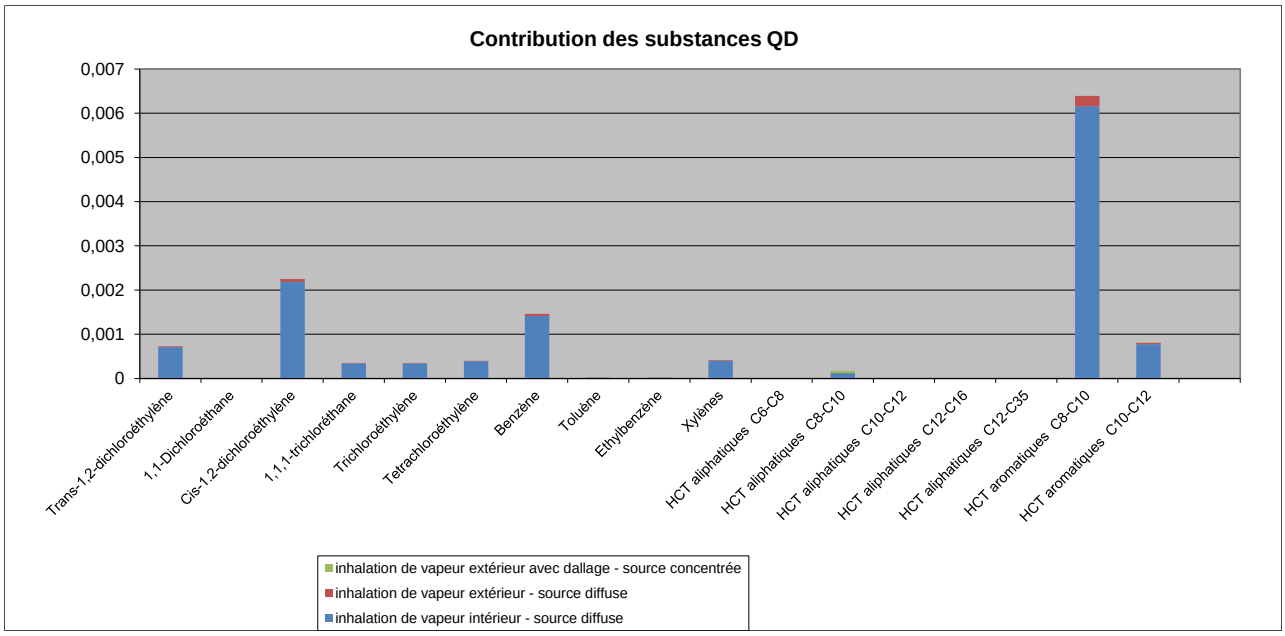
Les risques totaux calculés pour la **Cible 2** sont :

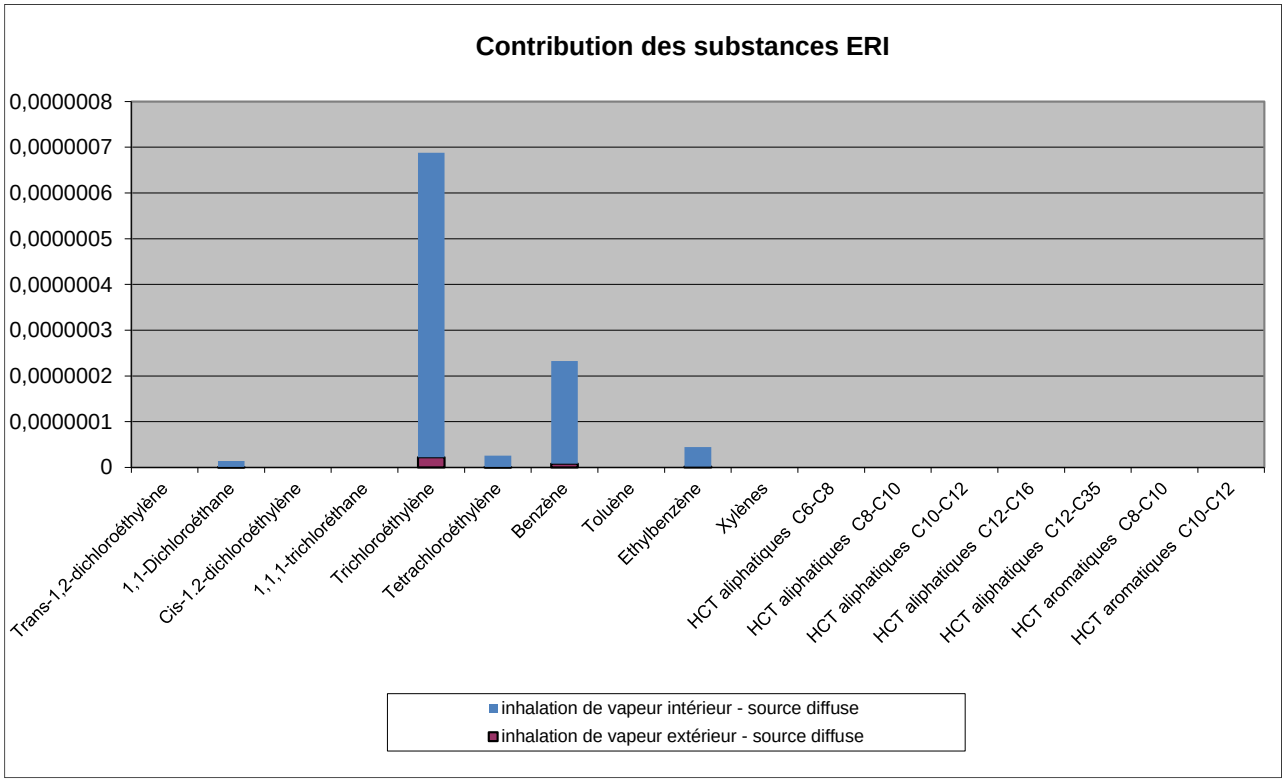
Risques toxiques : QD $_{TOTAL}$ = 1,34E-02 < 1 **Risques à seuil : ERI $_{TOTAL}$ = 1E-06 < 1,00E-05**

→ Les résultats mettent en évidence des risques toxiques et cancérigènes inférieurs aux limites retenues.

Les risques apparaissent acceptables en première approche pour la Cible 2. Ce résultat devra être validé par l'analyse des incertitudes.

Les contributions respectives des substances aux risques calculés sont précisées en page suivante.





Les polluants qui tirent les risque sanitaires toxiques (à seuil) sont les hydrocarbures aromatiques C8-C10. De plus, l'exposition depuis les sols en intérieur est majoritaire (96,2 %) par rapport à l'exposition en extérieur pour la source diffuse (3,4 %) et la source concentrée (0,4 %).

Concernant les risques sanitaires cancérigènes (sans seuil), en l'absence de VTR pour les hydrocarbures aromatiques et aliphatiques, le polluant majoritaire est le trichloroéthylène. Là encore, l'exposition depuis les sols en intérieur est majoritaire (97 %) par rapport à l'exposition en extérieur pour la source diffuse (3 %).

8.5.5 RESULTATS DE LA CARACTERISATION DES RISQUES – CIBLE 3

La Cible étudiée est un enfant (0-6 ans) fréquentant les espaces d'accueil à une fréquence de 8h par semaine (4h intérieur et 4 h extérieur) exposé aux pollutions concentrées et diffuses. Les résultats de la caractérisation des risques sont présentés dans le tableau suivant.

Polluants	Quotient de danger (QD)				EXCES DE RISQUES INDIVIDULES (ERI)			
	inhalation de vapeur intérieur - source diffuse	inhalation de vapeur extérieur - source diffuse	inhalation de vapeur extérieur avec dallage - source concentrée	sous-total par substance	inhalation de vapeur intérieur - source diffuse	inhalation de vapeur extérieur - source diffuse	inhalation de vapeur extérieur avec dallage - source concentrée	sous-total par substance
Trans-1,2-dichloroéthylène	8,14E-05	8,84E-06	*	9,02E-05	*	*	*	*
1,1-Dichloroéthane	*	*	*		2,51E-09	2,83E-10	*	2,80E-09
Cis-1.2-dichloroéthylène	2,51E-04	2,81E-05	*	2,79E-04			*	
1,1,1-trichloréthane	3,89E-05	4,56E-06	*	4,34E-05			*	
Trichloroéthylène	3,92E-05	4,64E-06	*	4,38E-05	1,25E-07	1,48E-08	*	1,40E-07
Tetrachloroéthylène	4,47E-05	4,92E-06	*	4,96E-05	4,65E-09	5,12E-10	*	5,16E-09
Benzène	1,63E-04	2,10E-05	*	1,84E-04	4,23E-08	5,46E-09	*	4,77E-08
Toluène	1,96E-06	2,50E-07	*	2,21E-06	*	*	*	*
Ethylbenzène	2,17E-06	2,47E-07	*	2,42E-06	8,15E-09	9,27E-10	*	9,08E-09
Xylènes	4,62E-05	5,08E-06	*	5,12E-05	*	*	*	*
HCT aliphatiques C6-C8	8,03E-07	1,15E-07	*	9,18E-07	*	*	*	*
HCT aliphatiques C8-C10	1,35E-05	1,94E-06	2,09E-05	3,64E-05	*	*	*	*
HCT aliphatiques C10-C12	*	*	1,24E-07	1,24E-07	*	*	*	*
HCT aliphatiques C12-C16	*	*	1,02E-08	1,02E-08	*	*	*	*
HCT aromatiques C8-C10	**7,08E-04**	**1,01E-04**	*	**8,10E-04**	*	*	*	*
HCT aromatiques C10-C12	8,92E-05	1,28E-05	9,97E-08	1,02E-04	*	*	*	*
HCT aromatiques C12-C16	*	*	9,45E-09	9,45E-09	*	*	*	*
			Total	**1,70E-03**			**Total**	**2,05E-07**

Tableau 34 : Résultats de la caractérisation des risques – cible 3

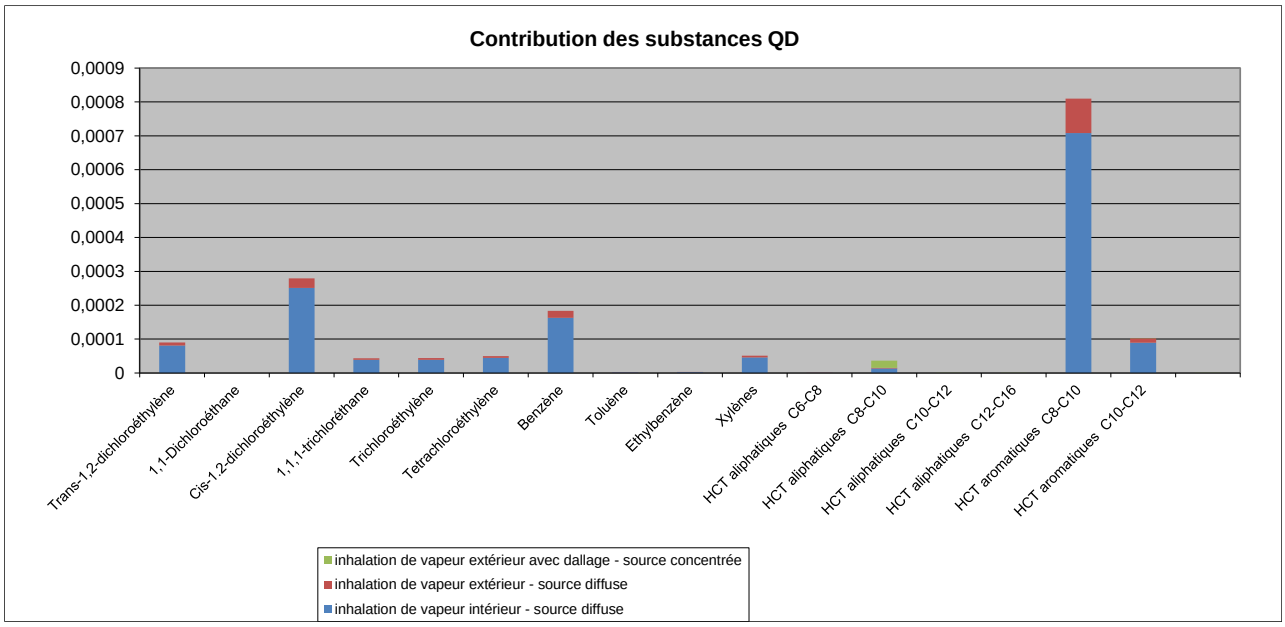
Les risques totaux calculés pour la **Cible 3** sont :

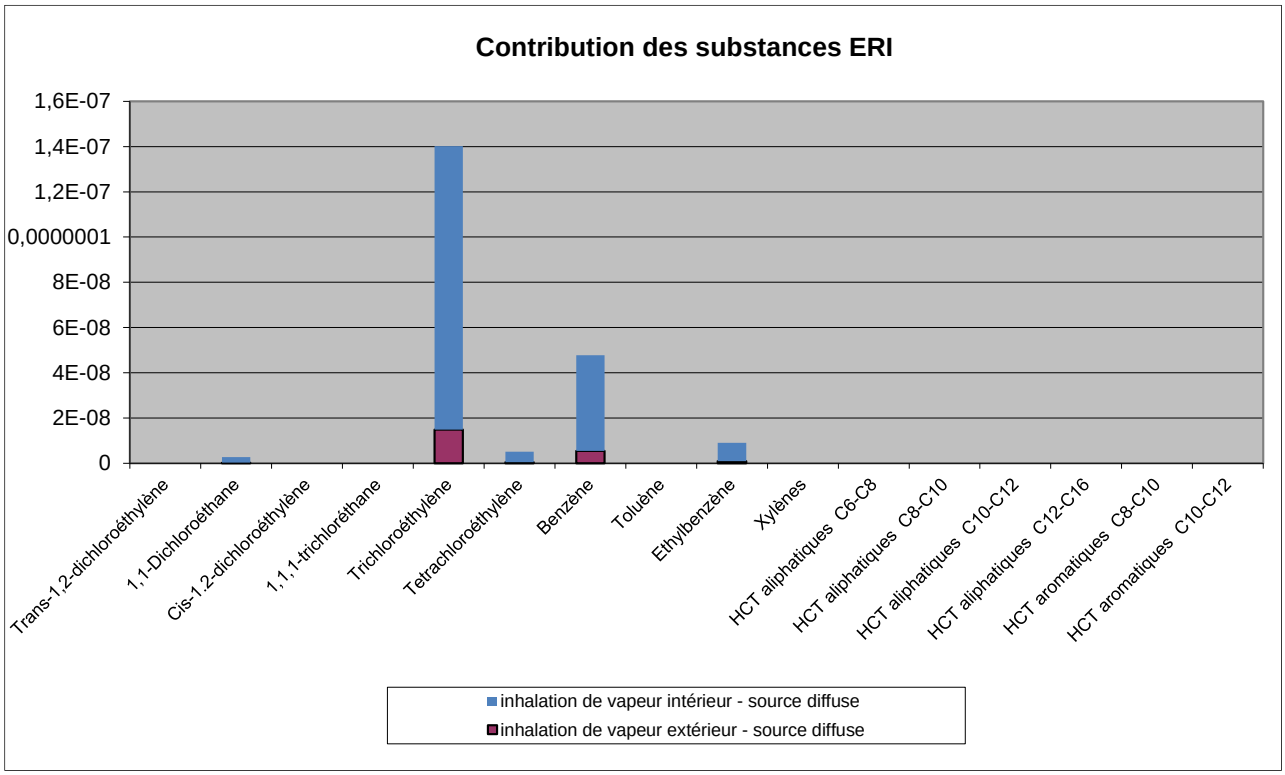
Risques toxiques : QD $_{TOTAL}$ = 1,70E-03 < 1 **Risques à seuil : ERI $_{TOTAL}$ = 2,05E-07 < 1,00E-05**

→ Les résultats mettent en évidence des risques toxiques et cancérigènes inférieurs aux limites retenues.

Les risques apparaissent acceptables en première approche pour la Cible 3. Ce résultat devra être validé par l'analyse des incertitudes.

Les contributions respectives des substances aux risques calculés sont précisées en page suivante.





Les polluants qui tirent les risque sanitaires toxiques (à seuil) sont les hydrocarbures aromatiques C8-C10. De plus, l'exposition depuis les sols en intérieur est majoritaire (87,3 %) par rapport à l'exposition en extérieur pour la source diffuse (12,2 %) et la source concentrée (1,3 %).

Concernant les risques sanitaires cancérigènes (sans seuil), en l'absence de VTR pour les hydrocarbures aromatiques et aliphatiques, le polluant majoritaire est le trichloroéthylène. Là encore, l'exposition depuis les sols en intérieur est majoritaire (89 %) par rapport à l'exposition en extérieur pour la source diffuse (11%).

A l'issue de cette analyse, les mesures de gestion seraient validées d'un point de vue sanitaire. Les risques d'exposition pour les cibles identifiées sont acceptables. Ceci doit maintenant être validé par l'analyse des incertitudes.

8.6 ANALYSE DES INCERTITUDES

L'explication et la discussion des incertitudes qui concernent les paramètres et les hypothèses de calcul sont destinées à faciliter l'interprétation des résultats et permettre une gestion optimale des risques.

Les choix qui ont été faits sur les valeurs à attribuer à certains paramètres ou sur le comportement des individus sont entachés d'une incertitude. L'ensemble des paramètres déterminants est discuté dans ce chapitre, et notamment les concentrations de référence et les paramètres descriptifs de l'exposition.

L'approche générale se veut sécuritaire et conduit à des valeurs majorantes du risque.

8.6.1 SCENARIO D'EXPOSITION

Voies d'exposition retenues

Les voies d'exposition retenues dans la présente ARR sont celles identifiées dans le schéma conceptuel.
Il s'agit du dégazage des sols à l'intérieur du bâtiment et sur les espaces extérieurs adjacents.
L'exposition liée à l'ingestion d'eau contaminée a été écartée car les futures canalisations d'eau potables seront installées dans des tranchées remblayées avec des matériaux d'apport inerte.
L'absence d'exposition par contact direct est une mesure de gestion qui a été définie pour les sources de pollution diffuse et concentrée en extérieure.

Choix de la source modélisée

Le choix a été fait d'assimiler l'ensemble des pollutions concentrées et diffuses à un panache gazeux présent dans la tranche de sols investiguée (jusqu'à 9 m).
La nappe d'eau étant attendue à forte profondeur, aucun impact de celle-ci n'a été pris en compte.

Profondeur de la source modélisée

Le panache gazeux de la source diffuse a été modélisé à une profondeur de 0,1 m. La profondeur retenue correspond à celle des teneurs en polluants mises en évidence dans les remblais qui seront tous confinés après travaux d'aménagement sous enrobé / dalle de béton ou terre végétale d'apport saine (30 cm avec géotextile).
Cette hypothèse se veut réaliste pour la source en intérieure et majorante pour la source extérieure dans les zones recouvertes de terre saine car la source ne se situe pas à 0,1 mais à 0,3 m.
Pour la source concentrée extérieure l'hypothèse se veut réaliste, car les impacts sont présents à 7m de profondeur.

Epaisseur de la source modélisée

L'épaisseur de la source diffuse est de 1,4 m ce qui correspond à la hauteur des impacts dans l'horizon de remblai (pollution diffuse) au-delà de 0,1 m de profondeur. Ce choix se veut réaliste à majorant car elle correspond à la profondeur maximale des remblais sur l'ensemble du site qui est localement plus faible.

L'épaisseur de la source concentrée est de 1,5 m ce qui correspond à la hauteur des impacts mesurés entre 7,5 et 9 m. Ce choix se veut réaliste.

Les modélisations tiennent compte d'une « source infinie » (c'est-à-dire ne s'atténuant pas dans le temps). Dans cette configuration, l'épaisseur n'a pas d'incidence sur les résultats (les risques calculés seront inchangés si l'on considère une source de 10 cm d'épaisseur ou de 10 m par exemple).

8.6.2 CHOIX DES SUBSTANCES ET CONCENTRATIONS RETENUES

Choix des substances

La démarche générale a consisté à retenir l'ensemble des composés détectés dans les milieux Sol et Air du sol et disposant d'une valeur toxicologique de référence pour l'inhalation de vapeurs (seule voie d'exposition retenue).
Les composés non détectés (teneurs inférieures aux limites de quantification) ou présents en concentrations non significatives d'un impact, n'ont pas été retenus. Cette démarche reste réaliste au regard des limites de quantification proposées par le laboratoire, conformes aux exigences actuelles.

Concentrations retenues

Pour les substances retenues, le choix a été fait de retenir préférentiellement les concentrations mesurées directement dans les gaz du sol (milieu de transfert), plutôt que dans les sols pour la source diffuse.

Ces mesures sont réputées plus représentatives du dégazage réel des milieux qu'une modélisation réalisée à partir de données sur les eaux souterraines, car elles permettent de s'affranchir d'une étape de modélisation (sols gaz du sol). Ainsi, le fait de modéliser le dégazage de composés volatils à partir de données sur les sols bruts tend à surestimer les risques, les modèles de transfert sols → gaz du sol aboutissant à des concentrations plus élevées que celles qui seraient véritablement mesurées dans ce milieu.

Le choix réalisé n'est donc pas le plus majorant, mais est conforme aux bonnes pratiques.

Pour la source concentrée extérieure, en l'absence de données sur les gaz du sol, le choix a été fait de retenir les résultats sur les sols. Ceci tend à surestimer les risques même si cela à une faible incidence sur les niveaux de risques dans la mesure ou l'inhalation en intérieur du bâtiment est majoritaire (> 89 % des QD).

Pour la source concentrée intérieure qui sera traitée, il a été fait le choix dans la configuration après travaux, de ne pas retenir les concentrations mesurées dans les airs sous-dalle au droit de la source concentrée en intérieur (S11), mais à retenir en concentration résiduelle, les concentrations issues du dégazage de la source diffuse. L'hypothèse se veut sécuritaire car elle implique que des remblais impactés du site seront utilisés en remblaiement de la source concentrée.

Représentativité des concentrations dans les gaz du sol

Les données disponibles dans les gaz du sol correspondent aux prélèvements effectués dans les airs sous dalle à l'aplomb des sources concentrées avant traitement (pour les sources concentrées) et sur le reste du site (pour la source diffuse).

Plusieurs campagnes de prélèvements ont été réalisées. Les données sont donc robustes.

8.6.3 TOXICITE DES COMPOSES

Valeurs toxicologiques de référence

Les valeurs les plus pertinentes de VTR ont été sélectionnées. Lorsque plusieurs valeurs toxicologiques sont disponibles, ces dernières ont été étudiées et les choix réalisés pour chaque substance sont présentés dans les "fiches de données physico-chimiques et toxicologiques" (en annexe).

L'extrapolation des VTR à partir d'études sur l'homme ou les animaux induit de nombreuses incertitudes. Pour les effets à seuil, le principe même de la dérivation des VTR induit l'utilisation de facteurs d'incertitudes qui atteignent 1000 dans le cas des substances retenues.

Dans l'état actuel des connaissances, l'application de ces VTR implique des estimations majorantes du risque.

D'autre part, nous avons privilégié les VTR issues d'études sur l'homme afin de réduire les incertitudes sur ce paramètre. Nous avons également retenu les VTR proposées par des organismes reconnus pour leur compétence dans ce domaine. Il s'agit notamment de l'ANSES (France), l'USEPA (base de données IRIS) et de l'ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry) aux Etats Unis, de l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé) et du RIVM aux Pays bas.

En l'absence de VTR pour une voie d'exposition et/ou pour un certain type d'effet, nous avons choisi de ne pas dériver les valeurs manquantes (notamment pour la voie inhalation) conformément aux recommandations ministérielles.

En cas de difficulté à choisir parmi différentes valeurs toxicologiques de référence, la démarche introduite par la CIRCULAIRE DGS/SD 7B n°2006-234 du 30 mai 2006 prévoyait de retenir celles établies par certains organismes classés par ordre de préférence. La démarche recommandée par la récente NOTE D'INFORMATION N°DGS/EA1/DGPR/2014/307 prévoit maintenant de privilégier la valeur la plus récente.

Cumul des indices de risques des différentes voies d'exposition et des différents composés

L'ensemble des QD et des ERI a été sommé. La sommation est justifiée pour les composés sans seuil (cancérigènes) car on parle de cancer (en général) quels que soit la cause ou le mécanisme.

Pour les composés à seuil (non cancérigènes), ce n'est justifié qu'en première approche.

Cependant, dans le cas présent, une approche par substance ou par organe cible ne modifierait pas les résultats de l'étude, les risques à seuil étant d'ores et déjà acceptables.

8.6.4 PARAMETRES D'EXPOSITION

Les paragraphes suivants traitent de la stabilité des valeurs choisies pour les paramètres de calcul.

Paramètres physiques caractérisant les récepteurs

Les paramètres utilisés pour caractériser physiquement les récepteurs (poids corporel, durée de vie et d'exposition) sont des valeurs standards, conservatoires et communément admises et utilisées par les groupes de travail et organismes internationaux : US EPA, OMS, INERIS, RIVM.

Fréquence et durée d'exposition / temps passé en intérieur

Les fréquences et durées d'exposition retenues se veulent réalistes à conservatoires pour les cibles étudiées.

L'hypothèse retenue est que les cibles étudiées (employés) travailleront pendant 42 ans sur le même site, ce qui est conservatoire à majorant. La durée de chaque journée de travail est 10 heures (hypothèse également majorante).

Concernant la fraction de temps passée en intérieur, une durée de 8 heures par jour a été retenue pour la Cible 1, ce qui est réaliste. Une durée additionnelle d'exposition sur les espaces extérieurs a également été prise en compte (2 heures par jour) notamment au droit de la source concentrée extérieure du puisard, ce qui est majorant car cette source est située sur une zone de voirie.

Ces choix se veulent réalistes à conservatoires car ils sont moyennés sur toute l'année.
Pour la cible 2, un employé travaillant sur le site et le fréquentant également une fois par mois pendant son temps personnel à raison de 4h en intérieur et 4h en extérieur est majorant.

Pour la cible 3, nous avons considéré qu'un enfant âgé de 0 à 6 ans fréquenterait le site à raison de une fois par semaine. Cette hypothèse se veut réaliste à majorante.
Les résultats se veulent également majorant car pour chaque cible, il a été considéré qu'elles étaient exposées à l'ensemble des sources de pollutions (diffuse intérieure et extérieure et à la source de pollution concentrée extérieure).

Cibles étudiées

Dans une démarche conservatoire, plusieurs cibles ont été étudiées en fonction de la typologie du public (des enfants et des adultes) et des temps d'exposition.

Un adulte qui pourrait être le plus exposé aux polluants serait un employé travaillant sur le site et qui se rendrait sur ce même espace en plus de son temps de travail. Les calculs pour les cibles C1 et C2 se veulent donc réalistes à majorants.

Un calcul pour un adulte qui ne fréquenterait le site que pour l'usage récréatif uniquement n'apparait donc pas judicieux. En effet, les visiteurs du site seront moins exposés aux pollutions en présence que les futurs salariés.

Une cible enfant a été retenue sur la base d'une durée d'exposition de 6 ans à raison d'une fois par semaine ce qui est sécuritaire. A titre indicatif, pour une exposition sur une durée de 18 ans, les risques resteraient largement acceptables.

8.6.5 PARAMETRES RELATIFS A LA MODELISATION

Modèle 1D (une dimension)

Pour modéliser l'exposition, on a considéré que la source de pollution diffuse est présente sur la totalité du site en intérieur et en extérieur. Cette approche est inhérente au modèle à une Dimension.

Incertitudes liées au modèle utilisé

L'émission de polluants sous forme gazeuse depuis les sols a été estimée avec le modèle de *Johnson et Ettinger*, qui prend en compte la diffusion et la convection.

Le modèle permet de calculer les concentrations dans l'air à partir d'une source de pollution finie ou infinie. Dans le cas présent, le modèle prend en compte le cas d'une source de pollution infinie, c'est-à-dire que la concentration en substance dans les sources reste identique en tout temps : la perte par évaporation n'est pas prise en considération.

Cette option n'a pas d'effet majeur sur l'évaluation du risque non cancérigène (effet à seuil) puisqu'on compare la plus forte concentration (généralement atteinte pour une durée simulée de moins d'un an) avec une dose de référence. En revanche, l'option de source infinie est majorante pour l'évaluation du risque cancérigène, puisque c'est l'exposition cumulée sur plusieurs années qui permet d'évaluer le risque. Or, dans la réalité la concentration devrait diminuer au fil des années.

Une autre hypothèse majorante induite par le modèle de *Johnson et Ettinger* est que toutes les vapeurs arrivant sous les fondations vont passer dans le bâtiment, même si les dalles et les murs peuvent constituer des barrières étanches aux vapeurs.

D'après les remarques citées ci-dessus, l'utilisation du modèle de Johnson et Ettinger constitue une approche majorante, en particulier pour l'évaluation des risques sans seuil.

8.6.6 CARACTERISTIQUES RELATIFS A LA MODELISATION

Dispositions constructives

Emprise de dégazage

A l'intérieur du bâtiment, le panache se trouve sous la dalle béton. Dans la mesure où à ce jour aucun aménagement intérieur n'a été défini, nous avons choisi dans une démarche conservatoire d'étudier le dégazage dans un espace le plus réduit possible, à savoir un bureau d'une surface de 3m x 3m. L'hypothèse retenue se veut donc majorante. En effet, plus le volume de dégazage est faible (= volume de la pièce où se trouve la cible), plus les polluants auront tendance à se « concentrer » dans l'air et les concentrations inhalées seront élevées.

Ainsi, valider ce scénario, valide tous les scénarii d'aménagements possibles.

A titre indicatif, en considérant que le bâtiment industriel reste dans une configuration identique à celle de novembre 2025, sans cloisonnement, les résultats seraient plus faibles.

	Cible 1		Cible 2		Cible 3	
	QD	**ERI**	**QD**	**ERI**	**QD**	**ERI**
Paramètres modélisés Emprise d'exposition : surface 9 m² - périmètre 12 m - hauteur 2,5 m	1,30E-02	9,57E-07	1,34E-02	1,00E-06	1,70E-03	2,05E-07
Hypothèse testée : Emprise d'exposition : surface 2500 m² - périmètre 242 m - hauteur 3,8 m	1,59E-03	1,13E-07	1,67E-03	1,22E-07	3,49E-04	3,89E-08
Seuils considérés	**1,00E+00**	**1,00E-05**	**1,00E+00**	**1,00E-05**	**1,00E+00**	**1,00E-05**

Hauteur sous plafond

La hauteur sous plafond retenue a été arbitrairement fixée à 2,5 m, ce qui est réaliste pour un bureau et constitue une hypothèse réaliste en termes de risques sanitaires.

En effet, plus la hauteur sous plafond de la zone de dégazage bâtie sera faible, plus les vapeurs de polluants auront tendance à « se concentrer » et les risques sanitaires à augmenter. Par conséquent, si dans l'actuel bâtiment les volumes d'exposition restent identiques, les résultats seront plus faibles que ceux modélisés.

Epaisseur de la dalle béton

Une épaisseur de dalle de 0,10 m a été prise en compte. Cette valeur correspond à une épaisseur minimale de la dalle béton observée au droit du bâtiment. De même à l'extérieur, les revêtements (enrobé) sont d'une épaisseur de 10 cm.

L'hypothèse retenue est donc conservatoire à majorante pour les risques (une dalle plus épaisse ayant tendance à mieux freiner le transfert de vapeurs vers l'air ambiant).

Taux de ventilation (renouvellement d'air)

Ce taux influence de manière inversement linéaire les concentrations dans les bâtiments et donc les risques induits. Les valeurs dans la littérature sont comprises entre 6 et 30 jour^{-1} (échanges par jour).

La valeur retenue est celle par défaut pour un usage de commerce, soit 12 jour^{-1}. Cette valeur correspond à la gamme de valeurs recommandées pour la ventilation d'un restaurant ou commerce. A titre indicatif, pour un usage de bureaux ou industriel, le taux recommandé est de 20 à 24 j^{-1}. En appliquant un taux de renouvellement plus important -20 jour^{-1} par exemple, rendrait les risques encore plus faibles.

	QD	**ERI**	**QD**	**ERI**	**QD**	**ERI**
Paramètres modélisés Taux de ventilation 12	1,21E-02	8,91E-07	1,24E-02	9,35E-07	1,59E-03	1,92E-07
Hypothèse testée : Taux de ventilation 20	7,97E-03	5,85E-07	8,22E-03	6,16E-07	1,10E-03	1,32E-07
Seuils considérés	**1,00E+00**	**1,00E-05**	**1,00E+00**	**1,00E-05**	**1,00E+00**	**1,00E-05**

Différence de pression

La littérature indique des valeurs variant de 10 à 200 g/cm.s². Plus la différence de pression est importante, plus le dégazage est important. La valeur par défaut préconisée par le logiciel RISC est de 10 g/cm.s². Le modèle VOLASOIL recommande pour l'estimation des flux vers un bâtiment de plain-pied une différence de pression de 40 g/cm.s². Cette dernière valeur conservatoire a donc été retenue pour effectuer les modélisations.

Modélisation sur les extérieurs

Zone de dilution

Pour estimer les concentrations en polluants dans l'air ambiant extérieur, le modèle utilisé considère une « boîte » de taille fixée dans laquelle s'exerce la dilution par le vent.

La longueur de la boîte pour le calcul des expositions en extérieur correspond à la longueur de la zone polluée (de quelques mètres à quelques dizaines de mètres en général).

Dans le cas présent, la valeur retenue pour la source diffuse correspond à la longueur maximum du site. Cette approche est donc majorante.

La source de pollution concentrée a été estimée sur une longueur maximale de 11 m. En modélisant une source de 50 m de long les résultats seraient inchangés.

	Cible 1		Cible 2		Cible 3	
	QD	**ERI**	**QD**	**ERI**	**QD**	**ERI**
Paramètres modélisés Longueur source concentrée : 11 m	1,30E-02	9,57E-07	1,34E-02	1,00E-06	1,70E-03	2,05E-07
Hypothèse testée : Longueur source concentrée : 50 m	1,31E-02	9,57E-07	1,35E-02	1,00E-06	1,77E-03	2,05E-07
Seuils considérés	**1,00E+00**	**1,00E-05**	**1,00E+00**	**1,00E-05**	**1,00E+00**	**1,00E-05**

Hauteur de respiration

La hauteur de respiration retenue est de 1,5 m ; il s'agit de la valeur communément retenue pour ce type de modélisation. Elle est bien adaptée à une cible adulte (employé).

En retenant une hauteur de respiration pour un enfant de 0 à 6 ans (soit 0,3 m) les calculs resteraient acceptables.

	Cible 1		Cible 2		Cible 3	
	QD	**ERI**	**QD**	**ERI**	**QD**	**ERI**
Paramètres modélisés Hauteur respiration : 1,5 m	1,30E-02	9,57E-07	1,34E-02	1,00E-06	1,70E-03	2,05E-07
Hypothèse testée : Hauteur respiration : 0,3 m	1,48E-02	1,07E-06	1,54E-02	1,14E-06	2,56E-03	2,93E-07
Seuils considérés	**1,00E+00**	**1,00E-05**	**1,00E+00**	**1,00E-05**	**1,00E+00**	**1,00E-05**

8.6.7 CARACTERISTIQUES DES SOLS

Lithologie et porosité

La nature des terrains en place entre 0 et 9,0 m a été définie sur la base de plusieurs campagnes d'investigations. Même si aucune analyse granulométrique n'a été effectuée dans chaque nature de sol observée, les granulométries les plus grossières ont été retenues pour décrire les sols. Les caractéristiques retenues pour ces lithologies se veulent donc

réalistes à conservatoires car plus les sols sont grossiers, donc plus la porosité est importante, plus les risques augmentent.

Contenu en eau

Le contenu en eau des terrains a été déduit des teneurs en matière sèche mesurées lors des prélèvements. Ces mesures sont donc réalistes.

Carbone Organique Total

Les teneurs retenues pour le Carbone Organique Total sont les valeurs *minimales* parmi les mesures réalisées sur le terrain au droit des sols de type « remblai ». Le COT n'a pas été déterminé pour les autres nature de sol, il a donc été pris par défaut la valeur de COT la plus faible pour caractériser les autres horizons.

Ce paramètre influence les calculs de risques pour la source concentrée uniquement car le dégazage a été modélisé à partir des données sur les sols. Au regard de la contribution des risques d'exposition de la source concentrée extérieure (au maximum 1,3 %) par rapport à la source diffuse intérieure et extérieure, pour une valeur de COT plus basse les résultats resteraient acceptables.

Perméabilité des sols aux vapeurs sous bâti

En première approche, nous avons pris en compte pour les calculs une valeur de perméabilité aux vapeurs représentative des remblais assimilables à des sables (1E-07 cm²).

Cette hypothèse se veut majorante en l'absence de données sur les autres géologies.

8.6.8 INFLUENCE SUR LES RISQUES ESTIMES

Cette discussion sur les incertitudes a montré que la démarche adoptée va dans le sens d'une estimation réaliste à majorante des risques calculés, notamment en généralisant les concentrations à l'ensemble de la zone d'exposition, en considérant le choix qui a été fait de retenir préférentiellement les concentrations mesurées directement dans les gaz du sol (milieu de transfert) au droit des zones sources et surtout en retenant comme emprise d'exposition un espace de bureaux de faible emprise.

Les incertitudes identifiées sont en mesure de valider les mesures de gestion des sources concentrées et diffuses, de valider les seuils de coupure, et de garantir la compatibilité d'usage à l'issue des travaux de remise en état.

Les risques calculés peuvent être considérés comme acceptables pour les cibles étudiées à l'issue du réaménagement de la friche Mang.

8.7 CONCLUSION DE L'ARR

L'objectif de la présente ARR était de valider sur le plan sanitaire les mesures de gestion des sources de pollutions concentrées et diffuses et le seuil de coupure de la source concentrée à traiter.

Les hypothèses suivantes ont été retenues pour bâtir le modèle de l'ARR :

- Le maintien en place sous confinement étanche de la pollution concentrée extérieure « puisard » ;
- Le retrait de la source concentrée S11 en intérieur du bâtiment avec un seuil de coupure HCT fixé à 73,6 mg/kg ;
- Le remblaiement de la source concentrée S11 avec des matériaux provenant de la source de pollution diffuse « remblais » ;
- Le confinement des sols nus en extérieur sous enrobé / béton ou matériaux d'apport sains de 30 cm d'épaisseur + géotextile ;
- L'installation des futures canalisation d'eau potable dans des tranchées remblayées avec des matériaux d'apport inertes ;
- La conservation du bâti existant et la démolition d'une partie au Nord ;
- La prise en compte des concentrations dans les gaz du sol pour la source diffuse ;
- La prise en compte des concentrations dans les sols pour la source concentrée extérieure ;
- L'exposition à temps plein des futurs employés en intérieur et en extérieur et pouvant fréquenter le site en plus des heures de travail à raison d'une fois par mois pendant 8h, et d'enfants pouvant fréquenter le site à raison d'une fois par semaine pendant 8h ;
- L'absence d'usage d'eaux souterraines sur site, et de culture de végétaux (sauf potager hors sol).

Pour les cibles étudiés dans ce scénario, l'exposition aux polluants présents dans les milieux se limitait à l'inhalation de vapeurs en atmosphère intérieure et sur les extérieurs.

Les calculs réalisés et l'analyse des incertitudes ont conclu que les risques sanitaires sont inférieurs aux limites considérées et sont acceptables.
La zone d'étude apparait donc compatible, après traitement, avec son usage projeté et pour les hypothèses retenues.
Les seuils de coupure proposés dans le plan de gestion pour les paramètres HCT de la source S11 sont donc validés, ainsi que les mesures de gestion des sources concentrées et l'usage prévu. Le site pourra être réaménagé selon le projet présenté en Annexe 1 : Projet d'aménagement (source : CA du Pays de Dreux).

En cas de changement de configuration du projet ou des usages et/ou de mise à jour de contamination non reconnue ou non portée à la connaissance de DEKRA dans le cadre de la présente étude, les conclusions de cette dernière pourraient devenir caduques.

Tout changement d'usage ou de configuration de la zone d'étude devra donc donner lieu à une mise à jour de la présente Analyse des enjeux sanitaires, en conformité avec les nouvelles dispositions proposées. Nous précisons toutefois qu'un scénario majorant a été retenu (présence d'un bureau dans le bâtiment principal). Les calculs de risques étant acceptables, il n'existe aucune restriction en termes d'aménagement à l'intérieur du bâtiment pour un usage de bureaux / stockage / espace de vente.

9 DEFINITION DU PROGRAMME DE REMISE EN ETAT

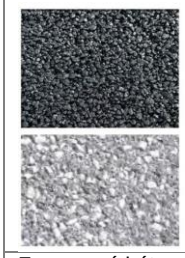
Pour garantir la compatibilité d'usage futur, les mesures de gestion qu'il conviendra de mettre en place, et qui ont été validées d'un point de vue sanitaires sont les suivantes :

1. Retrait de la source de pollution concentrée S11 avec un seuil de coupure en HCT de 73,6 mg/kg incluant :
    - L'évacuation hors site des terres impactées (au total 121,50 tonnes),
    - Le remblaiement possible avec soit :
        - Des matériaux d'apport inertes qui devront respecter les valeurs de l'arrêté ministériel du 12/12/2014,
        - Les remblais du site (sols nus extérieurs) ou les terres du merlon localisé en Figure 27 et Figure 28.
2. Le maintien sous confinement étanche de la source concentrée extérieure « puisard »,
3. Le recouvrement des sols nus en extérieur par soit :
    a. Des revêtements étanches (enrobé ou dalle de béton). Les sols extérieurs qui sont déjà recouverts de surface étanche pourront être maintenus sous ces revêtements.
    b. Un géotextile et des matériaux d'apport extérieur provenant de carrière autorisée avec des terres qui devront au préalable être caractérisées par analyse d'un échantillon composite par lot de 250 m^3 de terre et respecter les objectifs suivants :

PARAMETRES	OBJECTIF DE QUALITE (MG/KG)
Composés organiques (HCV, HCT, HAP, BTEX, COHV, PCB)	Limite de quantification du laboratoire
Eléments traces métalliques	Bruit de fond géochimique local : Antimoine : Absence de valeurs de référence Arsenic < 25 (ASPITET) Baryum : Absence de valeurs de référence Cadmium < 0,673 (RMQS) Chrome < 98,38 (RMQS) Cuivre < 30,51 (RMQS) Mercure < 0,1 (ASPITET) Plomb < 51,3 (RMQS) Molybdène < 0,802 (RMQS) Nickel < 61,84 (RMQS) Sélénium < 0,7 (ASPITET) Zinc < 103,9 (RMQS)

Tableau 35 : Critères à respecter pour les terres d'apport

Selon les aménagements extérieurs qui sont prévus au projet (cf. page 151) et qui nous ont été communiqués par ANMA Architectes Urbanistes Paysagistes en charge de l'aménagement, des mesures de gestion spécifiques peuvent être appliquées. Elles sont détaillées dans le tableau suivant.

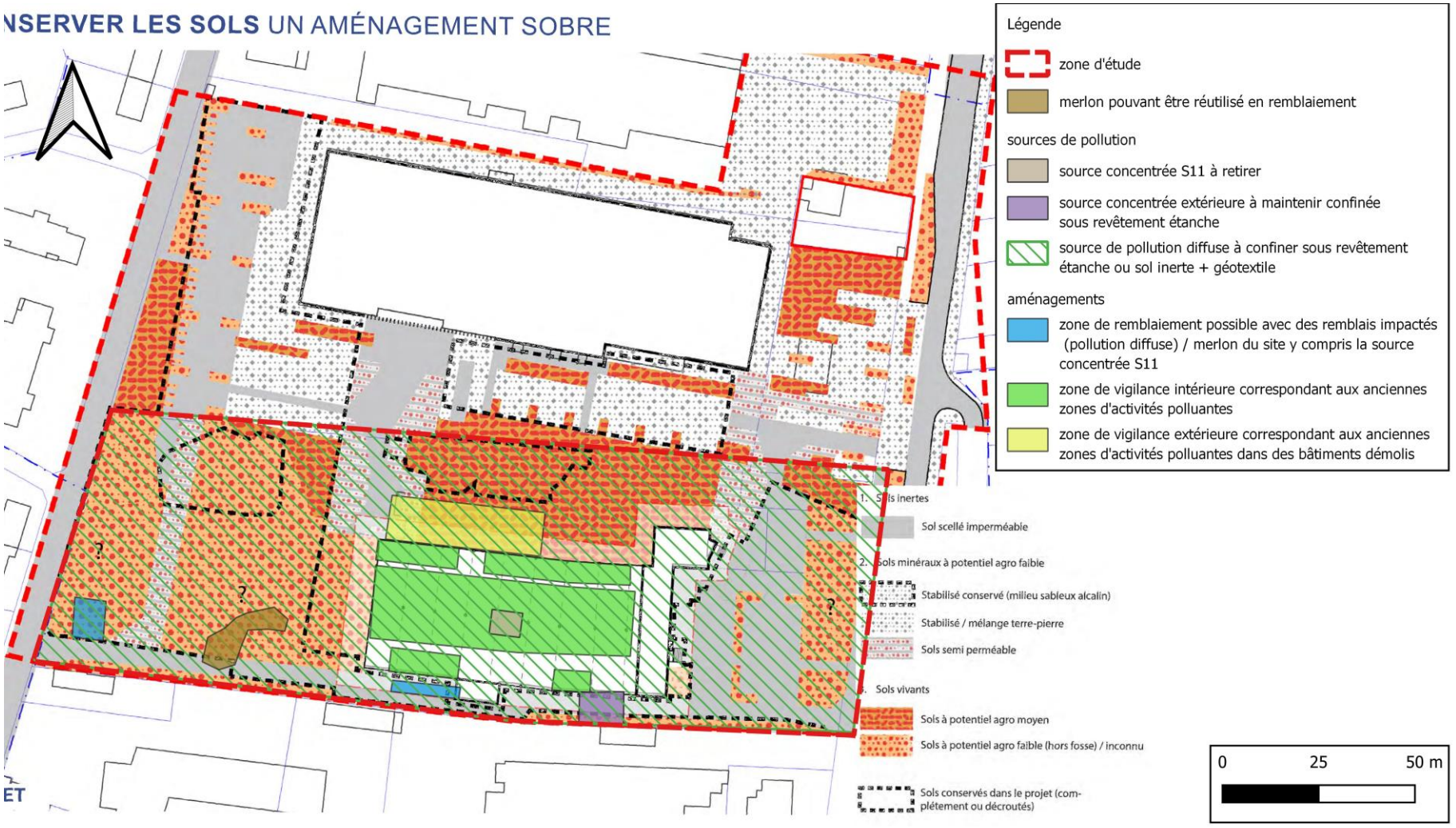
ZONE	USAGE	CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DES REVETEMENTS	MESURES DE GESTION DES POLLUTIONS DIFFUSES
Zone enrobé 	Flexible (stationnement, évènements,..)	Voiries nouvelles en enrobés : hypothèse structure APS : - Géotextile - Couche de forme 0/80 classe D31 ep. 50cm Vérification plateforme PF2 à 50 Mpa - Couche GNT 0/20 CG2 ep 15cm - BBSG3 ep 5cm	Aucune : les remblais seront confinés sous 50 cm de couche de forme, 15 cm de GNT et 5 cm de BBSG3
Zone pavé béton simple 	Rassemblement, évènements	Pavés circulés PL : hypothèse structure APS : - Géotextile - Couche de forme 0/80 classe D31 ep. 50cm Vérification plateforme PF2 à 50 Mpa - Béton BPS C35/C45 0/20 sur 18cm - Lit de pose en sable 0/4 ep. 3/4cm - Pavés ep 8cm	Aucune : les remblais seront confinés sous 50 cm de couche de forme, le lit de sable, géotextile, 18 cm de béton et les pavés
Zone pavé enherbés 	Rassemblement, évènements	Pavés non circulés ou circulés VL : hypothèse structure APS : - Géotextile - Terre-pierre ou Couche de base en GNT 3 0/20 ep. 20cm - Lit de pose en sable 0/4 ep. 3/4cm - Pavés ep. 8cm joints enherbés	Aucune : les remblais seront confinés sous 20 cm de GNT, le lit de sable, le géotextile et les pavés
Zone graviers / grave compactée 	Cheminement piéton	Grave compactée hypothèse structure APS : - Géotextile - Couche GNT 0/31,5 ep 18cm - Mélange 0/10 ou 0/20 non calcaire sur 2cm	Aucune : les remblais seront confinés sous 18 cm de GNT, 2 cm de matériaux d'apport et un géotextile
Zone stabilisé 	Flexible (stationnement, évènements,..)	Grave compactée VL hypothèse structure APS : - Géotextile - Couche de forme 0/80 sur 30cm - Couche GNT 0/31,5 ep 18cm - Mélange 0/10 ou 0/20 non calcaire sur 2cm	Aucune : les remblais seront confinés sous 30 cm de couche de forme, 18 cm de GNT,2 cm de matériaux d'apport et un géotextile
Zone terre-pierre	Flexible (stationnement, évènements,..)	Piétons - Couche GNT 0/31,5 ep 20cm - Stabilisé sur 10 cm - Géotextile Circulé PL : - Géotextile - Couche de forme 0/80 classe D31 ep. 50 cm Vérification plateforme PF2 à 50 Mpa - Couche GNT 0/31,5 (réglage) ep 10cm - Stabilisé renforcé (liant) sur 12cm	Aucune : les remblais seront confinés sous 20 cm de GNT /10 cm de stabilisé et géotextile ou sous 50 cm de couche de forme / 10 cm de GNT / 12 cm de stabilisé / géotextile
Zone sols nus existants accessibles	Espaces jeux/détente		Recouvrement des remblais par un géotextile et 30 cm de terres d'apport saines (critère du Tableau 35 à respecter)
Plates-formes surélevées sur sols nus existants non accessibles 	Espaces scénographiques, détente		Recouvrement des remblais par un géotextile sous les structures et lit de sable (3/5 cm pour lester le géotextile)

ZONE	USAGE	CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DES REVETEMENTS	MESURES DE GESTION DES POLLUTIONS DIFFUSES
Fosses de plantations	Flexible (stationnement, évènements,..)		Les végétaux (hors arbres fruitiers) peuvent être plantés dans les remblais mais un recouvrement par un géotextile et 30 cm de terre d'apport sain (critère du Tableau 35 à respecter) est nécessaire
Fosse plantations 	Parking		Recouvrement des remblais par un géotextile et 10 cm de terre d'apport sain (critère du Tableau 35 à respecter)
Noues non accessibles	Infiltration des EP	Terrassement en déblais sur 1m50 d'épaisseur, Apport de remblais sains pour infiltrer les eaux pour modeler des espaces de noues de faibles profondeur	Aucune si les sols en surface sont sains et respectent les critères du Tableau 35
Noues accessibles	Infiltration des EP et espace jeux/détente	Terrassement en déblais fin sur 1m50 d'épaisseur Apport de remblais sains pour infiltrer les eaux pour modeler des espaces de noues de faibles profondeur	Aucune si les sols en surface sont sains et respectent les critères du Tableau 35

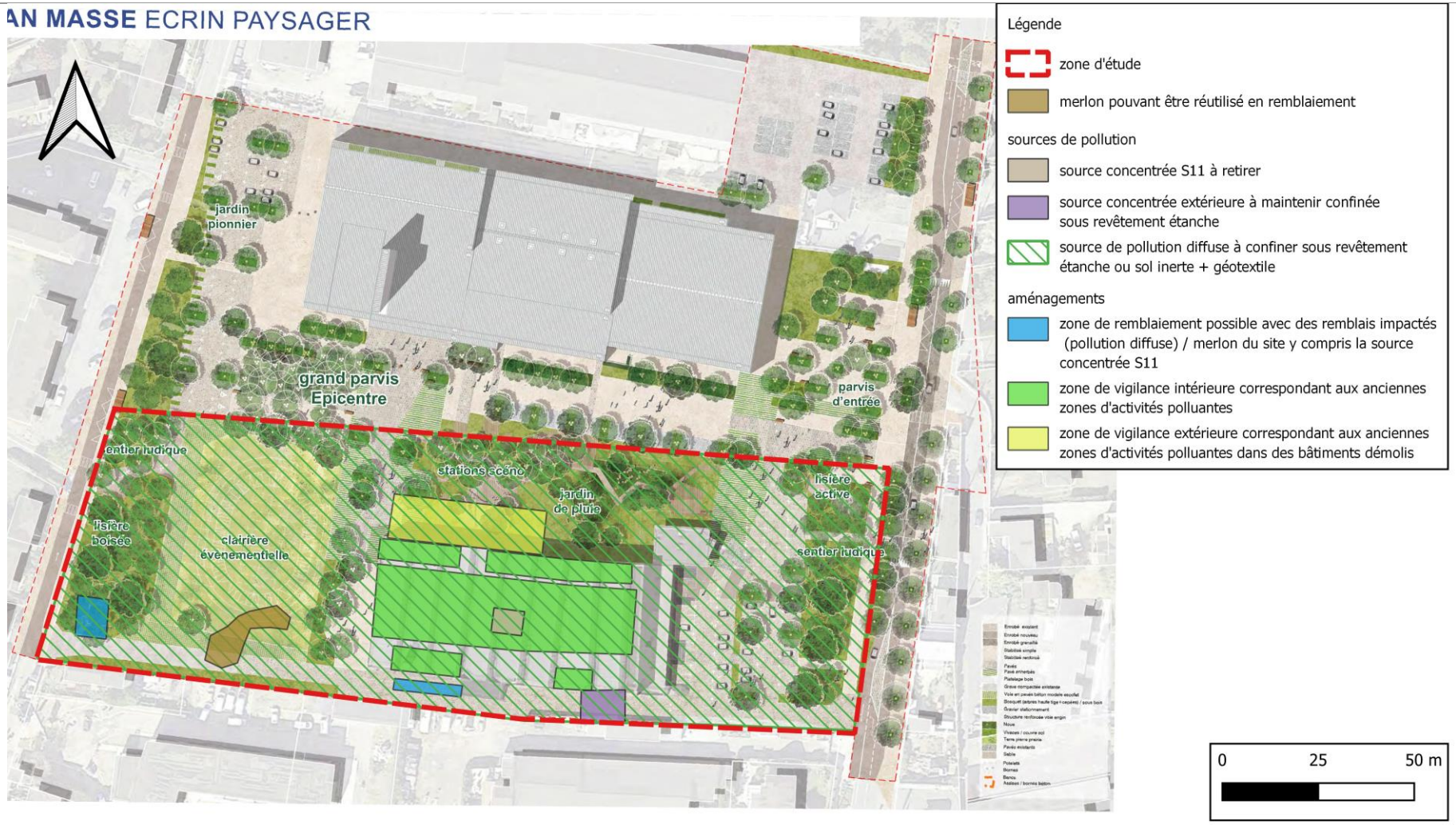
Tableau 36 : Mesures de gestion des pollutions diffuses en extérieur selon les types d'aménagements prévus

4. L'infiltration des eaux pluviales à la parcelle est envisageable mais les principes suivants devront être respectés :
    a. Interdiction d'infiltrer les eaux pluviales dans des sols pollués dans des ouvrages prévus à cet effet. L'infiltration pourra se faire dans des sols sains (à rapporter) ou sous la côte -1,5 m, réputée saine. L'infiltration naturelle des eaux de pluie dans les remblais est possible.
    b. Interdiction de réutilisation des puisards qui devront être rebouchés.
5. Interdiction de planter des arbres fruitiers,
6. Interdiction de potagers en pleine terre. Seuls des potagers en bacs hors sol, sans contact possible entre les racines des végétaux et les sols du site sont autorisés.
7. L'analyse des enjeux sanitaires a validé le principe de réhabilitation du bâtiment principal en espace culturel, économique et de services. Il n'existe pas de contraintes quant à l'aménagement intérieur du bâtiment industriel. Les investigations réalisées dans le bâtiment ayant un caractère ponctuel, si des espaces d'accueil de population sensibles (enfants notamment), la création de bureaux de faible surface/volume étaient envisagés, nous recommandons de les installer dans des zones qui n'ont pas été occupées par des activités polluantes ou alors de les réaménager pour des usages où les durées d'occupation dans ces espaces seraient limitées. Elles pourraient être réaménagées en zone de stockage, espaces ouverts non cloisonnés.
   Ces zones sont localisées en Figure 27 et Figure 28 et sont nommées zones de vigilance.
   Egalement, pour la partie du bâtiment qui doit être démolie et qui accueillait des activités polluantes, et qui dans le projet d'aménagement constituent des zones extérieures, il est recommandé de limiter l'accès à ces zones et les usages au regard des pollutions diffuses mesurées dans les sols.
   Elles sont localisées en Figure 27 et Figure 28 et sont nommées zones de vigilance.

- Interdiction d'usage des eaux de nappe pour des usages sensibles sans analyses préalables visant à vérifier leur qualité et accords de l'administration ;
- Mise en place des nouvelles canalisations en matériaux insensibles aux polluants résiduels (canalisations métalliques ou multicouches sur l'ensemble du réseau), et installation dans des tranchées remblayées avec des matériaux inertes provenant de carrières autorisées.



DEKRA	CA du Pays de Dreux – 16 route de Chartres - VERNOUILLET (28)		
	Figure 27 : Localisation des sources de pollution et localisation des zones de vigilance sur fond de plan projet	Référence :	54415737
		Source :	DEKRA
		Échelle :	Cf. figure



DEKRA	CA du Pays de Dreux – 16 route de Chartres - VERNOUILLET (28)		
	Figure 28 : Localisation des sources de pollution et localisation des zones de vigilance sur fond de plan projet	Référence :	54415737
		Source :	DEKRA
		Échelle :	Cf. figure

10 CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

10.1 CONCLUSIONS

A la suite de l'acquisition de la friche Gérard MANG, dans le cadre du projet du Quartier Spectaculaire de Vernouillet (28), une procédure de cessation d'activité a été mise en place par la Communauté d'Agglomération (CA) du Pays de Dreux pour modifier l'usage du bâtiment Gérard MANG, une ancienne industrie soumise à la législation relative aux ICPE (régime de l'autorisation pour diverses rubriques) devenant un site culturel et économique.

Une première démarche a été entamée par l'ancien exploitant (Gérard MANG SAS) en 2011 qui n'a pas abouti. Elle est donc poursuivie, aujourd'hui, par la CA du Pays de Dreux qui a complété les études afin de définir si des travaux de remise en état étaient nécessaires pour garantir la compatibilité d'usage future. C'est dans ce contexte que DEKRA a été mandaté. L'étude réalisée est un Plan de Gestion, ou mémoire de réhabilitation. Elle correspond à une mission codifiée PG selon la norme NF X 31-620-2 portant sur les prestations de services relatives aux sites et sols pollués.

Le site, propriété de la CA du Pays de Dreux depuis 2024, a été exploité par la société Gérard MANG entre 1950 et 2019 pour une activité de fabrication de matériel électrique. Celui-ci n'est plus exploité depuis 2019. Les activités étaient classées au titre des installations Classées pour la Protection de l'Environnement sous diverses rubriques sous le régime de l'autorisation. Le site est actuellement constitué d'un bâtiment principal à ancien usage de bâtiment administratif et de production en R+2 et sous-sol partiel (zone administrative) et d'un ancien pavillon d'habitation avec sous-sol. Les extérieurs sont constitués des anciennes voiries et parking en enrobés et de zones d'espaces verts non revêtus.

La zone d'étude s'inscrit dans le cadre du projet d'aménagement « EPICENTRE DU QUARTIER SPECTACULAIRE » qui inclut également le site de l'Atelier à spectacles au Nord qui formera un ensemble (absence de séparation physique entre les sites). Il est prévu dans le cadre de ce projet :

- La conservation du bâti existant dont les aménagements intérieurs restent à définir bien que destinés à accueillir des activités économiques, culturelles et services. Une partie du bâti existant et le pavillon d'habitation pourraient être démolis. A ce jour aucun plan d'aménagement de l'intérieur du bâtiment n'est disponible.
- L'aménagement des extérieurs en jardin continu constitué d'un parvis piétons et d'espaces verts (jardin pionnier, lisière boisée, clairière événementielle, etc.) et de places de parkings. Des potagers hors sol sont également envisagés (absence d'arbres fruitiers).
- L'infiltration des eaux pluviales au droit des espaces verts.

Le site a fait l'objet de trois diagnostics de pollution réalisés par l'APAVE en 2021, 2024 et 2025. Elles ont été complétées en 2025 par DEKRA avec de nouvelles investigations sur les gaz du sol.

La synthèse des études a permis d'identifier :

- Sur l'ensemble de la friche Mang, des impacts diffus en ETM et ponctuellement en HCT, HAP, BTEX, COHV, PCB dans les sols présents dès la surface ou sous les revêtements de surface jusqu'à 1,5 m au plus profond. Les impacts sont limités aux remblais et liés à leur mauvaise qualité chimique ;
- Une source de pollution concentrée en hydrocarbures au droit de l'ancien atelier de production sur une surface de 45 m². Le volume de la source concentrée est estimé à 67,5 m^3 pour un seuil de coupure HCT de 73,6 mg/kg ;
- Une source de pollution concentrée localisée en extérieure au droit du puisard d'infiltration d'eau pluviale et probablement d'effluents entre 7,5 et 9 m de profondeur en hydrocarbures volatiles, hydrocarbures totaux, métaux et cyanures.

Pour garantir la compatibilité d'usage futur, des mesures de gestion des sources de pollution, valant travaux de remise en état, et dispositions constructives ont été définies :

- Retrait de la source de pollution concentrée S11 avec un seuil de coupure en HCT de 73,6 mg/kg incluant :
    - L'évacuation hors site des terres impactées (au total 121,50 tonnes),
    - Le remblaiement possible avec soit :
        - Des matériaux d'apport inertes qui devront respecter les valeurs de l'arrêté ministériel du 12/12/2014,
        - Les remblais du site (sols nus extérieurs) ou les terres du merlon.
- Le maintien sous confinement étanche de la source concentrée extérieure « puisard ».
- Le recouvrement des sols nus en extérieur par soit :
    - Des revêtements étanches (enrobé ou dalle de béton). Les sols extérieurs qui sont déjà recouverts de surface étanche pourront être maintenus sous ces revêtements.
    - Un géotextile et 30 cm de matériaux d'apport extérieur provenant de carrière autorisée avec des terres qui devront au préalable être caractérisées par analyse d'un échantillon composite par lot de 250 m3 de terre et respecter des objectifs de qualité chimique, dans les zones sans aménagement de surface,
    - Des matériaux d'apports dans des zones d'aménagement spécifiques (GNT, couche de forme, sable, pavé, etc.).
- L'infiltration des eaux pluviales à la parcelle est envisageable mais les principes suivants devront être respectés :
    - Interdiction d'infiltrer les eaux pluviales dans des sols pollués dans des ouvrages prévus à cet effet. L'infiltration pourra se faire dans des sols sains (à rapporter) ou sous la côte -1,5 m, réputée saine. L'infiltration naturelle des eaux de pluie dans les remblais est possible.
    - Interdiction de réutilisation des puisards qui devront être rebouchés.
- Interdiction de planter des arbres fruitiers.
- Interdiction de potagers en pleine terre. Seuls des potagers en bacs hors sol, sans contact possible entre les racines des végétaux et les sols du site sont autorisés.
- Interdiction d'usage des eaux de nappe pour des usages sensibles sans analyses préalables visant à vérifier leur qualité et accords de l'administration.
- Mise en place des nouvelles canalisations en matériaux insensibles aux polluants résiduels (canalisations métalliques ou multicouches sur l'ensemble du réseau), et installation dans des tranchées remblayées avec des matériaux inertes provenant de carrières autorisées.

Les coûts pour la gestion des sources de pollution (hors dispositions constructives) s'établiraient entre 186 et 200 k€ selon les scenarii.

Après la mise en place de ces mesures de gestion et dispositions constructives, les seules voies d'exposition aux polluants concernent l'inhalation de composés volatils en air intérieur du bâtiment à réhabiliter et en extérieur pour les usagers du site (employés et public : adultes et enfants). Pour déterminer les risques d'exposition aux pollutions après travaux de remise en état, une Analyses des Risques Résiduels a été réalisée. Les résultats ont confirmé des risques acceptables pour les cibles identifiées et hypothèses retenues. L'ARR valide donc d'un point de vue sanitaire le programme de remise en état et le seuil de coupure de la source concentrée à traiter.

10.2 RECOMMANDATIONS

Pour garantir la compatibilité d'usage futur l'ensemble des mesures de gestion et dispositions constructives définies devront être mises en place. Plusieurs solutions ont été envisagées quant à la gestion des pollutions diffuses en extérieur. Il est laissé le choix au Maître d'Ouvrage de retenir la meilleure solution au regard de son projet d'aménagement.

L'Analyses des Risques Résiduels a permis de valider d'un point de vue sanitaire qu'il n'y avait aucune restriction en terme d'aménagement à l'intérieur du bâtiment pour un usage de bureaux / stockage / espace de vente mais également en extérieur. Selon les aménagements qui seront envisagés la seule recommandation serait, dans la mesure du possible, de limiter les durées d'exposition et l'usage dans les anciennes zones d'activités polluantes.

Après travaux, des pollutions résiduelles seront présentes. Il conviendra donc de les garder en mémoire de manière pérenne dans le but de garantir la compatibilité d'usage du site.

11 LIMITES ET INCERTITUDES DE LA MISSION – JUSTIFICATION DES ECARTS

11.1 INCERTITUDES LIEES AUX INVESTIGATIONS

Le présent diagnostic a été réalisé à partir d'échantillonnages ponctuels sur les différents milieux analysés. Par conséquent, il ne saurait prétendre à l'exhaustivité quant à la représentativité de la qualité de ceux-ci.
Les incertitudes sont liées :

- À l'appréciation des intervenants de terrain ;
- À l'échantillonnage des milieux par les intervenants ;
- À l'approximation des coordonnées X, Y et Z sur les fiches de prélèvements.

11.2 INCERTITUDES LIEES AUX ANALYSES

Du fait des techniques de laboratoire, les résultats d'analyses sont soumis à une certaine incertitude. Ces incertitudes sont présentées sur les bordereaux d'analyses en annexe.

11.3 AUTRES LIMITES OU INCERTITUDES

Cette étude a été réalisée suivant une méthode généralement employée dans l'industrie et est conforme aux pratiques en vigueur dans la profession.

Les conclusions présentées dans ce rapport sont basées sur les conditions du site telles qu'observées lors de la visite et sur les informations fournies. Les informations obtenues sont supposées être exactes. Cette étude ne peut prétendre à l'exhaustivité.

- Les informations collectées lors des entretiens et des visites du site sont supposées fournies de bonne foi ;
- Le présent rapport et ses annexes constituent un tout indissociable. Une utilisation erronée qui pourrait être faite suite à une diffusion ou reproduction partielle ne saurait engager DEKRA INDUSTRIAL SAS ;
- Des éléments nouveaux mis en évidence lors de l'exécution des travaux, a posteriori de la mission confiée à DEKRA INDUSTRIAL SAS et n'ayant pu être détectés au cours des reconnaissances peuvent rendre caduques certaines des recommandations figurant dans le rapport.

11.4 JUSTIFICATION DES ECARTS

Sans objet.

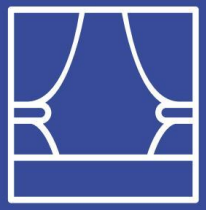
ANNEXE 1 : PROJET D'AMENAGEMENT (SOURCE : CA DU PAYS DE DREUX)

EPICENTRE DU QUARTIER SPECTACULAIRE, *Vernouillet*

MISSIONS D'ÉTUDE
CONCEPTION, SCÉNOGRAPHIE ET MAÎTRISE D'OEUVRE D'ESPACE PUBLIC

PHASE DIAGNOSTIC ESQUISSE

MOE LOT 2_*ANMA_JMRÉ_CREAFACTORY_ALTO STEP_LES ÉCLAIREURS_EXPLAIN*

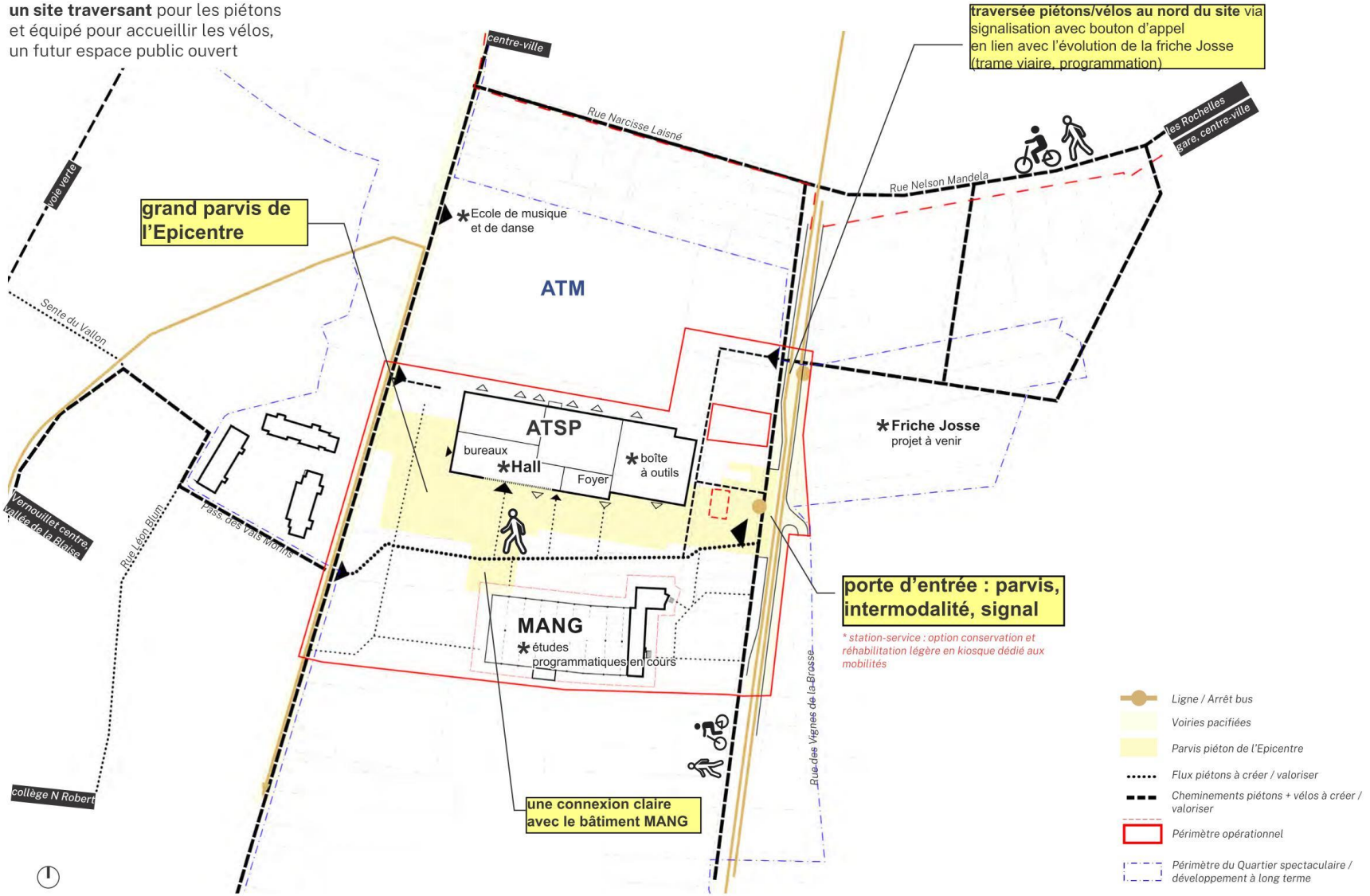


Copil ESQUISSE
30 septembre 2025

LES ELEMENTS ACTÉS EN COPIL ET LES ÉVOLUTIONS

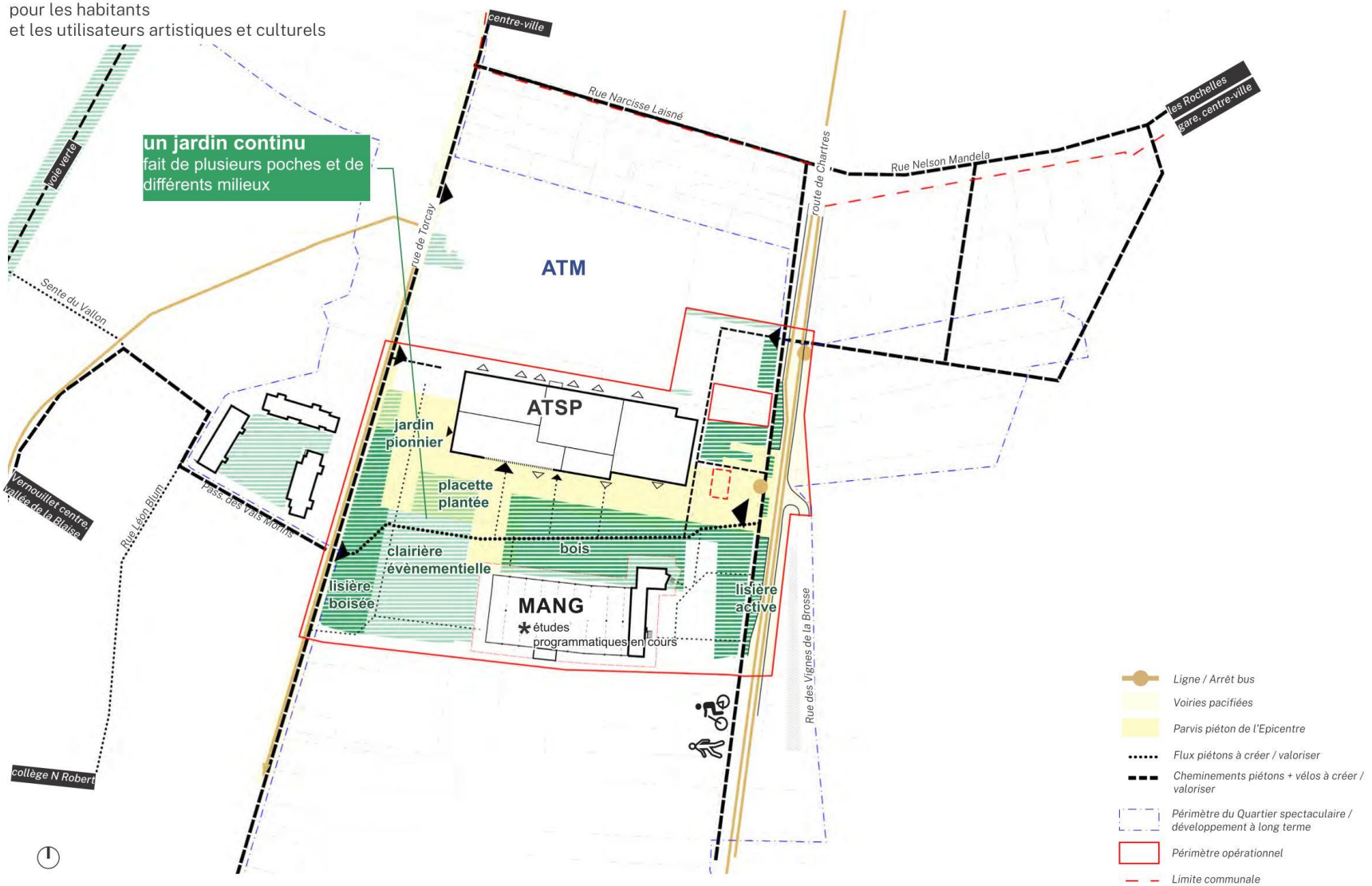
UN GRAND PARVIS

un site traversant pour les piétons
et équipé pour accueillir les vélos,
un futur espace public ouvert



UN GRAND JARDIN

développé **à partir des sols et du paysage existant,**
pour les habitants
et les utilisateurs artistiques et culturels

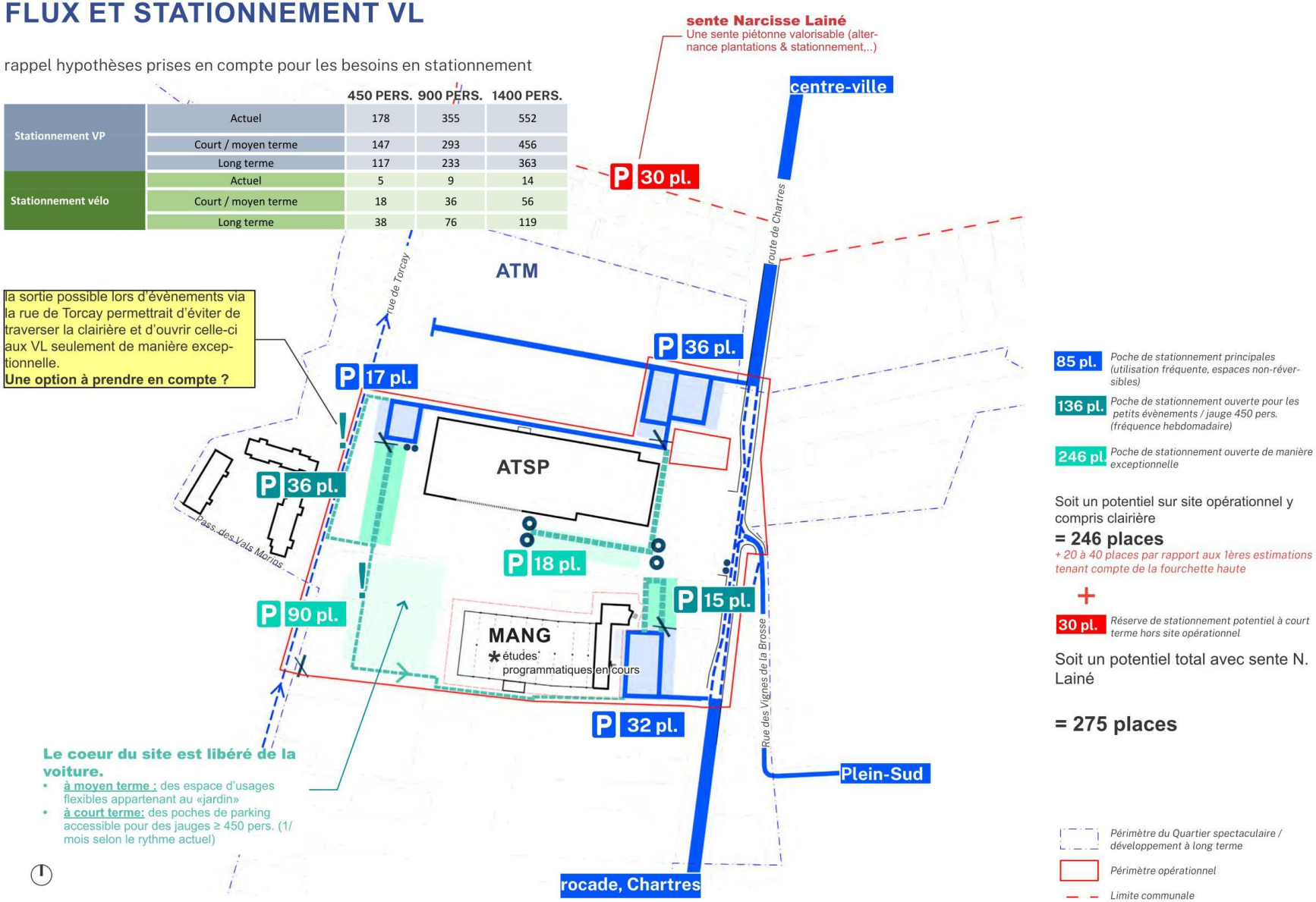


FLUX ET STATIONNEMENT VL

rappel hypothèses prises en compte pour les besoins en stationnement

		450 PERS.	900 PERS.	1400 PERS.
Stationnement VP	Actuel	178	355	552
	Court / moyen terme	147	293	456
	Long terme	117	233	363
Stationnement vélo	Actuel	5	9	14
	Court / moyen terme	18	36	56
	Long terme	38	76	119

la sortie possible lors d'évènements via la rue de Torcay permettrait d'éviter de traverser la clairière et d'ouvrir celle-ci aux VL seulement de manière exceptionnelle.
Une option à prendre en compte ?



Le coeur du site est libéré de la voiture.

- **à moyen terme :** des espace d'usages flexibles appartenant au «jardin»
- **à court terme:** des poches de parking accessible pour des jauges ≥ 450 pers. (1/ mois selon le rythme actuel)

85 pl. *Poche de stationnement principales (utilisation fréquente, espaces non-réversibles)*

136 pl. *Poche de stationnement ouverte pour les petits évènements / jauge 450 pers. (fréquence hebdomadaire)*

246 pl. *Poche de stationnement ouverte de manière exceptionnelle*

Soit un potentiel sur site opérationnel y compris clairière

= 246 places

+ 20 à 40 places par rapport aux 1ères estimations tenant compte de la fourchette haute

+

30 pl. *Réserve de stationnement potentiel à court terme hors site opérationnel*

Soit un potentiel total avec sente N. Lainé

= 275 places

Périmètre du Quartier spectaculaire / développement à long terme

Périmètre opérationnel

Limite communale

QUELLE TYPE DE CLAIRIÈRE ÉVÈNEMENTIELLE ?

!

** gestion de la prairie fauchée / fréquence d'ouverture souhaitée de la clairière à déterminer*
un travail poursuivre avec l'ATSP et les services techniques de l'agglo pour aboutir à un principe en fin d'AVP





** risque : une prairie s'abîmant rapidement, une prédominance de graviers,...*



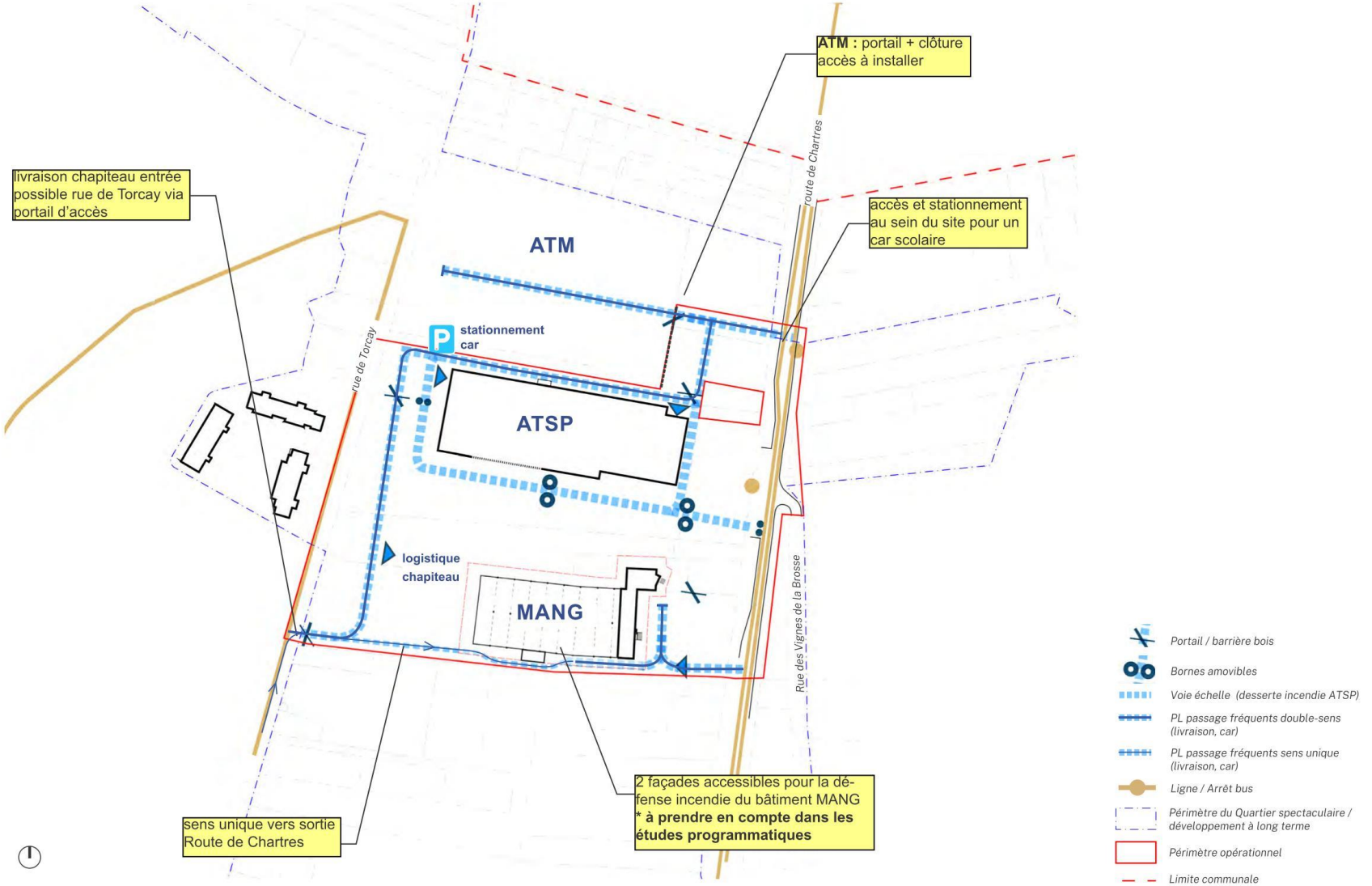
Reférence LUMA Arles, Parc des Ateliers, aménagé sur une friche industrielle de réparation et de construction de locomotives de LUMA (2013-2021)





Préservation dans le cadre d'une bonne gestion

FLUX PL


ATM : portail + clôture accès à installer
livraison chapiteau entrée possible rue de Torcay via portail d'accès
route de Chartres
accès et stationnement au sein du site pour un car scolaire
ATM
stationnement car
rue de Torcay
ATSP
logistique chapiteau
MANG
Rue des Vignes de la Brosse
2 façades accessibles pour la défense incendie du bâtiment MANG
* à prendre en compte dans les études programmatiques
sens unique vers sortie Route de Chartres
Portail / barrière bois
Bornes amovibles
Voie échelle (desserte incendie ATSP)
PL passage fréquents double-sens (livraison, car)
PL passage fréquents sens unique (livraison, car)
Ligne / Arrêt bus
Périmètre du Quartier spectaculaire / développement à long terme
Périmètre opérationnel
Limite communale

GESTION ET CONTRÔLE D'ACCÈS TYPOLOGIES ET RÉFÉRENCES

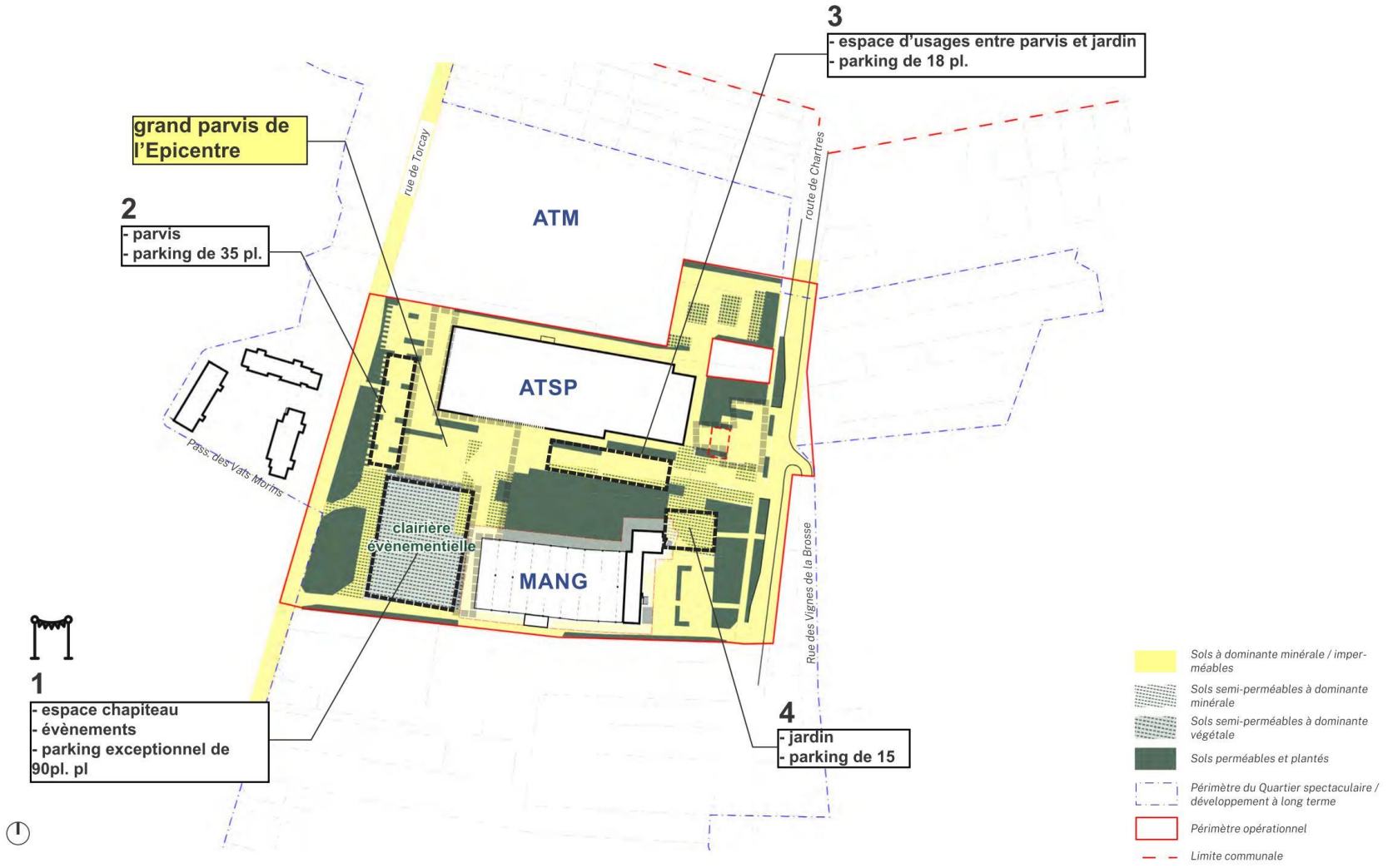
Une gestion à valider et affiner dans la poursuite des études.
Un mobilier bois intégré à un vocabulaire de parc public / jardin.



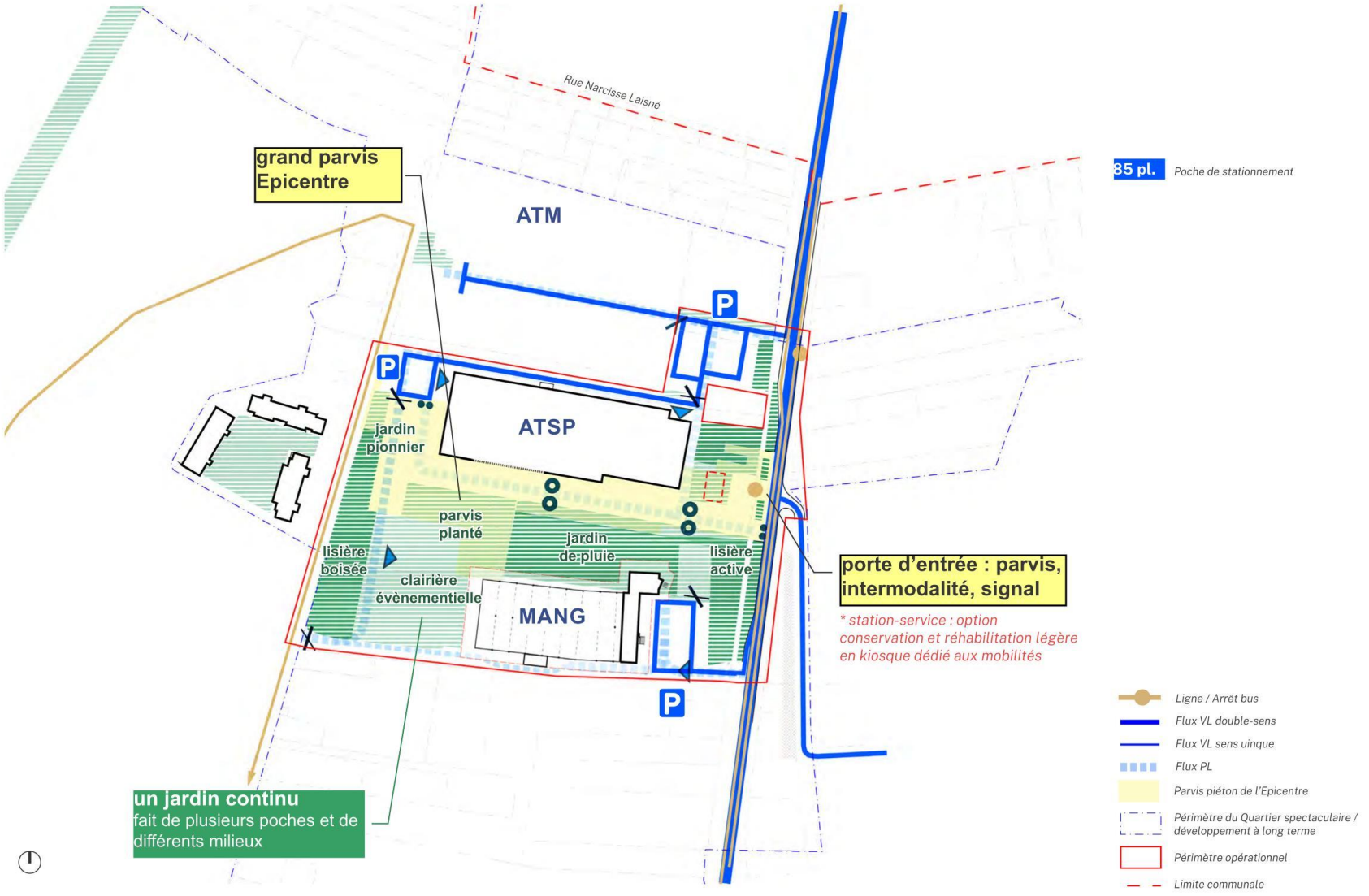
TYPES DE SOLS ET RÉVERSIBILITÉ PARKING / USAGES

15% Parkings réversibles 5500m2

10% Autres usages réversibles 3900m2

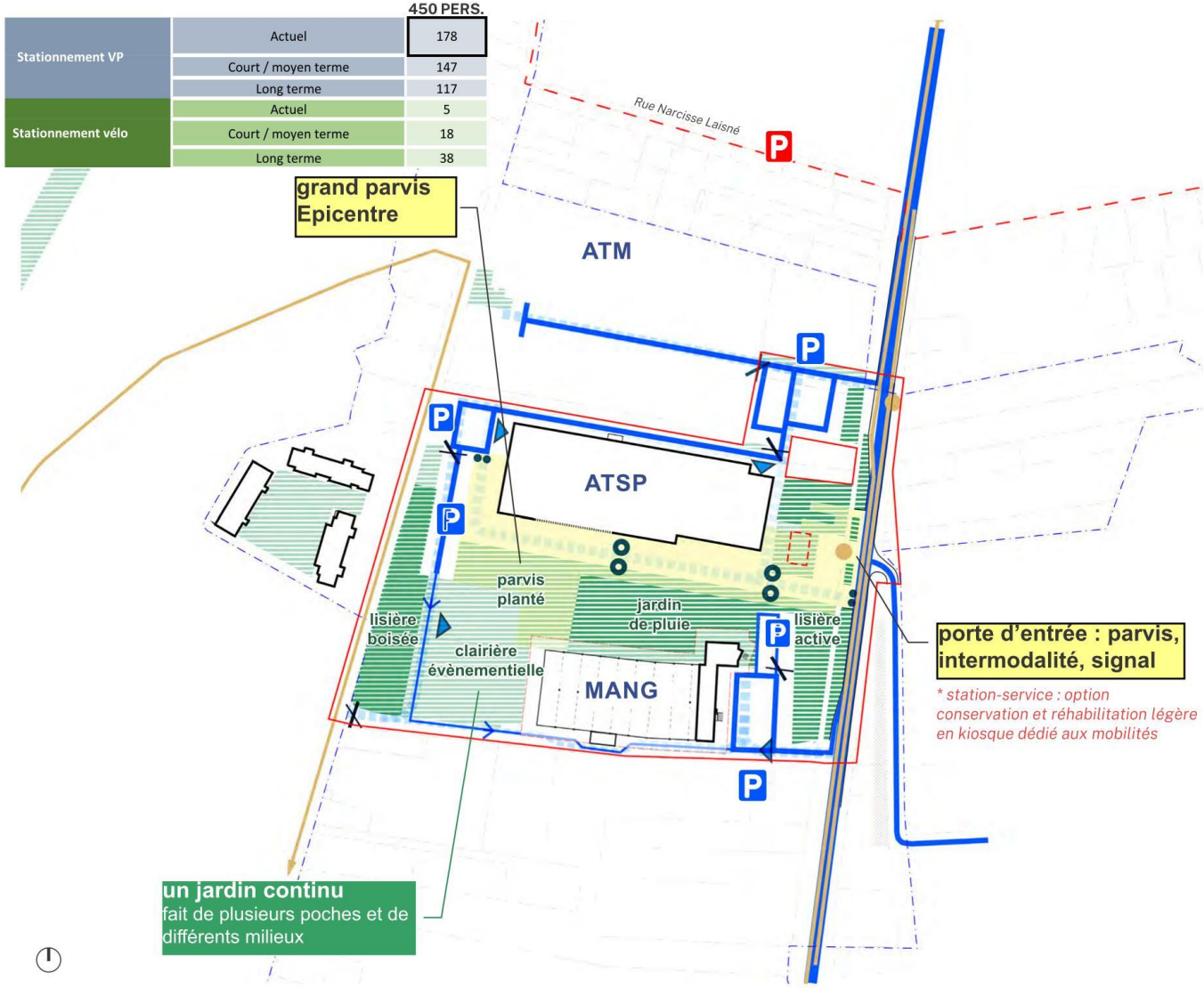


LE SITE AU QUOTIDIEN



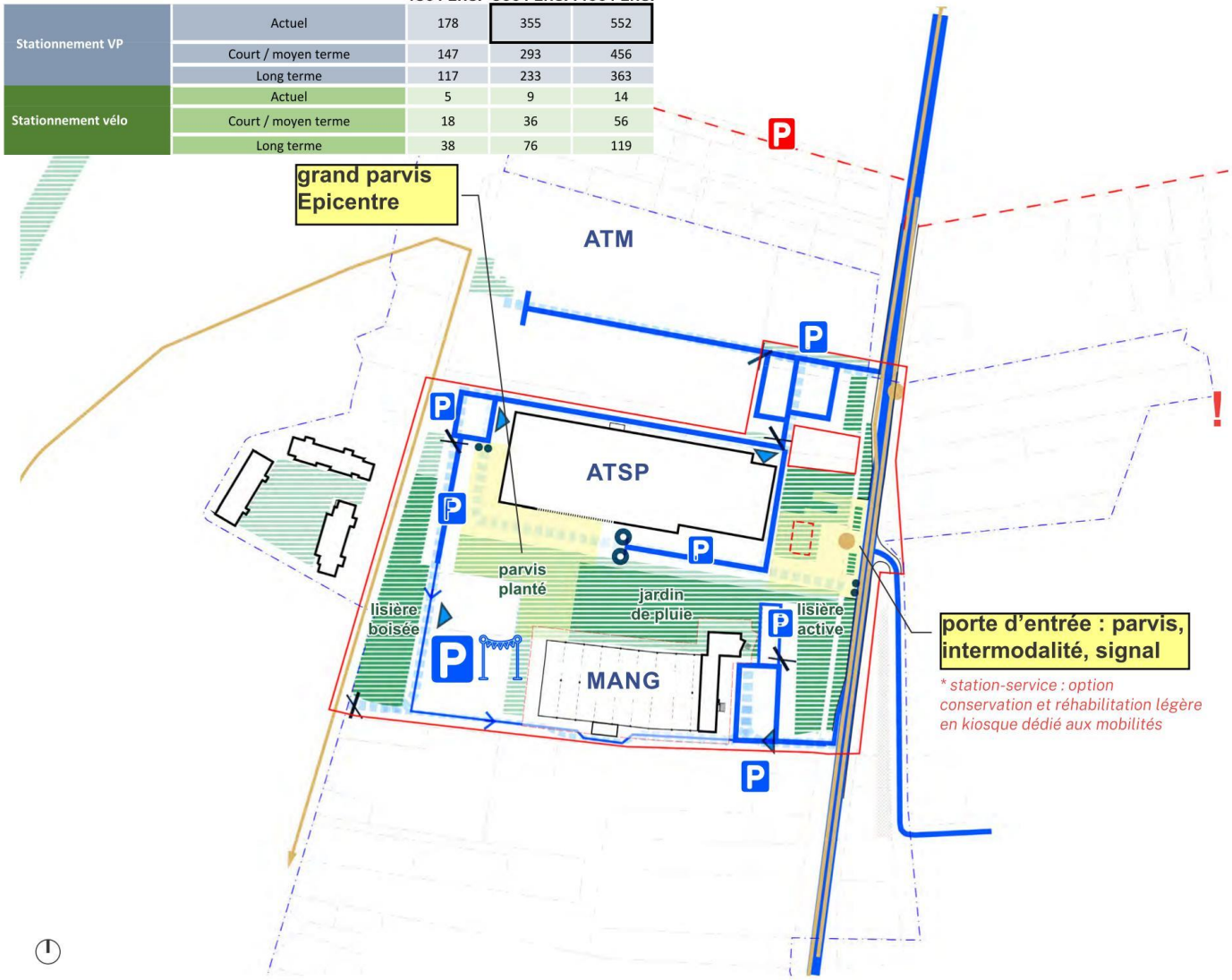
LE SITE LORS DE PETITS ÉVÈNEMENTS ≤ 450 PERS.

		450 PERS.
Stationnement VP	Actuel	178
	Court / moyen terme	147
	Long terme	117
Stationnement vélo	Actuel	5
	Court / moyen terme	18
	Long terme	38



LE SITE LORS DE GRANDS ÉVÈNEMENTS

		450 PERS.	900 PERS.	1400 PERS.
Stationnement VP	Actuel	178	355	552
	Court / moyen terme	147	293	456
	Long terme	117	233	363
Stationnement vélo	Actuel	5	9	14
	Court / moyen terme	18	36	56
	Long terme	38	76	119



«Grand évènement» :
= jauge grande salle au delà de 450 pers.
= chapiteau (max 500pers)
= autre évènement exterieur

246 pl. *Poche de stationnement*

\+

30 pl. *Réserve de stationnement potentiel à court terme hors site opérationnel*

Soit un potentiel maximum sur site opérationnel en considérant la clairière accessible

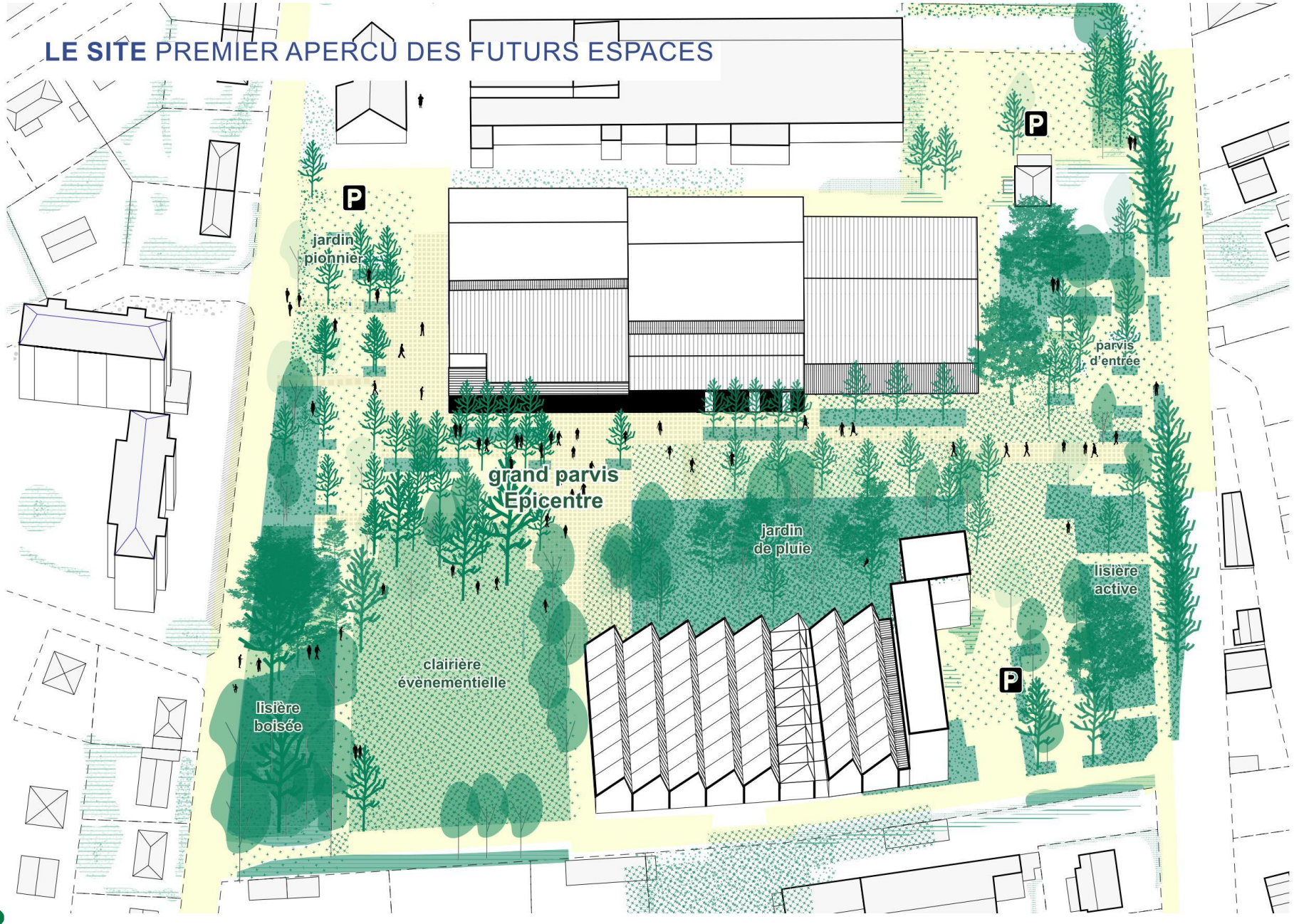
= 276 places

RAPPEL

En fonction de l'importance des besoins en stationnement et d**e la disponibilité de la clairière**, des stationnements complémentaires sont à trouver au-delà de l'Epicentre. Selon nos hypothèses d'amélioration progressive du report modal vers les modes alternatifs, les estimations sont les suivantes :

- à court terme : **270 à 360 pl.**
- à moyen terme : **175 à 260 pl.**
- à long terme : **80 à 170 pl.**

Ligne / Arrêt bus
Flux VL double-sens
Flux VL sens uinque
Flux PL
Parvis piéton de l'Epicentre
Périmètre du Quartier spectaculaire / développement à long terme
Périmètre opérationnel
Limite communale


LE SITE PREMIER APERCU DES FUTURS ESPACES
P
P
P
jardin pionnier
parvis d'entrée
grand parvis Epicentre
jardin de pluie
lisière active
clairière évènementielle
lisière boisée

AMÉNAGEMENTS ROUTE DE CHARTRES

un plateau aménagé en zone 30
vers une entrée de ville apaisée et fonctionnelle

AMÉNAGEMENT ROUTE DE CHARTRES RAPPEL CONTEXTE ET ENJEUX

CARACTÉRISTIQUES :

- Une limitation à 50km/h
- Une fréquentation de l'ordre de **8 000 véh/j (**résultats des enquêtes jours ouvrés de juillet), soit une estimation à 9 600 véh/j hors vacances estivales (majoration de 20%)
- Le passage d'une ligne de bus (ligne 2) présentant une fréquence de 20 minutes en Heure de Pointe et de 40 minutes en Heure Creuse / Soit 3 interruptions par heure au maximum en Heure de Pointe.
- Des arrêts bus pas facilement perceptibles pour l'automobiliste et le piéton.
- Des aménagements de trottoirs pas toujours bien définis



Problèmatique de la perception des arrêts de bus (piétons et automobilistes)



Des aménagements de trottoirs proche de la friche et mal définies

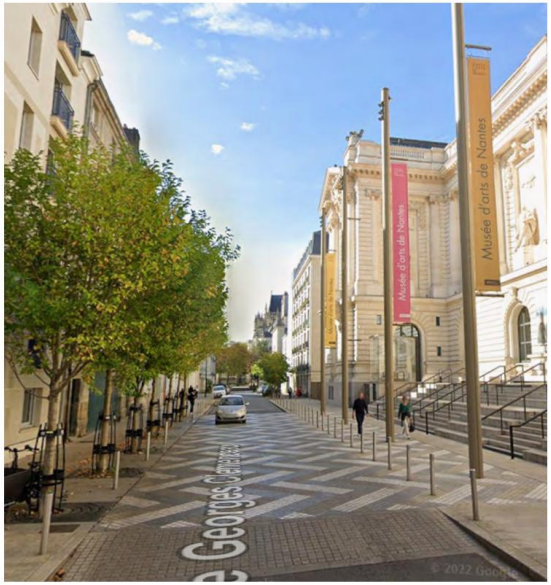
VERS UN AMÉNAGEMENT APAISÉ

Un axe apaisé : il ne s'agit pas de diminuer le volume du trafic mais d'en **limiter la vitesse** :

- Par une limitation de vitesse à 30 km/h
- par la mise en place d'un plateau surélevé sur une portion de la voirie







AMÉNAGEMENT ROUTE DE CHARTRES VERS UNE ENTRÉE DE VILLE APAISÉE

PRÉCONISATIONS RELATIVES AUX ARRÊTS BUS PRÉSENTS DANS LES ZONES URBAINES AVEC LIMITATION DE VITESSE À 30KM/H OU 50KM/H : L' ARRÊT DE BUS EN PLEINE VOIE :

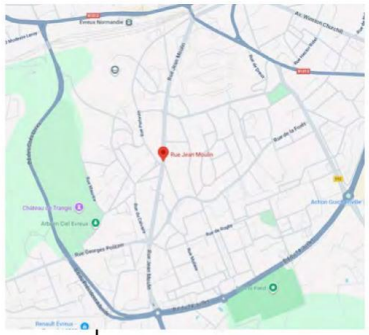
- Donne la priorité aux bus et évite ainsi une perte de temps pour la réintégration des bus à la circulation
- Permet une simplicité d'aménagement : pas de décrochés, largeur réduite de l'emprise. Manœuvre de réinsertion dans la circulation plus facile pour le conducteur de bus
- Facilite les traversées des piétons par l'absence de surlargeurs, et par conséquent renforce la visibilité et la sécurité des usagers vulnérables
- Oblige les véhicules suiveurs à ralentir ou à s'arrêter tout en cassant les effets « autoroutes urbaines » sur des sections ou l'on veut calmer les vitesses. Les automobilistes, contraints de ralentir derrière un bus sont plus attentifs aux piétons qui montent et descendent.
- Présente une meilleure lisibilité urbaine : l'arrêt matérialise une séquence « habitée » de l'axe (arrêt = présence de piétons, d'activité, de vie locale)

La configuration en encoche est souvent proscrite en milieu urbain, en zones apaisées ou la pleine voie est quasi systématique.

A noter : Les arrêts de bus sont aujourd'hui en pleine voie sur la route de Chartres.

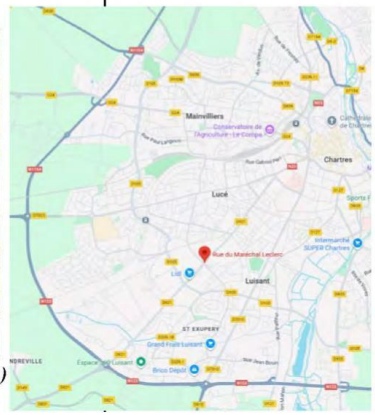


Exemple : Rue Jean Moulin - Evreux





Exemple : Rue du Maréchal Leclerc - Lucé RD921 (Chartres)



AMÉNAGEMENT ROUTE DE CHARTRES VERS UNE ENTRÉE DE VILLE APAISÉE

LE PLATEAU

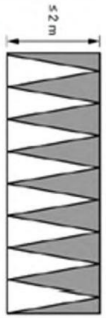
TERME SIMILAIRE : « PLATEAU SURÉLEVÉ »



Cerema



Cerema

Signalisation verticale		Signalisation horizontale
Avancée	*Position*	
 A2b	 C27	
 B14	 C20a facultatif si passage piéton	
Facultative en zone 30 et zone de rencontre, obligatoire ailleurs.	Facultative en zone 30 et zone de rencontre, obligatoire ailleurs.	Facultative en zone 30 et si couleur différente de la chaussée

Restrictions d'implantation					
Trafic	TC/secours	Transition	Géométrie	Ouvrage d'art	Carrefour
TMJA > 10000 véh	Voies desservant des centres de secours, sauf accord du service concerné	Sur les 50m après le panneau EB10 Sur les 50m après la fin d'une section limitée à 70km/h	Visibilité réduite En virage de rayon < 50m	Sur/dans un ouvrage d'art et 25m de part et d'autre	

Domaine d'emploi

Uniquement en agglomération, sur les voiries internes des aires de service ou de repos routières ou autoroutières, sur les voies de lotissement hors agglomération et sur les aires de stationnement :

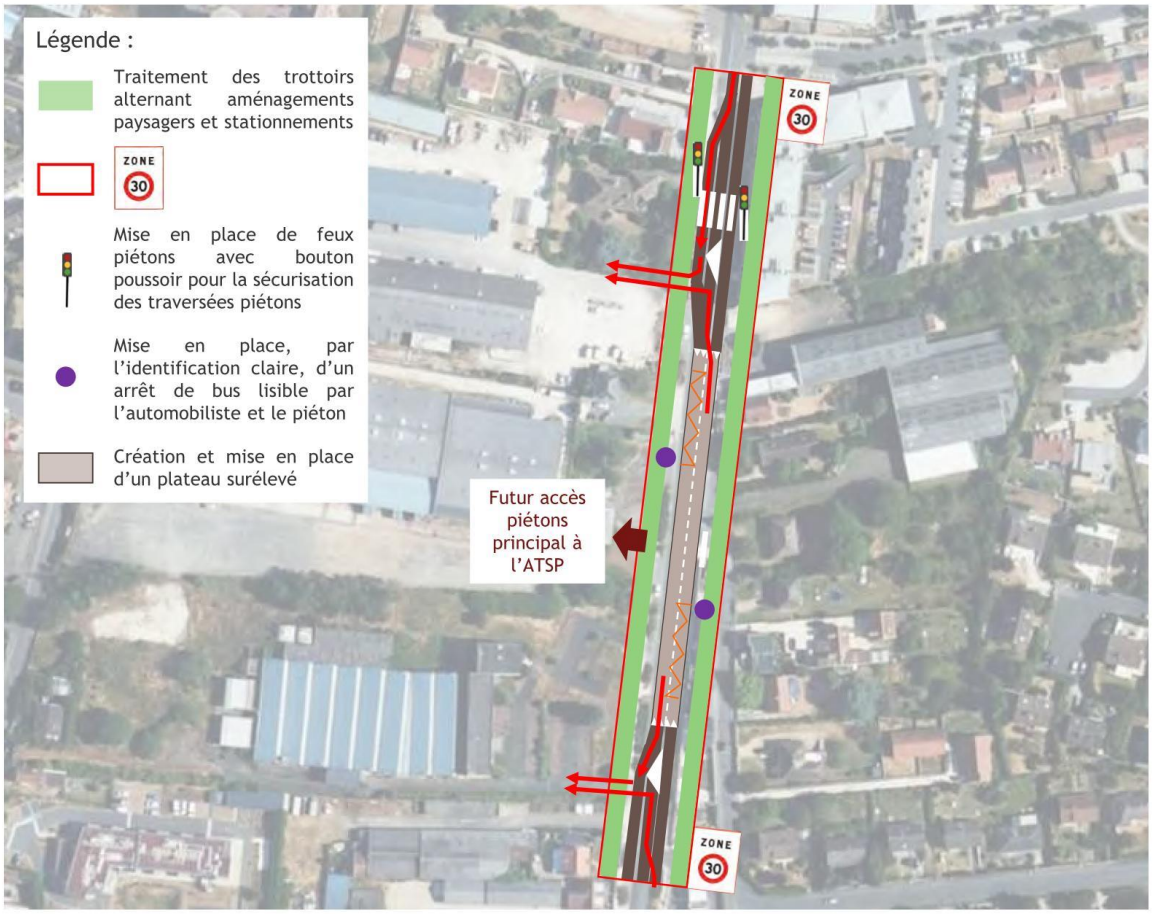
- Section limitée localement à 30 km/h
- Zone 30
- Limite de zone 30

Peu recommandé en zone de rencontre. Convient bien en carrefour, sur branche giratoire et en prolongement de trottoir

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Cerema
CLIMAT & TERRITOIRES DE DEMAIN

AMÉNAGEMENT ROUTE DE CHARTRES CARTE DE SYNTHESE



Pour une gestion en cédez le passage des accès à l'ATSP, des réserves de capacité satisfaisantes sont estimées selon les hypothèses suivantes :

ARRIVÉES SUR LE SITE (AVANT L'ÉVÈNEMENT)

- En heure de pointe du soir (460 à 470 uvp/h sur la route de Chartes, hors flux de l'ATSP)
- 300 véh se rendant à l'ATSP sur une heure
- 100 % des arrivées via la route de Chartes
- 30% depuis le nord et 70% depuis le sud

70 % de réserve de capacité (mouvement de tourne à gauche vers l'ATSP)

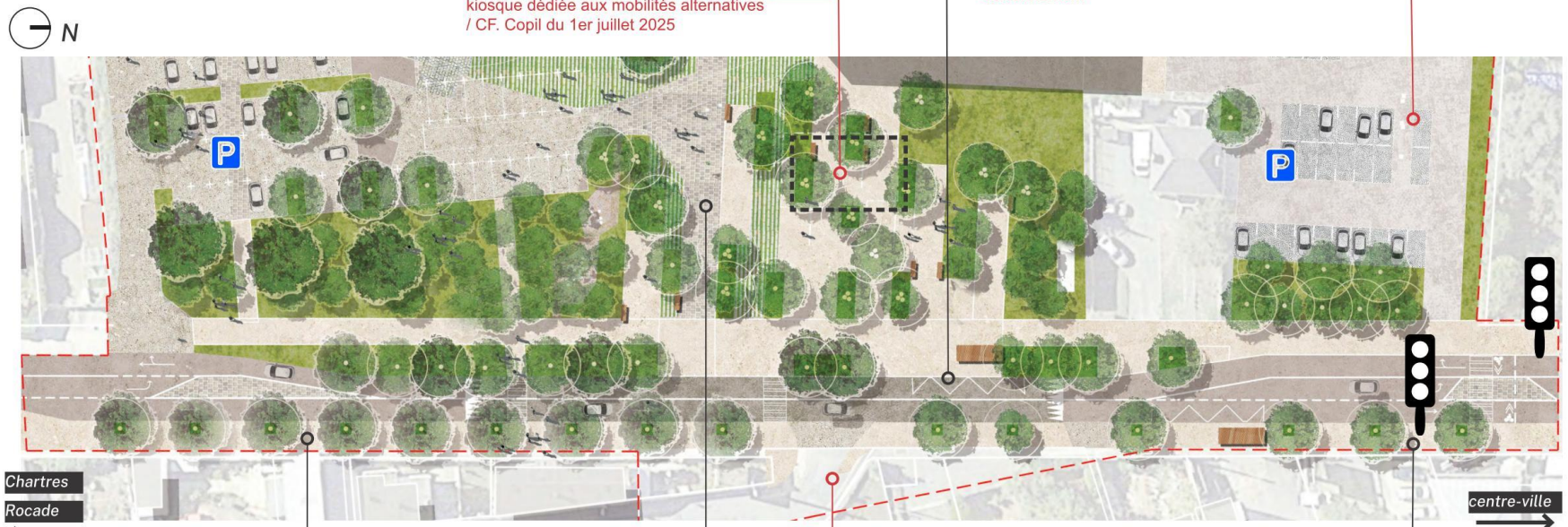
EN SORTIE DU SITE (APRÈS L'ÉVÈNEMENT)

- En heure de pointe du soir (460 à 470 uvp/h sur la route de Chartes, hors flux de l'ATSP)
- 300 véh sortant de l'ATSP sur une heure
- 100 % des sorties sur la route de Chartes
- 30% vers le nord et 70% vers le sud

67 % de réserve de capacité pour le tourne à gauche vers la route de Chartres

72 % de réserve de capacité pour le tourne à droite vers la route de Chartes

AMÉNAGEMENT ROUTE DE CHARTRES VERS UNE ENTRÉE DE VILLE APAISÉE



un traitement des trottoirs alternant plantations et poches de stationnement



parvis d'entrée Epicentre principale piéton-vélo

Option accès à des stationnements sur la friche Josse depuis la rue Vigne de la Brosse : à étudier dans la suite des études en lien avec le plan guide Entrée de Ville

Traversée piétons + vélos
une possible sécurisation par la mise en place d'un feu piéton avec bouton poussoir



Exemple de boutons poussoir lumineux et non-lumineux
Source : feux.routier.free.fr

AMÉNAGEMENT ROUTE DE CHARTRES UNE SIGNALETIQUE ET UN MOBILIER HYBRIDE



LE PROJET SOLS PAYSAGE

conserver au maximum les sols en place
et désimperméabiliser

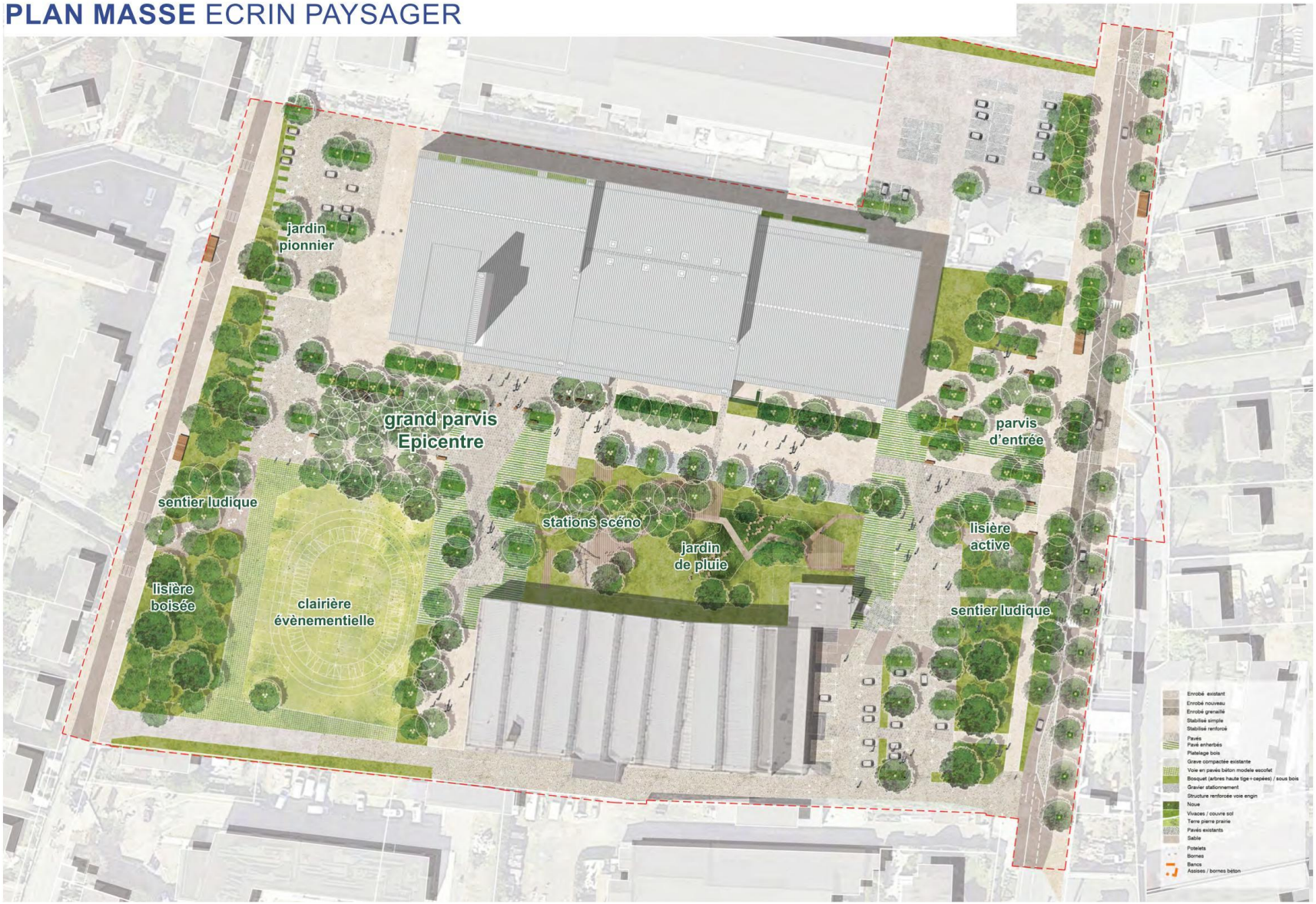
EXPLORER LES SOLS PALIMPSESTE ET SONDAGE AGRO-PÉDOLOGIQUES



CONSERVER LES SOLS UN AMÉNAGEMENT SOBRE



PLAN MASSE ECRIN PAYSAGER



ECRIN PAYSAGER ENTREE EST













ECRIN PAYSAGER CENTRALITE



















ECRIN PAYSAGER FRANGE OUEST





Jardin pionnier (stationnement, travail de découpage et recovnerion des sols, accueil évènementiel)



Frange boisée

Clairière évènementiel









REVETEMENTS ENTRE RECONVERSION ET RENOUVEAU

REEMPLOI DE MATERIAUX ET STRUCTURES



Reconversion d'enrobé en bordures, ou en concassé pour gravier sous stationnements



Réemploi de matériaux divers sur site

RENOUVEAU



Pavés béton simples et



Dalles alvéolées (prairie passage engin sur clairière)



Stabilisé simple et renforcé (structure voirie)



Pavés + stabilisé



Enrobé noir et grenaillé

Figure 29 : Revêtements

GESTION DES EAUX PLUVIALES SUR LES ESPACES VERTS



Arbitrage avant le dépôt AVP du lot 1
- Emplacements descente EP du bâtiment au nord pour raccordements dans les espaces verts (ouest, sud, sud-est)

RETENTION / INFILTRATION	**6200 m2 SOIT 16%**	*SURFACES MINERALES POREUSES :*	*xx m2 soit xx%*
POREUX	*4200m2 SOIT 11%*	*SURFACES DESIMPERMEABILISEES :*	*xx m2 soit xx%*
SEMI PERMEABLE	*1200 m2 SOIT 3%*		
MICRO PENTES			

EN COURS

SURFACE TOTALE PARCELLE : 38

ANNEXE 2 : FICHES DE PRELEVEMENTS DES GAZ DU SOL

Fiche de prélèvement de gaz du sol

ASDS11

Client : Agglo Dreux — Opérateur : GPO/ETH
Site / Lieu : Vernouillet, friche MANG — Date d'intervention : 06/11/2025
N° affaire : 54415737

Conditions météorologiques

Ensoleillé, pluvieux... :	Pluvieux		
Température extérieure (°C) :	13	Taux d'humidité dans l'air (%) :	96
Température intérieure (°C) :	-	Vitesse du vent (m/s) :	3,5
Pression (hPa) :	1007,8	Sens du vent (si prélèvement en extérieur) :	SSE

Type de prélèvement

Nombre de prélèvements :	1	Présence d'un filtre poussières :	non
Nature de l'ouvrage :	Air sous dalle	Présence d'un filtre à humidité :	non
Type de pompe(s) :	Gilair plus	Présence répartiteur de flux :	non
Référence(s) pompe(s) :	93708	Nature de la ligne de prélèvement :	PTFE

Type de supports

- ☑ Tube adsorbant charbon actif
- ☐ Gel de silice
- ☐ Tube Hopcalite
- ☐ Canister
- ☐ Sac Tedlar
- ☐ Autre :

Nature du support et analyses

- ☐ HC C5-C10
- ☑ Naphtalène
- ☑ BTEX
- ☑ TPH
- ☑ COHV
- ☐ Méthanol
- ☐ Mercure

Description du point de prélèvement

Description des sols : Dalle béton
Présence d'eau observée : non — Niveau (m) :
Observations organoleptiques : Non
Type d'étanchéité : Vapor pin

Purge de l'ouvrage

Volume d'air du piézair (volume mort) (L) :	-	Temps de la purge (min) :	-
Débit de la purge (L/min) :	-	Volume purgé (L) :	-
Contrôle PID COV (ppm) : 2	O_2(%) : 9,7	Référence PID 4 gaz:	63078

Calibration

Référence calibrateur :	91466	Débit moyen initial Qm_i (L/min) :	0,248
Débit préréglé (L/min) :	0,2	Débit moyen final Qm_f (L/min) :	0,2413

Prélèvement

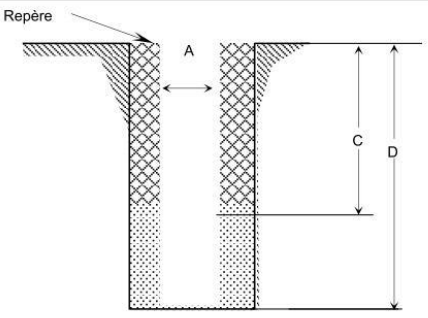
Référence unique du support :	-		CA
Heure de début de pompage :	10h46	Durée de pompage (min) :	120
Heure de fin de pompage :	12h46	Volume pompé (L) :	29,358

Date et conditions de transports

Date d'envoi : 07/11/2025 — Laboratoire : AGROLAB
Conditionnement : Glacière réfrigirée

Coupe technique de l'ouvrage

A :	16	mm
B :	-	m
B' :	-	m
C :	0,15	m
D :	0,35	m
E :	-	m
F :	-	mm
G :	-	cm
V total :	-	L



DEKRA — Fiche de prélèvement de gaz du sol — ASDS16

Client : Agglo Dreux — Opérateur : GPO/ETH
Site / Lieu : Vernouillet, friche MANG — Date d'intervention : 06/11/2025
N° affaire : 54415737

Conditions météorologiques

Ensoleillé, pluvieux... :	Pluvieux		
Température extérieure (°C) :	13	Taux d'humidité dans l'air (%) :	93
Température intérieure (°C) :	-	Vitesse du vent (m/s) :	3,5
Pression (hPa) :	1008	Sens du vent (si prélèvement en extérieur) :	SSE

Type de prélèvement

Nombre de prélèvements :	1	Présence d'un filtre poussières :	non
Nature de l'ouvrage :	Air sous dalle	Présence d'un filtre à humidité :	non
Type de pompe(s) :	Gilair plus	Présence répartiteur de flux :	non
Référence(s) pompe(s) :	93707	Nature de la ligne de prélèvement :	PTFE

Type de supports

- ☑ Tube adsorbant charbon actif
- ☐ Gel de silice
- ☐ Tube Hopcalite
- ☐ Canister
- ☐ Sac Tedlar
- ☐ Autre :

Nature du support et analyses

- ☐ HC C5-C10
- ☑ Naphtalène
- ☑ BTEX
- ☑ TPH
- ☑ COHV
- ☐ Méthanol
- ☐ Mercure

Description du point de prélèvement

Description des sols : Dalle béton
Présence d'eau observée : non — Niveau (m) :
Observations organoleptiques : Non
Type d'étanchéité : Vapor pin

Purge de l'ouvrage

Volume d'air du piézair (volume mort) (L) :	-	Temps de la purge (min) :	-
Débit de la purge (L/min) :	-	Volume purgé (L) :	-
Contrôle PID COV (ppm) : 0	O_2(%) : 20,5	Référence PID 4 gaz:	63078

Calibration

Référence calibrateur :	91466	Débit moyen initial Qm_i (L/min) :	0,2
Débit préréglé (L/min) :	0,2	Débit moyen final Qm_f (L/min) :	0,206

Prélèvement

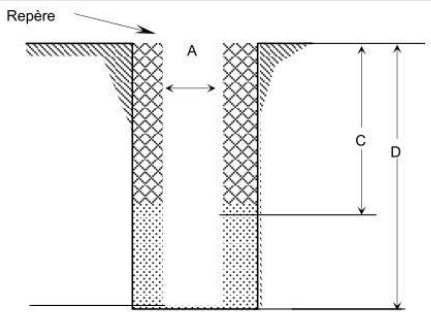
Référence unique du support :	-		CA
Heure de début de pompage :	11h18	Durée de pompage (min) :	120
Heure de fin de pompage :	13h18	Volume pompé (L) :	24,360

Date et conditions de transports

Date d'envoi : 07/11/2025 — Laboratoire : AGROLAB
Conditionnement : Glacière réfrigirée

Coupe technique de l'ouvrage

A :	16	mm
B :	-	m
B' :	-	m
C :	0,1	m
D :	0,4	m
E :	-	m
F :	-	mm
G :	-	cm
V total :	-	L



Fiche de prélèvement de gaz du sol

ASDS20

Client : Agglo Dreux — Opérateur : GPO/ETH
Site / Lieu : Vernouillet, friche MANG — Date d'intervention : 06/11/2025
N° affaire : 54415737

Conditions météorologiques

Ensoleillé, pluvieux... :	Pluvieux		
Température extérieure (°C) :	13	Taux d'humidité dans l'air (%) :	93
Température intérieure (°C) :	-	Vitesse du vent (m/s) :	3,5
Pression (hPa) :	1008	Sens du vent (si prélèvement en extérieur) :	SSE

Type de prélèvement

Nombre de prélèvements :	1	Présence d'un filtre poussières :	non
Nature de l'ouvrage :	Air sous dalle	Présence d'un filtre à humidité :	non
Type de pompe(s) :	Gilair plus	Présence répartiteur de flux :	non
Référence(s) pompe(s) :	93709	Nature de la ligne de prélèvement :	PTFE

Type de supports

- ☑ Tube adsorbant charbon actif
- ☐ Gel de silice
- ☐ Tube Hopcalite
- ☐ Canister
- ☐ Sac Tedlar
- ☐ Autre :

Nature du support et analyses

- ☐ HC C5-C10
- ☑ Naphtalène
- ☑ BTEX
- ☑ TPH
- ☑ COHV
- ☐ Méthanol
- ☐ Mercure

Description du point de prélèvement

Description des sols : Dalle béton
Présence d'eau observée : non — Niveau (m) :
Observations organoleptiques : Non
Type d'étanchéité : Vapor pin

Purge de l'ouvrage

Volume d'air du piézair (volume mort) (L) :	-	Temps de la purge (min) :	-
Débit de la purge (L/min) :	-	Volume purgé (L) :	-
Contrôle PID COV (ppm) : 0	O_2(%) : 20,2	Référence PID 4 gaz:	63078

Calibration

Référence calibrateur :	91466	Débit moyen initial Qm_i (L/min) :	0,2017
Débit préréglé (L/min) :	0,2	Débit moyen final Qm_f (L/min) :	0,201

Prélèvement

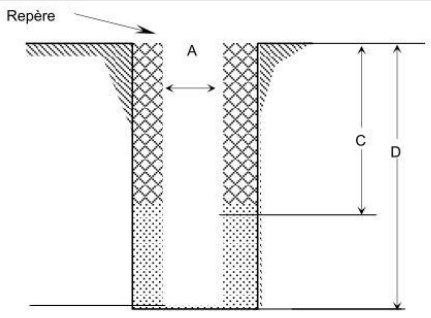
Référence unique du support :	-		CA
Heure de début de pompage :	11h09	Durée de pompage (min) :	120
Heure de fin de pompage :	13h09	Volume pompé (L) :	24,162

Date et conditions de transports

Date d'envoi : 07/11/2025 — Laboratoire : AGROLAB
Conditionnement : Glacière réfrigirée

Coupe technique de l'ouvrage

A :	16	mm
B :	-	m
B' :	-	m
C :	0,1	m
D :	0,4	m
E :	-	m
F :	-	mm
G :	-	cm
V total :	-	L



ANNEXE 3 : BORDEREAUX D'ANALYSES DE GAZ DU SOL

AL-West B.V.
Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Tel. +31(0)570 788110
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

AGROLAB GROUP
Your labs. Your service.

DEKRA Industrial SAS (76)
Monsieur Guillaume POTIER
39 rue Raymond ARON
76130 MONT SAINT AIGNAN
FRANCE

Date 13.11.2025
N° Client 35004765

RAPPORT D'ANALYSES

Cde **1629476** 2590-2025-217-DREUX
N° échant. **467105** Air
Date de validation **08.11.2025**
Prélèvement **06.11.2025 18:36**
Prélèvement par: **Client**
Spécification des échantillons **ASDS11-ZM**

		Unité	Résultat			ISDI 12/12/2014	Méthode
Composés aromatiques							
Naphtalène (tube)		µg/tube	**<0,10**				Méthode interne
Benzène (tube)		µg/tube	**0,14**				Méthode interne
Toluène (tube)		µg/tube	**0,21**				Méthode interne
Ethylbenzène (tube)		µg/tube	**<0,10**				Méthode interne
m,p-Xylène (tube)		µg/tube	**0,37**				Méthode interne
o-Xylène (tube)		µg/tube	**0,13**				Méthode interne
Somme Xylènes (tube)		µg/tube	**0,50**				Méthode interne
COHV							
1,1-Dichloroéthène (tube)		µg/tube	**<0,10**				Méthode interne
Chlorure de Vinyle (tube)		µg/tube	**<0,10**				Méthode interne
Somme cis/trans-1,2-Dichloroéthylènes (tube)	*)	µg/tube	**n.d.**				Méthode interne
Dichlorométhane (tube)		µg/tube	**<0,25**				Méthode interne
Trans-1,2-Dichloroéthylène (tube)	*)	µg/tube	**<0,20**				Méthode interne
1,1-Dichloroéthane (tube)		µg/tube	**<0,20**				Méthode interne
cis-1,2-Dichloroéthylène (tube)		µg/tube	**<0,20**				Méthode interne
Trichlorométhane (tube)		µg/tube	**<0,20**				Méthode interne
1,2-Dichloroéthane (tube)		µg/tube	**<0,20**				Méthode interne
1,1,1-Trichloroéthane (tube)		µg/tube	**0,22**				Méthode interne
Tétrachlorométhane (tube)		µg/tube	**<0,20**				Méthode interne
Trichloroéthylène (tube)		µg/tube	**0,45**				Méthode interne
1,1,2-Trichloroéthane (tube)		µg/tube	**<0,20**				Méthode interne
Tétrachloroéthylène (tube)		µg/tube	**8,5**				Méthode interne
TPH							
Somme Hydrocarbures aliphatiques (tube)	*)	µg/tube	**88** x)				Méthode interne
Somme Hydrocarbures aromatiques (tube)	*)	µg/tube	**2,6** x)				Méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C5-C6 (tube)		µg/tube	**<2,0**				Méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C6-C8 (tube)		µg/tube	**3,2**				Méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C8-C10 (tube)		µg/tube	**22**				Méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C10-C12 (tube)	*)	µg/tube	**52**				Méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C12-C16 (tube)	*)	µg/tube	**11**				Méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C6-C7 (tube)		µg/tube	**0,14**				Méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C7-C8 (tube)		µg/tube	**0,21**				Méthode interne

Les paramètres réalisés par AL-West BV sont accrédités selon la norme EN ISO/IEC 17025:2017. Seuls les paramètres non accrédités et/ou externalisés sont marqués du symbole "*)".

DOC-13-26784890-FR-P1

Kamer van Koophandel Nr. 08110898
VAT/BTW-ID-Nr.: NL 811132559 B01
Directeur ppa. Marc van Gelder
Dr. Paul Wimmer

TESTING RvA L 005

AL-West B.V.
Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Tel. +31(0)570 788110
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

AGROLAB GROUP
Your labs. Your service.

Date 13.11.2025
N° Client 35004765

RAPPORT D'ANALYSES

Cde **1629476** 2590-2025-217-DREUX
N° échant. **467105** Air

	Unité	Résultat			ISDI 12/12/2014	Méthode
Hydrocarbures aromatiques >C8-C10 (tube)	µg/tube	**2,2**				Méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C10-C12 (tube) *)	µg/tube	**<2,0**				Méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C12-C16 (tube) *)	µg/tube	**<2,0**				Méthode interne

x) Les résultats ne tiennent pas compte des teneurs en dessous des seuils de quantification.
Explication: dans la colonne de résultats "<" signifie inférieur à la limite de quantification; n.d. signifie non déterminé.

ISDI 12/12/2014: Déchets inertes-Arrêté du 12/12/2014

Date de prise en charge: 08.11.2025
Fin des analyses: 12.11.2025

Les résultats portent exclusivement sur les échantillons analysés. Si le laboratoire n'est pas responsable de l'échantillonnage, les résultats correspondent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Le laboratoire n'est pas responsable des informations fournies par le client. Les informations du client, le cas échéant, présentées dans le présent rapport d'essai ne sont pas soumises à l'accréditation du laboratoire et peuvent affecter la validité des résultats d'essai. La reproduction d'extraits de ce rapport sans notre autorisation écrite n'est pas autorisée. En cas de déclaration de conformité, l'approche discrète est utilisée comme règle de décision. Cela signifie que l'incertitude de mesure n'est pas prise en compte pour l'établissement de la déclaration de conformité à une spécification ou à une norme.

AL-West B.V. Mme Carine De Brito, Tel. +33/380680382
Chargée relation clientèle

Les paramètres réalisés par AL-West BV sont accrédités selon la norme EN ISO/IEC 17025:2017. Seuls les paramètres non accrédités et/ou externalisés sont marqués du symbole " *) ".

DOC-13-26784890-FR-P2

AL-West B.V.
Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Tel. +31(0)570 788110
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

AGROLAB GROUP
Your labs. Your service.

DEKRA Industrial SAS (76)
Monsieur Guillaume POTIER
39 rue Raymond ARON
76130 MONT SAINT AIGNAN
FRANCE

Date 13.11.2025
N° Client 35004765

RAPPORT D'ANALYSES

Cde **1629476** 2590-2025-217-DREUX
N° échant. **467106** Air
Date de validation **08.11.2025**
Prélèvement **06.11.2025 18:36**
Prélèvement par: **Client**
Spécification des échantillons **ASDS11-ZC**

		Unité	Résultat			ISDI 12/12/2014	Méthode
Composés aromatiques							
Naphtalène (tube)		µg/tube	**<0,10**				Méthode interne
Benzène (tube)		µg/tube	**<0,05**				Méthode interne
Toluène (tube)		µg/tube	**<0,10**				Méthode interne
Ethylbenzène (tube)		µg/tube	**<0,10**				Méthode interne
m,p-Xylène (tube)		µg/tube	**<0,10**				Méthode interne
o-Xylène (tube)		µg/tube	**<0,10**				Méthode interne
Somme Xylènes (tube)		µg/tube	**n.d.**				Méthode interne
COHV							
1,1-Dichloroéthène (tube)		µg/tube	**<0,10**				Méthode interne
Chlorure de Vinyle (tube)		µg/tube	**<0,10**				Méthode interne
Somme cis/trans-1,2-Dichloroéthylènes (tube)	*)	µg/tube	**n.d.**				Méthode interne
Dichlorométhane (tube)		µg/tube	**<0,25**				Méthode interne
Trans-1,2-Dichloroéthylène (tube)	*)	µg/tube	**<0,20**				Méthode interne
1,1-Dichloroéthane (tube)		µg/tube	**<0,20**				Méthode interne
cis-1,2-Dichloroéthylène (tube)		µg/tube	**<0,20**				Méthode interne
Trichlorométhane (tube)		µg/tube	**<0,20**				Méthode interne
1,2-Dichloroéthane (tube)		µg/tube	**<0,20**				Méthode interne
1,1,1-Trichloroéthane (tube)		µg/tube	**<0,20**				Méthode interne
Tétrachlorométhane (tube)		µg/tube	**<0,20**				Méthode interne
Trichloroéthylène (tube)		µg/tube	**<0,05**				Méthode interne
1,1,2-Trichloroéthane (tube)		µg/tube	**<0,20**				Méthode interne
Tétrachloroéthylène (tube)		µg/tube	**<0,20**				Méthode interne
TPH							
Somme Hydrocarbures aliphatiques (tube)	*)	µg/tube	**n.d.**				Méthode interne
Somme Hydrocarbures aromatiques (tube)	*)	µg/tube	**n.d.**				Méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C5-C6 (tube)		µg/tube	**<2,0**				Méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C6-C8 (tube)		µg/tube	**<2,0**				Méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C8-C10 (tube)		µg/tube	**<2,0**				Méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C10-C12 (tube)	*)	µg/tube	**<2,0**				Méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C12-C16 (tube)	*)	µg/tube	**<2,0**				Méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C6-C7 (tube)		µg/tube	**<0,050**				Méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C7-C8 (tube)		µg/tube	**<0,10**				Méthode interne

Les paramètres réalisés par AL-West BV sont accrédités selon la norme EN ISO/IEC 17025:2017. Seuls les paramètres non accrédités et/ou externalisés sont marqués du symbole "*)".

DOC-13-26784890-FR-P3

Kamer van Koophandel Nr. 08110898
VAT/BTW-ID-Nr.: NL 811132559 B01

Directeur
ppa. Marc van Gelder
Dr. Paul Wimmer

RvA TESTING RvA L 005

AL-West B.V.
Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Tel. +31(0)570 788110
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

AGROLAB GROUP
Your labs. Your service.

Date 13.11.2025
N° Client 35004765

RAPPORT D'ANALYSES

Cde **1629476** 2590-2025-217-DREUX
N° échant. **467106** Air

	Unité	Résultat			ISDI 12/12/2014	Méthode
Hydrocarbures aromatiques >C8-C10 (tube)	µg/tube	**<2,0**				Méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C10-C12 (tube) *)	µg/tube	**<2,0**				Méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C12-C16 (tube) *)	µg/tube	**<2,0**				Méthode interne

Explication: dans la colonne de résultats "<" signifie inférieur à la limite de quantification; n.d. signifie non déterminé.

ISDI 12/12/2014: Déchets inertes-Arrêté du 12/12/2014

Date de prise en charge: 08.11.2025
Fin des analyses: 12.11.2025

Les résultats portent exclusivement sur les échantillons analysés. Si le laboratoire n'est pas responsable de l'échantillonnage, les résultats correspondent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Le laboratoire n'est pas responsable des informations fournies par le client. Les informations du client, le cas échéant, présentées dans le présent rapport d'essai ne sont pas soumises à l'accréditation du laboratoire et peuvent affecter la validité des résultats d'essai. La reproduction d'extraits de ce rapport sans notre autorisation écrite n'est pas autorisée. En cas de déclaration de conformité, l'approche discrète est utilisée comme règle de décision. Cela signifie que l'incertitude de mesure n'est pas prise en compte pour l'établissement de la déclaration de conformité à une spécification ou à une norme.

AL-West B.V. Mme Carine De Brito, Tel. +33/380680382
Chargée relation clientèle

Les paramètres réalisés par AL-West BV sont accrédités selon la norme EN ISO/IEC 17025:2017. Seuls les paramètres non accrédités et/ou externalisés sont marqués du symbole "*)".

DOC-13-26784890-FR-P4

AL-West B.V.
Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Tel. +31(0)570 788110
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

AGROLAB GROUP
Your labs. Your service.

DEKRA Industrial SAS (76)
Monsieur Guillaume POTIER
39 rue Raymond ARON
76130 MONT SAINT AIGNAN
FRANCE

Date 13.11.2025
N° Client 35004765

RAPPORT D'ANALYSES

Cde **1629476** 2590-2025-217-DREUX
N° échant. **467107** Air
Date de validation **08.11.2025**
Prélèvement **06.11.2025 18:36**
Prélèvement par: **Client**
Spécification des échantillons **ASDS16-ZM**

		Unité	Résultat			ISDI 12/12/2014	Méthode
Composés aromatiques							
Naphtalène (tube)		µg/tube	**<0,10**				Méthode interne
Benzène (tube)		µg/tube	**0,27**				Méthode interne
Toluène (tube)		µg/tube	**6,2**				Méthode interne
Ethylbenzène (tube)		µg/tube	**0,56**				Méthode interne
m,p-Xylène (tube)		µg/tube	**0,89**				Méthode interne
o-Xylène (tube)		µg/tube	**0,75**				Méthode interne
Somme Xylènes (tube)		µg/tube	**1,6**				Méthode interne
COHV							
1,1-Dichloroéthène (tube)		µg/tube	**<0,10**				Méthode interne
Chlorure de Vinyle (tube)		µg/tube	**<0,10**				Méthode interne
Somme cis/trans-1,2-Dichloroéthylènes (tube)	*)	µg/tube	**3,5**				Méthode interne
Dichlorométhane (tube)		µg/tube	**<0,25**				Méthode interne
Trans-1,2-Dichloroéthylène (tube)	*)	µg/tube	**0,85**				Méthode interne
1,1-Dichloroéthane (tube)		µg/tube	**0,27**				Méthode interne
cis-1,2-Dichloroéthylène (tube)		µg/tube	**2,6**				Méthode interne
Trichlorométhane (tube)		µg/tube	**<0,20**				Méthode interne
1,2-Dichloroéthane (tube)		µg/tube	**<0,20**				Méthode interne
1,1,1-Trichloroéthane (tube)		µg/tube	**6,3**				Méthode interne
Tétrachlorométhane (tube)		µg/tube	**<0,20**				Méthode interne
Trichloroéthylène (tube)		µg/tube	**21,3**				Méthode interne
1,1,2-Trichloroéthane (tube)		µg/tube	**<0,20**				Méthode interne
Tétrachloroéthylène (tube)		µg/tube	**3,1**				Méthode interne
TPH							
Somme Hydrocarbures aliphatiques (tube)	*)	µg/tube	**4,6** x)				Méthode interne
Somme Hydrocarbures aromatiques (tube)	*)	µg/tube	**32** x)				Méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C5-C6 (tube)		µg/tube	**<2,0**				Méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C6-C8 (tube)		µg/tube	**2,4**				Méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C8-C10 (tube)		µg/tube	**2,2**				Méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C10-C12 (tube)	*)	µg/tube	**<2,0**				Méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C12-C16 (tube)	*)	µg/tube	**<2,0**				Méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C6-C7 (tube)		µg/tube	**0,27**				Méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C7-C8 (tube)		µg/tube	**6,2**				Méthode interne

Les paramètres réalisés par AL-West BV sont accrédités selon la norme EN ISO/IEC 17025:2017. Seuls les paramètres non accrédités et/ou externalisés sont marqués du symbole "*)".

DOC-13-26784890-FR-P5

Kamer van Koophandel
Nr. 08110898
VAT/BTW-ID-Nr.:
NL 811132559 B01

Directeur
ppa. Marc van Gelder
Dr. Paul Wimmer

TESTING
RvA L 005

AL-West B.V.
Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Tel. +31(0)570 788110
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

AGROLAB GROUP
Your labs. Your service.

Date 13.11.2025
N° Client 35004765

RAPPORT D'ANALYSES

Cde **1629476** 2590-2025-217-DREUX
N° échant. **467107** Air

	Unité	Résultat			ISDI 12/12/2014	Méthode
Hydrocarbures aromatiques >C8-C10 (tube)	µg/tube	**23**				Méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C10-C12 (tube) *)	µg/tube	**2,9**				Méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C12-C16 (tube) *)	µg/tube	**<2,0**				Méthode interne

x) Les résultats ne tiennent pas compte des teneurs en dessous des seuils de quantification.
Explication: dans la colonne de résultats "<" signifie inférieur à la limite de quantification; n.d. signifie non déterminé.

ISDI 12/12/2014: Déchets inertes-Arrêté du 12/12/2014

Date de prise en charge: 08.11.2025
Fin des analyses: 12.11.2025

Les résultats portent exclusivement sur les échantillons analysés. Si le laboratoire n'est pas responsable de l'échantillonnage, les résultats correspondent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Le laboratoire n'est pas responsable des informations fournies par le client. Les informations du client, le cas échéant, présentées dans le présent rapport d'essai ne sont pas soumises à l'accréditation du laboratoire et peuvent affecter la validité des résultats d'essai. La reproduction d'extraits de ce rapport sans notre autorisation écrite n'est pas autorisée. En cas de déclaration de conformité, l'approche discrète est utilisée comme règle de décision. Cela signifie que l'incertitude de mesure n'est pas prise en compte pour l'établissement de la déclaration de conformité à une spécification ou à une norme.

AL-West B.V. Mme Carine De Brito, Tel. +33/380680382
Chargée relation clientèle

Les paramètres réalisés par AL-West BV sont accrédités selon la norme EN ISO/IEC 17025:2017. Seuls les paramètres non accrédités et/ou externalisés sont marqués du symbole " *) ".

DOC-13-26784890-FR-P6

AL-West B.V.
Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Tel. +31(0)570 788110
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

AGROLAB GROUP
Your labs. Your service.

DEKRA Industrial SAS (76)
Monsieur Guillaume POTIER
39 rue Raymond ARON
76130 MONT SAINT AIGNAN
FRANCE

Date 13.11.2025
N° Client 35004765

RAPPORT D'ANALYSES

Cde **1629476** 2590-2025-217-DREUX
N° échant. **467108** Air
Date de validation **08.11.2025**
Prélèvement **06.11.2025 18:36**
Prélèvement par: **Client**
Spécification des échantillons **ASDS16-ZC**

		Unité	Résultat			ISDI 12/12/2014	Méthode
Composés aromatiques							
Naphtalène (tube)		µg/tube	**<0,10**				Méthode interne
Benzène (tube)		µg/tube	**<0,05**				Méthode interne
Toluène (tube)		µg/tube	**<0,10**				Méthode interne
Ethylbenzène (tube)		µg/tube	**<0,10**				Méthode interne
m,p-Xylène (tube)		µg/tube	**<0,10**				Méthode interne
o-Xylène (tube)		µg/tube	**<0,10**				Méthode interne
Somme Xylènes (tube)		µg/tube	**n.d.**				Méthode interne
COHV							
1,1-Dichloroéthène (tube)		µg/tube	**<0,10**				Méthode interne
Chlorure de Vinyle (tube)		µg/tube	**<0,10**				Méthode interne
Somme cis/trans-1,2-Dichloroéthylènes (tube)	*)	µg/tube	**n.d.**				Méthode interne
Dichlorométhane (tube)		µg/tube	**<0,25**				Méthode interne
Trans-1,2-Dichloroéthylène (tube)	*)	µg/tube	**<0,20**				Méthode interne
1,1-Dichloroéthane (tube)		µg/tube	**<0,20**				Méthode interne
cis-1,2-Dichloroéthylène (tube)		µg/tube	**<0,20**				Méthode interne
Trichlorométhane (tube)		µg/tube	**<0,20**				Méthode interne
1,2-Dichloroéthane (tube)		µg/tube	**<0,20**				Méthode interne
1,1,1-Trichloroéthane (tube)		µg/tube	**0,32**				Méthode interne
Tétrachlorométhane (tube)		µg/tube	**<0,20**				Méthode interne
Trichloroéthylène (tube)		µg/tube	**<0,05**				Méthode interne
1,1,2-Trichloroéthane (tube)		µg/tube	**<0,20**				Méthode interne
Tétrachloroéthylène (tube)		µg/tube	**<0,20**				Méthode interne
TPH							
Somme Hydrocarbures aliphatiques (tube)	*)	µg/tube	**n.d.**				Méthode interne
Somme Hydrocarbures aromatiques (tube)	*)	µg/tube	**n.d.**				Méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C5-C6 (tube)		µg/tube	**<2,0**				Méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C6-C8 (tube)		µg/tube	**<2,0**				Méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C8-C10 (tube)		µg/tube	**<2,0**				Méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C10-C12 (tube)	*)	µg/tube	**<2,0**				Méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C12-C16 (tube)	*)	µg/tube	**<2,0**				Méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C6-C7 (tube)		µg/tube	**<0,050**				Méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C7-C8 (tube)		µg/tube	**<0,10**				Méthode interne

Les paramètres réalisés par AL-West BV sont accrédités selon la norme EN ISO/IEC 17025:2017. Seuls les paramètres non accrédités et/ou externalisés sont marqués du symbole "*)".

DOC-13-26784890-FR-P7

Kamer van Koophandel Nr. 08110898
VAT/BTW-ID-Nr.: NL 811132559 B01
Directeur ppa. Marc van Gelder
Dr. Paul Wimmer

TESTING RvA L 005

AL-West B.V.
Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Tel. +31(0)570 788110
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

AGROLAB GROUP
Your labs. Your service.

Date 13.11.2025
N° Client 35004765

RAPPORT D'ANALYSES

Cde **1629476** 2590-2025-217-DREUX
N° échant. **467108** Air

	Unité	Résultat			ISDI 12/12/2014	Méthode
Hydrocarbures aromatiques >C8-C10 (tube)	µg/tube	**<2,0**				Méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C10-C12 (tube) *)	µg/tube	**<2,0**				Méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C12-C16 (tube) *)	µg/tube	**<2,0**				Méthode interne

Explication: dans la colonne de résultats "<" signifie inférieur à la limite de quantification; n.d. signifie non déterminé.

ISDI 12/12/2014: Déchets inertes-Arrêté du 12/12/2014

Date de prise en charge: 08.11.2025
Fin des analyses: 12.11.2025

Les résultats portent exclusivement sur les échantillons analysés. Si le laboratoire n'est pas responsable de l'échantillonnage, les résultats correspondent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Le laboratoire n'est pas responsable des informations fournies par le client. Les informations du client, le cas échéant, présentées dans le présent rapport d'essai ne sont pas soumises à l'accréditation du laboratoire et peuvent affecter la validité des résultats d'essai. La reproduction d'extraits de ce rapport sans notre autorisation écrite n'est pas autorisée. En cas de déclaration de conformité, l'approche discrète est utilisée comme règle de décision. Cela signifie que l'incertitude de mesure n'est pas prise en compte pour l'établissement de la déclaration de conformité à une spécification ou à une norme.

AL-West B.V. Mme Carine De Brito, Tel. +33/380680382
Chargée relation clientèle

Les paramètres réalisés par AL-West BV sont accrédités selon la norme EN ISO/IEC 17025:2017. Seuls les paramètres non accrédités et/ou externalisés sont marqués du symbole "*)".

DOC-13-26784890-FR-P8

AL-West B.V.
Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Tel. +31(0)570 788110
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

AGROLAB GROUP
Your labs. Your service.

DEKRA Industrial SAS (76)
Monsieur Guillaume POTIER
39 rue Raymond ARON
76130 MONT SAINT AIGNAN
FRANCE

Date 13.11.2025
N° Client 35004765

RAPPORT D'ANALYSES

Cde **1629476** 2590-2025-217-DREUX
N° échant. **467109** Air
Date de validation **08.11.2025**
Prélèvement **06.11.2025 18:36**
Prélèvement par: **Client**
Spécification des échantillons **ASDS20-ZM**

		Unité	Résultat	ISDI 12/12/2014			Méthode
Composés aromatiques							
Naphtalène (tube)		µg/tube	**<0,10**				Méthode interne
Benzène (tube)		µg/tube	**<0,05**				Méthode interne
Toluène (tube)		µg/tube	**<0,10**				Méthode interne
Ethylbenzène (tube)		µg/tube	**<0,10**				Méthode interne
m,p-Xylène (tube)		µg/tube	**0,29**				Méthode interne
o-Xylène (tube)		µg/tube	**<0,10**				Méthode interne
Somme Xylènes (tube)		µg/tube	**0,29** x)				Méthode interne
COHV							
1,1-Dichloroéthène (tube)		µg/tube	**<0,10**				Méthode interne
Chlorure de Vinyle (tube)		µg/tube	**<0,10**				Méthode interne
Somme cis/trans-1,2-Dichloroéthylènes (tube)	*)	µg/tube	**0,5**				Méthode interne
Dichlorométhane (tube)		µg/tube	**<0,25**				Méthode interne
Trans-1,2-Dichloroéthylène (tube)	*)	µg/tube	**0,29**				Méthode interne
1,1-Dichloroéthane (tube)		µg/tube	**<0,20**				Méthode interne
cis-1,2-Dichloroéthylène (tube)		µg/tube	**0,21**				Méthode interne
Trichlorométhane (tube)		µg/tube	**<0,20**				Méthode interne
1,2-Dichloroéthane (tube)		µg/tube	**<0,20**				Méthode interne
1,1,1-Trichloroéthane (tube)		µg/tube	**0,76**				Méthode interne
Tétrachlorométhane (tube)		µg/tube	**<0,20**				Méthode interne
Trichloroéthylène (tube)		µg/tube	**8,4**				Méthode interne
1,1,2-Trichloroéthane (tube)		µg/tube	**<0,20**				Méthode interne
Tétrachloroéthylène (tube)		µg/tube	**2,5**				Méthode interne
TPH							
Somme Hydrocarbures aliphatiques (tube)	*)	µg/tube	**n.d.**				Méthode interne
Somme Hydrocarbures aromatiques (tube)	*)	µg/tube	**2,1** x)				Méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C5-C6 (tube)		µg/tube	**<2,0**				Méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C6-C8 (tube)		µg/tube	**<2,0**				Méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C8-C10 (tube)		µg/tube	**<2,0**				Méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C10-C12 (tube)	*)	µg/tube	**<2,0**				Méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C12-C16 (tube)	*)	µg/tube	**<2,0**				Méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C6-C7 (tube)		µg/tube	**<0,050**				Méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C7-C8 (tube)		µg/tube	**<0,10**				Méthode interne

Les paramètres réalisés par AL-West BV sont accrédités selon la norme EN ISO/IEC 17025:2017. Seuls les paramètres non accrédités et/ou externalisés sont marqués du symbole "*)".

DOC-13-26784890-FR-P9

Kamer van Koophandel
Nr. 08110898
VAT/BTW-ID-Nr.:
NL 811132559 B01

Directeur
ppa. Marc van Gelder
Dr. Paul Wimmer

TESTING
RvA L 005

AL-West B.V.
Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Tel. +31(0)570 788110
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

AGROLAB GROUP
Your labs. Your service.

Date 13.11.2025
N° Client 35004765

RAPPORT D'ANALYSES

Cde **1629476** 2590-2025-217-DREUX
N° échant. **467109** Air

		Unité	Résultat			ISDI 12/12/2014	Méthode
Hydrocarbures aromatiques >C8-C10 (tube)		µg/tube	**2,1**				Méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C10-C12 (tube)	*)	µg/tube	**<2,0**				Méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C12-C16 (tube)	*)	µg/tube	**<2,0**				Méthode interne

x) Les résultats ne tiennent pas compte des teneurs en dessous des seuils de quantification.
Explication: dans la colonne de résultats "<" signifie inférieur à la limite de quantification; n.d. signifie non déterminé.

ISDI 12/12/2014: Déchets inertes-Arrêté du 12/12/2014

Date de prise en charge: 08.11.2025
Fin des analyses: 12.11.2025

Les résultats portent exclusivement sur les échantillons analysés. Si le laboratoire n'est pas responsable de l'échantillonnage, les résultats correspondent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Le laboratoire n'est pas responsable des informations fournies par le client. Les informations du client, le cas échéant, présentées dans le présent rapport d'essai ne sont pas soumises à l'accréditation du laboratoire et peuvent affecter la validité des résultats d'essai. La reproduction d'extraits de ce rapport sans notre autorisation écrite n'est pas autorisée. En cas de déclaration de conformité, l'approche discrète est utilisée comme règle de décision. Cela signifie que l'incertitude de mesure n'est pas prise en compte pour l'établissement de la déclaration de conformité à une spécification ou à une norme.

AL-West B.V. Mme Carine De Brito, Tel. +33/380680382
Chargée relation clientèle

Les paramètres réalisés par AL-West BV sont accrédités selon la norme EN ISO/IEC 17025:2017. Seuls les paramètres non accrédités et/ou externalisés sont marqués du symbole " *) ".

DOC-13-26784890-FR-P10

AL-West B.V.
Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Tel. +31(0)570 788110
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

AGROLAB GROUP
Your labs. Your service.

DEKRA Industrial SAS (76)
Monsieur Guillaume POTIER
39 rue Raymond ARON
76130 MONT SAINT AIGNAN
FRANCE

Date 13.11.2025
N° Client 35004765

RAPPORT D'ANALYSES

Cde **1629476** 2590-2025-217-DREUX
N° échant. **467110** Air
Date de validation **08.11.2025**
Prélèvement **06.11.2025 18:36**
Prélèvement par: **Client**
Spécification des échantillons **ASDS20-ZC**

		Unité	Résultat			ISDI 12/12/2014	Méthode
Composés aromatiques							
Naphtalène (tube)		µg/tube	**<0,10**				Méthode interne
Benzène (tube)		µg/tube	**<0,05**				Méthode interne
Toluène (tube)		µg/tube	**<0,10**				Méthode interne
Ethylbenzène (tube)		µg/tube	**<0,10**				Méthode interne
m,p-Xylène (tube)		µg/tube	**<0,10**				Méthode interne
o-Xylène (tube)		µg/tube	**<0,10**				Méthode interne
Somme Xylènes (tube)		µg/tube	**n.d.**				Méthode interne
COHV							
1,1-Dichloroéthène (tube)		µg/tube	**<0,10**				Méthode interne
Chlorure de Vinyle (tube)		µg/tube	**<0,10**				Méthode interne
Somme cis/trans-1,2-Dichloroéthylènes (tube)	*)	µg/tube	**n.d.**				Méthode interne
Dichlorométhane (tube)		µg/tube	**<0,25**				Méthode interne
Trans-1,2-Dichloroéthylène (tube)	*)	µg/tube	**<0,20**				Méthode interne
1,1-Dichloroéthane (tube)		µg/tube	**<0,20**				Méthode interne
cis-1,2-Dichloroéthylène (tube)		µg/tube	**<0,20**				Méthode interne
Trichlorométhane (tube)		µg/tube	**<0,20**				Méthode interne
1,2-Dichloroéthane (tube)		µg/tube	**<0,20**				Méthode interne
1,1,1-Trichloroéthane (tube)		µg/tube	**<0,20**				Méthode interne
Tétrachlorométhane (tube)		µg/tube	**<0,20**				Méthode interne
Trichloroéthylène (tube)		µg/tube	**<0,05**				Méthode interne
1,1,2-Trichloroéthane (tube)		µg/tube	**<0,20**				Méthode interne
Tétrachloroéthylène (tube)		µg/tube	**<0,20**				Méthode interne
TPH							
Somme Hydrocarbures aliphatiques (tube)	*)	µg/tube	**n.d.**				Méthode interne
Somme Hydrocarbures aromatiques (tube)	*)	µg/tube	**n.d.**				Méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C5-C6 (tube)		µg/tube	**<2,0**				Méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C6-C8 (tube)		µg/tube	**<2,0**				Méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C8-C10 (tube)		µg/tube	**<2,0**				Méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C10-C12 (tube)	*)	µg/tube	**<2,0**				Méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C12-C16 (tube)	*)	µg/tube	**<2,0**				Méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C6-C7 (tube)		µg/tube	**<0,050**				Méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C7-C8 (tube)		µg/tube	**<0,10**				Méthode interne

Les paramètres réalisés par AL-West BV sont accrédités selon la norme EN ISO/IEC 17025:2017. Seuls les paramètres non accrédités et/ou externalisés sont marqués du symbole "*)".

DOC-13-26784890-FR-P11

Kamer van Koophandel Nr. 08110898
VAT/BTW-ID-Nr.: NL 811132559 B01

Directeur
ppa. Marc van Gelder
Dr. Paul Wimmer

RvA TESTING RvA L 005

AL-West B.V.
Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Tel. +31(0)570 788110
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

AGROLAB GROUP
Your labs. Your service.

Date 13.11.2025
N° Client 35004765

RAPPORT D'ANALYSES

Cde **1629476** 2590-2025-217-DREUX
N° échant. **467110** Air

	Unité	Résultat			ISDI 12/12/2014	Méthode
Hydrocarbures aromatiques >C8-C10 (tube)	µg/tube	**<2,0**				Méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C10-C12 (tube) *)	µg/tube	**<2,0**				Méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C12-C16 (tube) *)	µg/tube	**<2,0**				Méthode interne

Explication: dans la colonne de résultats "<" signifie inférieur à la limite de quantification; n.d. signifie non déterminé.

ISDI 12/12/2014: Déchets inertes-Arrêté du 12/12/2014

Date de prise en charge: 08.11.2025
Fin des analyses: 12.11.2025

Les résultats portent exclusivement sur les échantillons analysés. Si le laboratoire n'est pas responsable de l'échantillonnage, les résultats correspondent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Le laboratoire n'est pas responsable des informations fournies par le client. Les informations du client, le cas échéant, présentées dans le présent rapport d'essai ne sont pas soumises à l'accréditation du laboratoire et peuvent affecter la validité des résultats d'essai. La reproduction d'extraits de ce rapport sans notre autorisation écrite n'est pas autorisée. En cas de déclaration de conformité, l'approche discrète est utilisée comme règle de décision. Cela signifie que l'incertitude de mesure n'est pas prise en compte pour l'établissement de la déclaration de conformité à une spécification ou à une norme.

AL-West B.V. Mme Carine De Brito, Tel. +33/380680382
Chargée relation clientèle

Les paramètres réalisés par AL-West BV sont accrédités selon la norme EN ISO/IEC 17025:2017. Seuls les paramètres non accrédités et/ou externalisés sont marqués du symbole "*)".

DOC-13-26784890-FR-P12

AL-West B.V.
Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Tel. +31(0)570 788110
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

AGROLAB GROUP
Your labs. Your service.

DEKRA Industrial SAS (76)
Monsieur Guillaume POTIER
39 rue Raymond ARON
76130 MONT SAINT AIGNAN
FRANCE

Date 13.11.2025
N° Client 35004765

RAPPORT D'ANALYSES

Cde **1629476** 2590-2025-217-DREUX
N° échant. **467111** Air
Date de validation **08.11.2025**
Prélèvement **06.11.2025 18:36**
Prélèvement par: **Client**
Spécification des échantillons **Terrain-ZM**

		Unité	Résultat	ISDI 12/12/2014			Méthode
Composés aromatiques							
Naphtalène (tube)		µg/tube	**<0,10**				Méthode interne
Benzène (tube)		µg/tube	**0,05**				Méthode interne
Toluène (tube)		µg/tube	**<0,10**				Méthode interne
Ethylbenzène (tube)		µg/tube	**<0,10**				Méthode interne
m,p-Xylène (tube)		µg/tube	**<0,10**				Méthode interne
o-Xylène (tube)		µg/tube	**<0,10**				Méthode interne
Somme Xylènes (tube)		µg/tube	**n.d.**				Méthode interne
COHV							
1,1-Dichloroéthène (tube)		µg/tube	**<0,10**				Méthode interne
Chlorure de Vinyle (tube)		µg/tube	**<0,10**				Méthode interne
Somme cis/trans-1,2-Dichloroéthylènes (tube)	*)	µg/tube	**n.d.**				Méthode interne
Dichlorométhane (tube)		µg/tube	**<0,25**				Méthode interne
Trans-1,2-Dichloroéthylène (tube)	*)	µg/tube	**<0,20**				Méthode interne
1,1-Dichloroéthane (tube)		µg/tube	**<0,20**				Méthode interne
cis-1,2-Dichloroéthylène (tube)		µg/tube	**<0,20**				Méthode interne
Trichlorométhane (tube)		µg/tube	**<0,20**				Méthode interne
1,2-Dichloroéthane (tube)		µg/tube	**<0,20**				Méthode interne
1,1,1-Trichloroéthane (tube)		µg/tube	**<0,20**				Méthode interne
Tétrachlorométhane (tube)		µg/tube	**<0,20**				Méthode interne
Trichloroéthylène (tube)		µg/tube	**<0,05**				Méthode interne
1,1,2-Trichloroéthane (tube)		µg/tube	**<0,20**				Méthode interne
Tétrachloroéthylène (tube)		µg/tube	**<0,20**				Méthode interne
TPH							
Somme Hydrocarbures aliphatiques (tube)	*)	µg/tube	**n.d.**				Méthode interne
Somme Hydrocarbures aromatiques (tube)	*)	µg/tube	**0,1** x)				Méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C5-C6 (tube)		µg/tube	**<2,0**				Méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C6-C8 (tube)		µg/tube	**<2,0**				Méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C8-C10 (tube)		µg/tube	**<2,0**				Méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C10-C12 (tube)	*)	µg/tube	**<2,0**				Méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C12-C16 (tube)	*)	µg/tube	**<2,0**				Méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C6-C7 (tube)		µg/tube	**0,050**				Méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C7-C8 (tube)		µg/tube	**<0,10**				Méthode interne

Les paramètres réalisés par AL-West BV sont accrédités selon la norme EN ISO/IEC 17025:2017. Seuls les paramètres non accrédités et/ou externalisés sont marqués du symbole "*)".

DOC-13-26784890-FR-P13

Kamer van Koophandel Nr. 08110898
VAT/BTW-ID-Nr.: NL 811132559 B01
Directeur ppa. Marc van Gelder
Dr. Paul Wimmer

TESTING RvA L 005

AL-West B.V.
Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Tel. +31(0)570 788110
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

AGROLAB GROUP
Your labs. Your service.

Date 13.11.2025
N° Client 35004765

RAPPORT D'ANALYSES

Cde **1629476** 2590-2025-217-DREUX
N° échant. **467111** Air

	Unité	Résultat			ISDI 12/12/2014	Méthode
Hydrocarbures aromatiques >C8-C10 (tube)	µg/tube	**<2,0**				Méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C10-C12 (tube) *)	µg/tube	**<2,0**				Méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C12-C16 (tube) *)	µg/tube	**<2,0**				Méthode interne

x) Les résultats ne tiennent pas compte des teneurs en dessous des seuils de quantification.
Explication: dans la colonne de résultats "<" signifie inférieur à la limite de quantification; n.d. signifie non déterminé.

ISDI 12/12/2014: Déchets inertes-Arrêté du 12/12/2014

Date de prise en charge: 08.11.2025
Fin des analyses: 12.11.2025

Les résultats portent exclusivement sur les échantillons analysés. Si le laboratoire n'est pas responsable de l'échantillonnage, les résultats correspondent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Le laboratoire n'est pas responsable des informations fournies par le client. Les informations du client, le cas échéant, présentées dans le présent rapport d'essai ne sont pas soumises à l'accréditation du laboratoire et peuvent affecter la validité des résultats d'essai. La reproduction d'extraits de ce rapport sans notre autorisation écrite n'est pas autorisée. En cas de déclaration de conformité, l'approche discrète est utilisée comme règle de décision. Cela signifie que l'incertitude de mesure n'est pas prise en compte pour l'établissement de la déclaration de conformité à une spécification ou à une norme.

AL-West B.V. Mme Carine De Brito, Tel. +33/380680382
Chargée relation clientèle

Les paramètres réalisés par AL-West BV sont accrédités selon la norme EN ISO/IEC 17025:2017. Seuls les paramètres non accrédités et/ou externalisés sont marqués du symbole " *) ".

DOC-13-26784890-FR-P14

AL-West B.V.
Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Tel. +31(0)570 788110
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

AGROLAB GROUP
Your labs. Your service.

DEKRA Industrial SAS (76)
Monsieur Guillaume POTIER
39 rue Raymond ARON
76130 MONT SAINT AIGNAN
FRANCE

Date 13.11.2025
N° Client 35004765

RAPPORT D'ANALYSES

Cde **1629476** 2590-2025-217-DREUX
N° échant. **467112** Air
Date de validation **08.11.2025**
Prélèvement **06.11.2025 18:36**
Prélèvement par: **Client**
Spécification des échantillons **Terrain-ZC**

		Unité	Résultat			ISDI 12/12/2014	Méthode
Composés aromatiques							
Naphtalène (tube)		µg/tube	**<0,10**				Méthode interne
Benzène (tube)		µg/tube	**<0,05**				Méthode interne
Toluène (tube)		µg/tube	**<0,10**				Méthode interne
Ethylbenzène (tube)		µg/tube	**<0,10**				Méthode interne
m,p-Xylène (tube)		µg/tube	**<0,10**				Méthode interne
o-Xylène (tube)		µg/tube	**<0,10**				Méthode interne
Somme Xylènes (tube)		µg/tube	**n.d.**				Méthode interne
COHV							
1,1-Dichloroéthène (tube)		µg/tube	**<0,10**				Méthode interne
Chlorure de Vinyle (tube)		µg/tube	**<0,10**				Méthode interne
Somme cis/trans-1,2-Dichloroéthylènes (tube)	*)	µg/tube	**n.d.**				Méthode interne
Dichlorométhane (tube)		µg/tube	**<0,25**				Méthode interne
Trans-1,2-Dichloroéthylène (tube)	*)	µg/tube	**<0,20**				Méthode interne
1,1-Dichloroéthane (tube)		µg/tube	**<0,20**				Méthode interne
cis-1,2-Dichloroéthylène (tube)		µg/tube	**<0,20**				Méthode interne
Trichlorométhane (tube)		µg/tube	**<0,20**				Méthode interne
1,2-Dichloroéthane (tube)		µg/tube	**<0,20**				Méthode interne
1,1,1-Trichloroéthane (tube)		µg/tube	**<0,20**				Méthode interne
Tétrachlorométhane (tube)		µg/tube	**<0,20**				Méthode interne
Trichloroéthylène (tube)		µg/tube	**<0,05**				Méthode interne
1,1,2-Trichloroéthane (tube)		µg/tube	**<0,20**				Méthode interne
Tétrachloroéthylène (tube)		µg/tube	**<0,20**				Méthode interne
TPH							
Somme Hydrocarbures aliphatiques (tube)	*)	µg/tube	**n.d.**				Méthode interne
Somme Hydrocarbures aromatiques (tube)	*)	µg/tube	**n.d.**				Méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C5-C6 (tube)		µg/tube	**<2,0**				Méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C6-C8 (tube)		µg/tube	**<2,0**				Méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C8-C10 (tube)		µg/tube	**<2,0**				Méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C10-C12 (tube)	*)	µg/tube	**<2,0**				Méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C12-C16 (tube)	*)	µg/tube	**<2,0**				Méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C6-C7 (tube)		µg/tube	**<0,050**				Méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C7-C8 (tube)		µg/tube	**<0,10**				Méthode interne

Les paramètres réalisés par AL-West BV sont accrédités selon la norme EN ISO/IEC 17025:2017. Seuls les paramètres non accrédités et/ou externalisés sont marqués du symbole "*)".

DOC-13-26784890-FR-P15

Kamer van Koophandel
Nr. 08110898
VAT/BTW-ID-Nr.:
NL 811132559 B01

Directeur
ppa. Marc van Gelder
Dr. Paul Wimmer

TESTING
RvA L 005

AL-West B.V.
Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Tel. +31(0)570 788110
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

AGROLAB GROUP
Your labs. Your service.

Date 13.11.2025
N° Client 35004765

RAPPORT D'ANALYSES

Cde **1629476** 2590-2025-217-DREUX
N° échant. **467112** Air

	Unité	Résultat			ISDI 12/12/2014	Méthode
Hydrocarbures aromatiques >C8-C10 (tube)	µg/tube	**<2,0**				Méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C10-C12 (tube) *)	µg/tube	**<2,0**				Méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C12-C16 (tube) *)	µg/tube	**<2,0**				Méthode interne

Explication: dans la colonne de résultats "<" signifie inférieur à la limite de quantification; n.d. signifie non déterminé.

ISDI 12/12/2014: Déchets inertes-Arrêté du 12/12/2014

Date de prise en charge: 08.11.2025
Fin des analyses: 12.11.2025

Les résultats portent exclusivement sur les échantillons analysés. Si le laboratoire n'est pas responsable de l'échantillonnage, les résultats correspondent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Le laboratoire n'est pas responsable des informations fournies par le client. Les informations du client, le cas échéant, présentées dans le présent rapport d'essai ne sont pas soumises à l'accréditation du laboratoire et peuvent affecter la validité des résultats d'essai. La reproduction d'extraits de ce rapport sans notre autorisation écrite n'est pas autorisée. En cas de déclaration de conformité, l'approche discrète est utilisée comme règle de décision. Cela signifie que l'incertitude de mesure n'est pas prise en compte pour l'établissement de la déclaration de conformité à une spécification ou à une norme.

AL-West B.V. Mme Carine De Brito, Tel. +33/380680382
Chargée relation clientèle

Les paramètres réalisés par AL-West BV sont accrédités selon la norme EN ISO/IEC 17025:2017. Seuls les paramètres non accrédités et/ou externalisés sont marqués du symbole "*)".

DOC-13-26784890-FR-P16

AL-West B.V.
Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Tel. +31(0)570 788110
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

AGROLAB GROUP
Your labs. Your service.

DEKRA Industrial SAS (76)
Monsieur Guillaume POTIER
39 rue Raymond ARON
76130 MONT SAINT AIGNAN
FRANCE

Date 13.11.2025
N° Client 35004765

RAPPORT D'ANALYSES

Cde **1629476** 2590-2025-217-DREUX
N° échant. **467113** Air
Date de validation **08.11.2025**
Prélèvement **06.11.2025 18:36**
Prélèvement par: **Client**
Spécification des échantillons **Transport-ZM**

		Unité	Résultat			ISDI 12/12/2014	Méthode
Composés aromatiques							
Naphtalène (tube)		µg/tube	**<0,10**				Méthode interne
Benzène (tube)		µg/tube	**<0,05**				Méthode interne
Toluène (tube)		µg/tube	**<0,10**				Méthode interne
Ethylbenzène (tube)		µg/tube	**<0,10**				Méthode interne
m,p-Xylène (tube)		µg/tube	**<0,10**				Méthode interne
o-Xylène (tube)		µg/tube	**<0,10**				Méthode interne
Somme Xylènes (tube)		µg/tube	**n.d.**				Méthode interne
COHV							
1,1-Dichloroéthène (tube)		µg/tube	**<0,10**				Méthode interne
Chlorure de Vinyle (tube)		µg/tube	**<0,10**				Méthode interne
Somme cis/trans-1,2-Dichloroéthylènes (tube)	*)	µg/tube	**n.d.**				Méthode interne
Dichlorométhane (tube)		µg/tube	**<0,25**				Méthode interne
Trans-1,2-Dichloroéthylène (tube)	*)	µg/tube	**<0,20**				Méthode interne
1,1-Dichloroéthane (tube)		µg/tube	**<0,20**				Méthode interne
cis-1,2-Dichloroéthylène (tube)		µg/tube	**<0,20**				Méthode interne
Trichlorométhane (tube)		µg/tube	**<0,20**				Méthode interne
1,2-Dichloroéthane (tube)		µg/tube	**<0,20**				Méthode interne
1,1,1-Trichloroéthane (tube)		µg/tube	**<0,20**				Méthode interne
Tétrachlorométhane (tube)		µg/tube	**<0,20**				Méthode interne
Trichloroéthylène (tube)		µg/tube	**<0,05**				Méthode interne
1,1,2-Trichloroéthane (tube)		µg/tube	**<0,20**				Méthode interne
Tétrachloroéthylène (tube)		µg/tube	**<0,20**				Méthode interne
TPH							
Somme Hydrocarbures aliphatiques (tube)	*)	µg/tube	**n.d.**				Méthode interne
Somme Hydrocarbures aromatiques (tube)	*)	µg/tube	**n.d.**				Méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C5-C6 (tube)		µg/tube	**<2,0**				Méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C6-C8 (tube)		µg/tube	**<2,0**				Méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C8-C10 (tube)		µg/tube	**<2,0**				Méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C10-C12 (tube)	*)	µg/tube	**<2,0**				Méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C12-C16 (tube)	*)	µg/tube	**<2,0**				Méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C6-C7 (tube)		µg/tube	**<0,050**				Méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C7-C8 (tube)		µg/tube	**<0,10**				Méthode interne

Les paramètres réalisés par AL-West BV sont accrédités selon la norme EN ISO/IEC 17025:2017. Seuls les paramètres non accrédités et/ou externalisés sont marqués du symbole "*)".

DOC-13-26784890-FR-P17

Kamer van Koophandel Nr. 08110898
VAT/BTW-ID-Nr.: NL 811132559 B01
Directeur ppa. Marc van Gelder
Dr. Paul Wimmer

RvA TESTING RvA L 005

AL-West B.V.
Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Tel. +31(0)570 788110
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

AGROLAB GROUP
Your labs. Your service.

Date 13.11.2025
N° Client 35004765

RAPPORT D'ANALYSES

Cde **1629476** 2590-2025-217-DREUX
N° échant. **467113** Air

	Unité	Résultat			ISDI 12/12/2014	Méthode
Hydrocarbures aromatiques >C8-C10 (tube)	µg/tube	**<2,0**				Méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C10-C12 (tube) *)	µg/tube	**<2,0**				Méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C12-C16 (tube) *)	µg/tube	**<2,0**				Méthode interne

Explication: dans la colonne de résultats "<" signifie inférieur à la limite de quantification; n.d. signifie non déterminé.

ISDI 12/12/2014: Déchets inertes-Arrêté du 12/12/2014

Date de prise en charge: 08.11.2025
Fin des analyses: 13.11.2025

Les résultats portent exclusivement sur les échantillons analysés. Si le laboratoire n'est pas responsable de l'échantillonnage, les résultats correspondent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Le laboratoire n'est pas responsable des informations fournies par le client. Les informations du client, le cas échéant, présentées dans le présent rapport d'essai ne sont pas soumises à l'accréditation du laboratoire et peuvent affecter la validité des résultats d'essai. La reproduction d'extraits de ce rapport sans notre autorisation écrite n'est pas autorisée. En cas de déclaration de conformité, l'approche discrète est utilisée comme règle de décision. Cela signifie que l'incertitude de mesure n'est pas prise en compte pour l'établissement de la déclaration de conformité à une spécification ou à une norme.

AL-West B.V. Mme Carine De Brito, Tel. +33/380680382
Chargée relation clientèle

Les paramètres réalisés par AL-West BV sont accrédités selon la norme EN ISO/IEC 17025:2017. Seuls les paramètres non accrédités et/ou externalisés sont marqués du symbole "*)".

DOC-13-26784890-FR-P18

AL-West B.V.
Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Tel. +31(0)570 788110
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

AGROLAB GROUP
Your labs. Your service.

DEKRA Industrial SAS (76)
Monsieur Guillaume POTIER
39 rue Raymond ARON
76130 MONT SAINT AIGNAN
FRANCE

Date 13.11.2025
N° Client 35004765

RAPPORT D'ANALYSES

Cde **1629476** 2590-2025-217-DREUX
N° échant. **467114** Air
Date de validation **08.11.2025**
Prélèvement **06.11.2025 18:36**
Prélèvement par: **Client**
Spécification des échantillons **Transport-ZC**

		Unité	Résultat			ISDI 12/12/2014	Méthode
Composés aromatiques							
Naphtalène (tube)		µg/tube	**<0,10**				Méthode interne
Benzène (tube)		µg/tube	**<0,05**				Méthode interne
Toluène (tube)		µg/tube	**<0,10**				Méthode interne
Ethylbenzène (tube)		µg/tube	**<0,10**				Méthode interne
m,p-Xylène (tube)		µg/tube	**<0,10**				Méthode interne
o-Xylène (tube)		µg/tube	**<0,10**				Méthode interne
Somme Xylènes (tube)		µg/tube	**n.d.**				Méthode interne
COHV							
1,1-Dichloroéthène (tube)		µg/tube	**<0,10**				Méthode interne
Chlorure de Vinyle (tube)		µg/tube	**<0,10**				Méthode interne
Somme cis/trans-1,2-Dichloroéthylènes (tube)	*)	µg/tube	**n.d.**				Méthode interne
Dichlorométhane (tube)		µg/tube	**<0,25**				Méthode interne
Trans-1,2-Dichloroéthylène (tube)	*)	µg/tube	**<0,20**				Méthode interne
1,1-Dichloroéthane (tube)		µg/tube	**<0,20**				Méthode interne
cis-1,2-Dichloroéthylène (tube)		µg/tube	**<0,20**				Méthode interne
Trichlorométhane (tube)		µg/tube	**<0,20**				Méthode interne
1,2-Dichloroéthane (tube)		µg/tube	**<0,20**				Méthode interne
1,1,1-Trichloroéthane (tube)		µg/tube	**<0,20**				Méthode interne
Tétrachlorométhane (tube)		µg/tube	**<0,20**				Méthode interne
Trichloroéthylène (tube)		µg/tube	**<0,05**				Méthode interne
1,1,2-Trichloroéthane (tube)		µg/tube	**<0,20**				Méthode interne
Tétrachloroéthylène (tube)		µg/tube	**<0,20**				Méthode interne
TPH							
Somme Hydrocarbures aliphatiques (tube)	*)	µg/tube	**n.d.**				Méthode interne
Somme Hydrocarbures aromatiques (tube)	*)	µg/tube	**n.d.**				Méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C5-C6 (tube)		µg/tube	**<2,0**				Méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C6-C8 (tube)		µg/tube	**<2,0**				Méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C8-C10 (tube)		µg/tube	**<2,0**				Méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C10-C12 (tube)	*)	µg/tube	**<2,0**				Méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C12-C16 (tube)	*)	µg/tube	**<2,0**				Méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C6-C7 (tube)		µg/tube	**<0,050**				Méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C7-C8 (tube)		µg/tube	**<0,10**				Méthode interne

Les paramètres réalisés par AL-West BV sont accrédités selon la norme EN ISO/IEC 17025:2017. Seuls les paramètres non accrédités et/ou externalisés sont marqués du symbole "*)".

DOC-13-26784890-FR-P19

Kamer van Koophandel Nr. 08110898
VAT/BTW-ID-Nr.: NL 811132559 B01
Directeur ppa. Marc van Gelder
Dr. Paul Wimmer

RvA TESTING RvA L 005

AL-West B.V.
Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Tel. +31(0)570 788110
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

AGROLAB GROUP
Your labs. Your service.

Date 13.11.2025
N° Client 35004765

RAPPORT D'ANALYSES

Cde **1629476** 2590-2025-217-DREUX
N° échant. **467114** Air

		Unité	Résultat			ISDI 12/12/2014	Méthode
Hydrocarbures aromatiques >C8-C10 (tube)		µg/tube	**<2,0**				Méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C10-C12 (tube)	*)	µg/tube	**<2,0**				Méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C12-C16 (tube)	*)	µg/tube	**<2,0**				Méthode interne

Explication: dans la colonne de résultats "<" signifie inférieur à la limite de quantification; n.d. signifie non déterminé.

ISDI 12/12/2014: Déchets inertes-Arrêté du 12/12/2014

Date de prise en charge: 08.11.2025
Fin des analyses: 12.11.2025

Les résultats portent exclusivement sur les échantillons analysés. Si le laboratoire n'est pas responsable de l'échantillonnage, les résultats correspondent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Le laboratoire n'est pas responsable des informations fournies par le client. Les informations du client, le cas échéant, présentées dans le présent rapport d'essai ne sont pas soumises à l'accréditation du laboratoire et peuvent affecter la validité des résultats d'essai. La reproduction d'extraits de ce rapport sans notre autorisation écrite n'est pas autorisée. En cas de déclaration de conformité, l'approche discrète est utilisée comme règle de décision. Cela signifie que l'incertitude de mesure n'est pas prise en compte pour l'établissement de la déclaration de conformité à une spécification ou à une norme.

AL-West B.V. Mme Carine De Brito, Tel. +33/380680382
Chargée relation clientèle

Les paramètres réalisés par AL-West BV sont accrédités selon la norme EN ISO/IEC 17025:2017. Seuls les paramètres non accrédités et/ou externalisés sont marqués du symbole "*)".

DOC-13-26784890-FR-P20

AL-West B.V.
Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Tel. +31(0)570 788110
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

N° de projet
Nom de projet :
AL-West Numéro commande 1629476

Date de prise en charge: 08.11.2025
Fin des analyses: 13.11.2025

analyses

N° échant.	Code-barres	Nom de	Prélèvement	Date de réception
467105	A99903288788	ASDS11-ZM	06.11.25	08.11.25
467106	A99902793717	ASDS11-ZC	06.11.25	08.11.25
467107	A99902793718	ASDS16-ZM	06.11.25	08.11.25
467108	A99902793719	ASDS16-ZC	06.11.25	08.11.25
467109	A99902793720	ASDS20-ZM	06.11.25	08.11.25
467110	A99902793721	ASDS20-ZC	06.11.25	08.11.25
467111	A99903288790	Terrain-ZM	06.11.25	08.11.25
467112	A99903288791	Terrain-ZC	06.11.25	08.11.25
467113	A99903288792	Transport-ZM	06.11.25	08.11.25
467114	A99903288789	Transport-ZC	06.11.25	08.11.25

DOC-13-26786033-FR-P1

Kamer van Koophandel
Nr. 08110898
VAT/BTW-ID-Nr.:
NL 811132559 B01

Directeur
ppa. Marc van Gelder
Dr. Paul Wimmer

ANNEXE 4 : DONNEES POUR LA DEFINITION DES SOURCES CONCENTREES

			Valeurs de comparaison					
		S11-A (0,15-1) All (TN) Zone d'usinage		Valeurs locales (RMQS, cellule 448) 0-30 cm	Valeurs locales (RMQS, cellule 448) 30-50 cm	Gamme de valeurs observées dans les sols ordinaires	Gamme de valeurs observées dans le cas d'anomalies naturelles	Gamme de valeurs observées dans le cas de fortes anomalies naturelles
Paramètres	**Unité**							
METAUX								
Antimoine	mg/kg MS		-	-	-	-	-	-
Arsenic	mg/kg MS	12	-	-	-	1,0 à 25,0	30 à 60	60 à 284
Baryum	mg/kg MS		-	-	-	-	-	-
Cadmium	mg/kg MS	<	-	0,673	0,4595	0,05 à 0,45	0,7 à 2,0	2,0 à 16,0
Chrome	mg/kg MS	34	-	98,38	117,135	10 à 90	90 à 150	150 à 3180
Cuivre	mg/kg MS	6,1	-	30,51	34,6775	2 à 20	20 à 62	65 à 102
Mercure	mg/kg MS	<	-	-	-	0,02 à 0,1	-	-
Plomb	mg/kg MS	<	-	51,3	35,705	9 à 50	60 à 90	100 à 3000
Molybdène	mg/kg MS		-	0,802	0,875	-	-	-
Nickel	mg/kg MS	17	-	61,84	83	2 à 60	60 à 130	130 à 2076
Sélénium	mg/kg MS		-	-	-	0,10 à 0,70	0,8 à 2	2 à 4,5
Zinc	mg/kg MS	45	-	103,9	154,92	10 à 100	100 à 250	250 à 3800
COMPOSES AROMATIQUES VOLATILS (BTEX)								
Benzène	mg/kg MS	<	LQ					
Toluène	mg/kg MS	<	LQ					
Ethylbenzène	mg/kg MS	<	LQ					
o-Xylène	mg/kg MS	<	LQ					
m,p-Xylène	mg/kg MS	<	LQ					
Xylènes	mg/kg MS	<	LQ					
BTEX totaux	mg/kg MS	<	LQ					
HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES								
Naphtalène	mg/kg MS	<	LQ					
Acénaphtylène	mg/kg MS	<	LQ					
Acénaphtène	mg/kg MS	<	LQ					
Fluorène	mg/kg MS	<	LQ					
Phénanthrène	mg/kg MS	<	LQ					
Anthracène	mg/kg MS	<	LQ					
Fluoranthène	mg/kg MS	<	LQ					
Pyrène	mg/kg MS	<	LQ					
Benzo(a)anthracène	mg/kg MS	<	LQ					
Chrysène	mg/kg MS	<	LQ					
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg MS	<	LQ					
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS	<	LQ					
Benzo(a)pyrène	mg/kg MS	<	LQ					
Dibenzo(ah)anthracène	mg/kg MS	<	LQ					
Benzo(ghi)pérylène	mg/kg MS	<	LQ					
Indeno(1,2,3-c,d)pyrène	mg/kg MS	<	LQ					
Somme des HAP (16)	mg/kg MS	<	LQ					
COMPOSES ORGANO HALOGENES VOLATILS								
Tétrachloroéthylène	mg/kg MS	<	LQ					
Trichloroéthylène	mg/kg MS	<	LQ					
1,1-dichloroéthène	mg/kg MS	<	LQ					
cis-1,2-dichloroéthène	mg/kg MS	<	LQ					
trans-1,2-dichloroéthylène	mg/kg MS	<	LQ					
Totaux (cis,trans) 1,2-dichloroéthylène	mg/kg MS	<	LQ					
Chlorure de vinyle	mg/kg MS	<	LQ					
1,1,1-trichloroéthane	mg/kg MS	<	LQ					
1,2-dichloroéthane	mg/kg MS	<	LQ					
Tétrachlorométhane	mg/kg MS	<	LQ					
Chloroforme	mg/kg MS	<	LQ					
1,2-dichloropropane	mg/kg MS	<	LQ					
Dichlorométhane	mg/kg MS	<	LQ					
trans-1,3-dichloropropène	mg/kg MS	<	LQ					
cis-1,3-dichloropropène	mg/kg MS	<	LQ					
Bromoforme	mg/kg MS	<	LQ					
Hexachlorobutadiène	mg/kg MS	<	LQ					
HYDROCARBURES TOTAUX								
Fraction aromat. >C6-C7	mg/kg MS	<	LQ					
Fraction aromat. >C7-C8	mg/kg MS	<	LQ					
Fraction aromat. >C8-C10	mg/kg MS	1,6	LQ					
Fraction aliphat. >C5-C6	mg/kg MS	<	LQ					
Fraction aliphat. >C6-C8	mg/kg MS	<	LQ					
Fraction aliphat. >C8-C10	mg/kg MS	36	LQ					
fraction C10-C12	mg/kg MS	770	LQ					
fraction C12-C16	mg/kg MS	680	LQ					
fraction C16-C21	mg/kg MS	43	LQ					
fraction C21-C35	mg/kg MS	300	LQ					
fraction C35-C40	mg/kg MS	<	LQ					
Hydrocarbures volatils C5-C10	mg/kg MS	38	LQ					
Hydrocarbures totaux C10-C40	mg/kg MS	1800	LQ					

LQ Limite de Quantification
Composé non analysé
Concentration > Valeurs locales (RMQS, ASPITET)
Concentration significative selon le retour d'expérience de DEKRA
n.c non connu

		Echantillon	S31 (0,3-1,2)	S31 (1,5-2,5)	S32 (0,3-1,3)	S32 (1,5-2)	S32 (2-3)	S33 (0,3-1,3)	S33 (1,5-2)	
		Installations visées	Extension sondage S11							
Paramètres	Unité	LQ								
HYDROCARBURES TOTAUX C10-C40										
> C10-C12 inclus	mg/kg MS	<2	1,56	<	2,71	2,63	<	1,17	6,4	LQ
> C12-C16 inclus	mg/kg MS	<2	9,49	<	15,98	10,15	<	7,91	43,21	LQ
> C16-C20 inclus	mg/kg MS	<2	6,39	<	28,94	6,3	<	8,27	2,41	LQ
> C20-C24 inclus	mg/kg MS	<2	1,57	<	15,36	1,69	<	1,7	3,01	LQ
> C24-C28 inclus	mg/kg MS	<2	5,28	<	5,41	0,51	<	0,86	1,38	LQ
> C28-C32 inclus	mg/kg MS	<2	1,65	<	2,32	0,2	<	0,93	0,71	LQ
> C32-C36 inclus	mg/kg MS	<2	2,2	<	1,75	0,51	<	0,37	0,17	LQ
> C36-C40 inclus	mg/kg MS	<2	0,68	<	1,18	0,44	<	0,14	0,11	LQ
Hydrocarbures totaux C10-C40	mg/kg MS	<15	28,8	<	73,6	22,5	<	21,4	57,4	LQ
HCT C10-C16	mg/kg MS	<4	11,1	<	18,7	12,8	<	9,08	49,6	LQ
HCT C16-C22	mg/kg MS	<4	7,25	<	38,6	7,26	<	9,47	3,99	LQ
HCT C22-C30	mg/kg MS	<4	5,98	<	12,4	1,25	<	1,75	3,21	LQ
HCT C30-C40	mg/kg MS	<4	4,53	<	3,98	1,16	<	1,06	0,57	LQ
HYDROCARBURES VOLATILS C5-C10										
C5-C6 Aliphatiques	mg/kg MS	<1	<	<	<	<	<	<	<	LQ
>C6-C8 Aliphatiques	mg/kg MS	<1	<	<	<	<	<	<	<	LQ
>C8-C10 Aliphatiques	mg/kg MS	<1	<	<	<	<	<	<	<	LQ
C6-C9 Aromatiques	mg/kg MS	<1	<	<	<	<	<	<	<	LQ
>C9-C10 Aromatiques	mg/kg MS	<1	<	<	<	<	<	<	<	LQ
C5-C10 Total	mg/kg MS	<1	<	<	<	<	<	<	<	LQ
C5-C8 Total	mg/kg MS	<1	<	<	<	<	<	<	<	LQ

LQ Limite de Quantification
Composé non analysé
Concentration > Valeurs locales (RMQS)
Concentration significative selon le retour d'expérience de DEKRA
n.c non connu

Résultats d'analyses de sol – source S11

							Valeurs de comparaison				
		Echantillon	S43 (0,1-1)	S43 (7,5-8,5)	S43 (8,5-9)	S43 (9-10)		Valeurs locales (RMQS, cellule 448) 0-30 cm	Valeurs locales (RMQS, cellule 448) 30-50 cm	Gamme de valeurs observées dans les sols ordinaires	Gamme de valeurs observées dans le cas d'anomalies naturelles	Gamme de valeurs observées dans le cas de fortes anomalies naturelles
		Installations visées	Puisard									
Paramètres	Unité	LQ										
METAUX												
Arsenic	mg/kg MS	<1	7,9	11,2	13,4	<	-	-	-	1,0 à 25,0	30 à 60	60 à 284
Cadmium	mg/kg MS	<0,4	0,83	3400	2360	4220	-	0,673	0,4595	0,05 à 0,45	0,7 à 2,0	2,0 à 16,0
Chrome	mg/kg MS	n.c	24,1	5920	3890	118	-	98,38	117,135	10 à 90	90 à 150	150 à 3180
Cuivre	mg/kg MS	<5	28,3	5140	4440	262	-	30,51	34,6775	2 à 20	20 à 62	65 à 102
Mercure	mg/kg MS	<0,1	<	<	<	<	-	-	-	0,02 à 0,1	-	-
Nickel	mg/kg MS	n.c	16,8	227	225	11,7	-	61,84	83	2 à 60	60 à 130	130 à 2076
Plomb	mg/kg MS	<5	31,2	113	84,1	<	-	51,3	35,705	9 à 50	60 à 90	100 à 3000
Zinc	mg/kg MS	n.c	70,1	628	597	48,9	-	103,9	154,92	10 à 100	100 à 250	250 à 3800
Antimoine	mg/kg MS	<1	<	4,91	4,05	<	-	-	-	-	-	-
Baryum	mg/kg MS	n.c	88,9	104	82,2	9,14	-	-	-	-	-	-
Molybdène	mg/kg MS	<1	<	1,06	1,7	<	-	0,802	0,875	-	-	-
Sélénium	mg/kg MS	<1	<	<	<	<	-	-	-	0,10 à 0,70	0,8 à 2	2 à 4,5
HYDROCARBURES TOTAUX C10-C40												
> C10-C12 inclus	mg/kg MS	<2	0,1	8,88	0,96	<	LQ					
> C12-C16 inclus	mg/kg MS	<2	1,8	8,56	9,43	<	LQ					
> C16-C20 inclus	mg/kg MS	<2	5,55	42,24	54,81	<	LQ					
> C20-C24 inclus	mg/kg MS	<2	5,89	139	177,4	<	LQ					
> C24-C28 inclus	mg/kg MS	<2	9,25	141,2	202,3	<	LQ					
> C28-C32 inclus	mg/kg MS	<2	103,4	99,84	179,6	<	LQ					
> C32-C36 inclus	mg/kg MS	<2	216,3	13,6	54,54	<	LQ					
> C36-C40 inclus	mg/kg MS	<2	144,9	9,35	4,44	<	LQ					
Hydrocarbures totaux C10-C40	mg/kg MS	<15	487	463	683	<	LQ					
HCT C10-C16	mg/kg MS	<4	1,85	17,4	10,4	<	LQ					
HCT C16-C22	mg/kg MS	<4	7,89	103	118	<	LQ					
HCT C22-C30	mg/kg MS	<4	116	304	438	<	LQ					
HCT C30-C40	mg/kg MS	<4	361	38,2	117	<	LQ					
HYDROCARBURES VOLATILS C5-C10												
C5-C6 Aliphatiques	mg/kg MS	<1	<	<	<	<	LQ					
>C6-C8 Aliphatiques	mg/kg MS	<1	<	<	<	<	LQ					
>C8-C10 Aliphatiques	mg/kg MS	<1	<	117	123	<	LQ					
C6-C9 Aromatiques	mg/kg MS	<1	<	20,8	22,9	<	LQ					
>C9-C10 Aromatiques	mg/kg MS	<1	<	<	<	<	LQ					
C5-C10 Total	mg/kg MS	<1	<	138	146	<	LQ					
C5-C8 Total	mg/kg MS	<1	<	20,8	22,9	<	LQ					
HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES												
Naphtalène	mg/kg MS	<0,05	<	<	<	<	LQ					
Acénaphtylène	mg/kg MS	<0,05	<	<	<	<	LQ					
Acénaphtène	mg/kg MS	<0,05	<	0,11	0,086	<	LQ					
Fluorène	mg/kg MS	<0,05	<	0,078	0,11	<	LQ					
Phénanthrène	mg/kg MS	<0,05	<	0,37	0,4	<	LQ					
Anthracène	mg/kg MS	<0,05	0,084	<	0,055	<	LQ					
Fluoranthène	mg/kg MS	<0,05	0,14	0,44	0,37	<	LQ					
Pyrène	mg/kg MS	<0,05	0,13	0,25	0,24	<	LQ					
Benzo(a)anthracène	mg/kg MS	<0,05	0,086	0,14	0,13	<	LQ					
Chrysène	mg/kg MS	<0,05	0,11	0,13	0,16	<	LQ					
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg MS	<0,05	0,23	0,22	0,25	<	LQ					
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS	<0,05	0,075	0,083	0,1	<	LQ					
Benzo(a)pyrène	mg/kg MS	<0,05	0,15	0,052	0,082	<	LQ					
Dibenzo(ah)anthracène	mg/kg MS	<0,05	0,051	<	<	<	LQ					
Benzo(ghi)pérylène	mg/kg MS	<0,05	0,22	0,071	0,12	<	LQ					
Indeno(1,2,3-c,d)pyrène	mg/kg MS	<0,05	0,18	0,089	0,15	<	LQ					
Somme des HAP (16)	mg/kg MS	<0,05	1,46	2,03	2,25	<	LQ					
COMPOSES ORGANO HALOGENES VOLATILS												
Dichlorométhane	mg/kg MS	<0,05	<	<	<	<	LQ					
Chlorure de vinyle	mg/kg MS	<0,02	<	<	<	<	LQ					
1,1-dichloroéthène	mg/kg MS	<0,1	<	<	<	<	LQ					
trans-1,2-dichloroéthylène	mg/kg MS	<0,1	<	<	<	<	LQ					
cis-1,2-dichloroéthène	mg/kg MS	<0,1	<	<	<	<	LQ					
Chloroforme	mg/kg MS	<0,02	<	<	<	<	LQ					
Tétrachlorométhane	mg/kg MS	<0,02	<	<	<	<	LQ					
1,1-Dichloroéthane	mg/kg MS	<0,1	<	<	<	<	LQ					
1,2-Dichloroéthane	mg/kg MS	<0,05	<	<	<	<	LQ					
1,1,1-trichloroéthane	mg/kg MS	<0,1	<	<	<	<	LQ					
1,1,2-trichloroéthane	mg/kg MS	<0,2	<	<	<	<	LQ					
Trichloroéthylène	mg/kg MS	<0,05	<	<	<	<	LQ					
Tétrachloroéthylène	mg/kg MS	<0,05	<	<	<	<	LQ					
Bromochlorométhane	mg/kg MS	<0,2	<	<	<	<	LQ					
Dibromométhane	mg/kg MS	<0,2	<	<	<	<	LQ					
1,2-Dibromoéthane	mg/kg MS	<0,05	<	<	<	<	LQ					
Bromoforme	mg/kg MS	<0,1	<	<	<	<	LQ					
Bromodichlorométhane	mg/kg MS	<0,2	<	<	<	<	LQ					
Dibromochlorométhane	mg/kg MS	<0,2	<	<	<	<	LQ					
Somme des COHV	mg/kg MS	<0,2	<	<	<	<	LQ					
COMPOSES AROMATIQUES VOLATILS (BTEX)												
Benzène	mg/kg MS	<0,05	<	<	<	<	LQ					
Toluène	mg/kg MS	<0,05	<	<	<	<	LQ					
Ethylbenzène	mg/kg MS	<0,05	<	<	<	<	LQ					
o-Xylène	mg/kg MS	<0,05	<	<	<	<	LQ					
m,p-Xylène	mg/kg MS	<0,05	<	<	<	<	LQ					
BTEX totaux	mg/kg MS	<0,05	<	<	<	<	LQ					
CYANURES												
Cyanures (totaux)	mg/kg MS	<0,1	<	<	0,16	<	LQ					

LQ Limite de Quantification
Composé non analysé
Concentration > Valeurs locales (RMQS)
Concentration significative selon le retour d'expérience de DEKRA
n.c non connu

Résultats d'analyses de sol – source S43 (puisard)

ANNEXE 5 : EVALUATION DES DANGERS

Substance	1,1-Dichloroéthane	
N° CAS	75-34-3	
Paramètres physico-chimiques		
Paramètre	Valeur	Référence
Masse Molaire (g/mol)	99	RAIS, RISC, HSDB, ATSDR
	1,17	RISC
Pression de vapeur (mmHg)	230	ATSDR, RISC
Solubilité (mg/L)	5060	RISC
Constante de Henry (-)	0,23	RISC
Koc (mL/g)	32	RISC
Log Kow	18	RISC
Coef. de diffusion dans l'air (cm²/s)	0,074	RAIS, RISC, INERIS, US EPA
Coef. de diffusion dans l'eau (cm²/s)	$1,1.10^{-5}$	RAIS, RISC, INERIS, US EPA
Coef. de diffusion à travers le PEHD (cm²/s)	-	
Perméabilité cutanée Kp (cm/h)	-	A déterminer[1]
Tx d'absorption cutané par contact avec les sols ABS sol (-)	0,1	RISC
Tx d'absorption cutané par contact avec les eaux ABS eaux (-)	1	RISC

Substance	1,1,1-Trichloroéthane	
N° CAS	71-55-6	
Paramètres physico-chimiques		
Paramètre	Valeur	Référence
Masse Molaire (g/mol)	133,4	RISC, INERIS, ATSDR, HSDB
Densité (g/cm^3)	1,34	HSDB, ATSDR
	1,35	RISC
Pression de vapeur (mmHg)	120	RISC
	127	HSDB, ATSDR
Solubilité	1330	RISC
Constante de Henry (-)	0,705	RAIS, RISC
Koc (mL/g)	110	RISC
log Kow	2,5	RISC
Coef. de diffusion dans l'air (cm²/s)	0,078	RAIS, RISC, INERIS, US EPA
Coef. de diffusion dans l'eau (cm²/s)	$8,8.10^{-6}$	RAIS, RISC, INERIS, US EPA
Coef. de diffusion à travers le PEHD (cm²/s)	-	
Perméabilité cutanée Kp (cm/h)	-	A déterminer[1]
Tx d'absorption cutané par contact avec les sols ABS sol (-)	0,1	RISC
Tx d'absorption cutané par contact avec les eaux ABS eaux (-)	1	RISC

Substance	Trichloroéthylène	
N° CAS	79-01-6	
Paramètres physico-chimiques		
Paramètre	**Valeur**	**Référence**
Masse Molaire (g/mol)	131,4	RISC, INERIS, HSDB, ATSDR
Densité (g/cm^3)	1,465	RISC, INERIS, HSDB, ATSDR
Pression de vapeur (mmHg)	69	RISC, HSDB, ATSDR
Solubilité (mg/L)	1070	INERIS, ATSDR
	1100	RISC, US EPA
Constante de Henry (-)	0,422	RAIS, RISC, CHEMFATE
Koc (mL/g)	170	RISC
	111	INERIS
Log Kow	2,7	RISC, US EPA
Coef. de diffusion dans l'air (cm²/s)	0,079	RISC, INERIS, US EPA
Coef. de diffusion dans l'eau (cm²/s)	$9{,}1.10^{-6}$	RISC, INERIS, US EPA
Coef. de diffusion à travers le PEHD (cm²/s)	$1{,}6.10^{-6}$	INERIS
Perméabilité cutanée Kp (cm/h)	0,23	INERIS A déterminer[1]
Tx d'absorption cutané par contact avec les sols ABS sol (-)	0,1	RISC
Tx d'absorption cutané par contact avec les eaux ABS eaux (-)	1	RISC

Substance	Tétrachloroéthylène	
N° CAS	127-18-4	
Paramètres physico-chimiques		
Paramètre	**Valeur**	**Référence**
Masse Molaire (g/mol)	165,8	RISC, INERIS, HSDB
Densité (g/cm^3)	1,623	INERIS, HSDB, ATSDR, RISC
Pression de vapeur (mmHg)	19	RISC, INERIS, HSDB, ATSDR
Solubilité (mg/L)	150	INERIS
	200	RISC, US EPA
Constante de Henry (-)	0,754	RAIS, RISC, CHEMFATE
Koc (mL/g)	160	RISC
	247	INERIS, US EPA
Log Kow	2,67	ATSDR, CHEMFATE, RISC
Coef. de diffusion dans l'air (cm²/s)	0,072	RISC, INERIS, US EPA
Coef. de diffusion dans l'eau (cm²/s)	$8{,}2.10^{-6}$	RISC, INERIS, US EPA
Coef. de diffusion à travers le PEHD (cm²/s)	$7{,}7.10^{-7}$	INERIS
Perméabilité cutanée Kp (cm/h)	0,37	INERIS
Tx d'absorption cutané par contact avec les sols ABS sol (-)	0,1	RISC
Tx d'absorption cutané par contact avec les eaux ABS eaux (-)	1	RISC

Substance	Cis-1,2-dichloroéthylène		
N° CAS	156-59-2		
Paramètres physico-chimiques			
Paramètre	Valeur	Référence	
Masse Molaire (g/mol)	96,9	RAIS, RISC, INERIS, HSDB	
Densité (g/cm^3)	1,28	INERIS, HSDB	
	1,21	RISC	
Pression de vapeur (mmHg)	200	RISC	
	180	INERIS, HSDB, INRS	
Solubilité (mg/L)	3500	RISC, INERIS, RAIS, HSDB, INRS	
Constante de Henry (-)	0,167	HSDB, RISC	
Koc (mL/g)	36	RISC, RAIS	
	35,5	INERIS, US EPA	
Log Kow	1,9	HSDB, RISC, US EPA, INERIS	
	2,2	RAIS	
Coef. de diffusion dans l'air (cm²/s)	0,074	RAIS, RISC, INERIS, US EPA	
Coef. de diffusion dans l'eau (cm²/s)	1,1.10^{-5}	RAIS, RISC, INERIS, US EPA	
Coef. de diffusion à travers le PEHD (cm²/s)	-		
Perméabilité cutanée Kp (cm/h)	0,014	INERIS	A déterminer[1]
Tx d'absorption cutané par contact avec les sols ABS sol (-)	0,1	RISC	
Tx d'absorption cutané par contact avec les eaux ABS eaux (-)	1	RISC	

Substance	Trans-1,2-dichloroéthylène		
N° CAS	156-60-5		
Paramètres physico-chimiques			
Paramètre	Valeur	Référence	
Masse Molaire (g/mol)	96,9	RAIS, RISC, INERIS, HSDB	
Densité (g/cm^3)	1,26	RISC, INERIS, HSDB	
Pression de vapeur (mmHg)	330	RISC	
	307	INERIS	
Solubilité (mg/L)	6300	RISC, INERIS, RAIS, HSDB, INRS	
Constante de Henry (-)	0,385	HSDB, RISC	
Koc (mL/g)	53	RISC, RAIS	
	38	INERIS, US EPA	
Log Kow	2,1	HSDB, RISC, US EPA, INERIS	
Coef. de diffusion dans l'air (cm²/s)	0,071	RISC, INERIS, US EPA	
Coef. de diffusion dans l'eau (cm²/s)	1,2.10^{-5}	RISC, INERIS, US EPA	
Coef. de diffusion à travers le PEHD (cm²/s)	-		
Perméabilité cutanée Kp (cm/h)	0,01	INERIS	A déterminer[1]
Tx d'absorption cutané par contact avec les sols ABS sol (-)	0,1	RISC	
Tx d'absorption cutané par contact avec les eaux ABS eaux (-)	1	RISC	

Substance	Benzène	
N° CAS	71-43-2	
Paramètres physico-chimiques		
Paramètre	**Valeur**	**Référence**
Masse Molaire (g/mol)	78,11	HSDB, INERIS, ATSDR
Densité (g/cm^3)	0,88	INRS, HSDB, RISC
Pression de vapeur (mmHg)	65	HSDB
	95,2	RISC
	75,25	INERIS
Solubilité (mg/L)	1750	RISC, RAIS, INCHEM
	1830	INERIS
Constante de Henry (-)	0,228	HSDB, RAIS, RISC
	0,225	INERIS
Koc (mL/g)	59	RISC, RAIS
	60	INERIS
Kd (mL/g)	-	
Log Kow	2,1	HSDB, RISC
	2,13	INERIS, INCHEM
Coef. de diffusion dans l'air (cm²/s)	0,88	RAIS, RISC, INERIS
Coef. de diffusion dans l'eau (cm²/s)	$9{,}8.10^{-6}$	RAIS, RISC, INERIS
Coef. de diffusion à travers le PEHD (cm²/s)	$1{,}4.10^{-6}$	INERIS
Perméabilité cutanée Kp (cm/h)	0,111	INERIS
Tx d'absorption cutané par contact avec les sols - ABS sol (-)	0,1	RISC
Tx d'absorption cutané par contact avec les eaux - ABS eaux (-)	1	RISC

Substance	Ethylbenzène	
N° CAS	100-41-4	
Paramètres physico-chimiques		
Paramètre	**Valeur**	**Référence**
Masse Molaire (g/mol)	106,2	HSDB, INCHEM, ATSDR, RAIS, RISC
Densité (g/cm^3)	0,867	INERIS, RISC, HSDB, ATSDR
Pression de vapeur (mmHg)	9,6	RISC, HSDB, INERIS
Solubilité (mg/L)	169	RISC, RAIS
Constante de Henry (-)	0,323	HSDB, INERIS, RISC
Koc (mL/g)	360	RISC
	363	RAIS
	242	INERIS
Kd (mL/g)	-	
Log Kow	3,1	INERIS, RISC, HSDB
Coef. de diffusion dans l'air (cm²/s)	0,075	INERIS, RAIS, RISC, US EPA
Coef. de diffusion dans l'eau (cm²/s)	$7{,}8.10^{-6}$	INERIS, RAIS, RISC, US EPA
Coef. de diffusion à travers le PEHD (cm²/s)	$2{,}1.10^{-6}$	INERIS
Perméabilité cutanée Kp à une solution aqueuse (cm/h)	1,2	INERIS, RAIS
Tx d'absorption cutané par contact avec les sols ABS sol (-)	0,1	RISC
Tx d'absorption cutané par contact avec les eaux ABS eaux (-)	1	RISC

Substance	Toluène	
N° CAS	108-88-3	
Paramètres physico-chimiques		
Paramètre	**Valeur**	**Référence**
Masse Molaire (g/mol)	92,14	HSDB, INCHEM, ATSDR, RAIS, RISC, INERIS
Densité (g/cm^3)	0,87	INERIS, RISC, HSDB, ATSDR, INRS, INCHEM
Pression de vapeur (mmHg)	6,4	RISC, HSDB, RAIS
Solubilité (mg/L)	526	RISC, HSDB
Constante de Henry (-)	0,272	HSDB, INERIS, RISC
Koc (mL/g)	100	INERIS, HSDB, US EPA
	180	RISC
Kd (mL/g)	-	
Log Kow	2,69	INERIS
	2,73	HSDB
	2,75	RISC, US EPA
Coef. de diffusion dans l'air (cm²/s)	0,087	INERIS, RISC, US EPA, RAIS
Coef. de diffusion dans l'eau (cm²/s)	$8{,}6.10^{-6}$	INERIS, RISC, US EPA, RAIS
Coef. de diffusion à travers le PEHD (cm²/s)	$1{,}2.10^{-6}$	INERIS
Perméabilité cutanée Kp à une solution aqueuse (cm/h)	1	INERIS
Tx d'absorption cutané par contact avec les sols ABS sol (-)	0,1	RISC
Tx d'absorption cutané par contact avec les eaux ABS eaux (-)	1	RISC

[1] : valeur pouvant être déterminée par calcul avec Log Kow

Substance	Xylènes		
N° CAS	1330-20-7		
Paramètres physico-chimiques			
Paramètre	Valeur	Référence	
Masse Molaire (g/mol)	106,2	INERIS, INRS, INCHEM, RISC	
Densité (g/cm^3)	0,87	INERIS, RISC, HSDB, INRS, INCHEM	
Pression de vapeur (mmHg)	8,8	RISC, HSDB, RAIS	
Solubilité (mg/L)	106	RAIS	
	198	RISC, HSDB	
Constante de Henry (-)	0,29	HSDB, INERIS, RISC	
Koc (mL/g)	443	RAIS	
	240	RISC, INERIS, US EPA, ATSDR	
Kd (mL/g)	-		
Log Kow	3,15	INERIS	
	3,2	HSDB, RISC	
Coef. de diffusion dans l'air (cm²/s)	0,072	INERIS, RISC, US EPA, RAIS	
Coef. de diffusion dans l'eau (cm²/s)	$8{,}5.10^{-6}$	INERIS, RISC, US EPA	
Coef. de diffusion à travers le PEHD (cm²/s)	$1{,}6.10^{-6}$	INERIS	
Perméabilité cutanée Kp à une solution aqueuse (cm/h)	0,08	INERIS	
Tx d'absorption cutané par contact avec les sols ABS sol (-)	0,1	RISC	
Tx d'absorption cutané par contact avec les eaux ABS eaux (-)	1	RISC	

[1] : valeur pouvant être déterminée par calcul avec Log Kow

Substance	effets non cancérogènes		effets cancérogènes	
	RfD	Rfc	ERUo	ERUi
	(mg/kg/j)	(mg/m3)	(mg/kg/j)-1	(mg/m3)-1
1,1-Dichloroéthylène	5,00E-02	4,00E-03		
Dichlorométhane	6,00E-03	6,00E-01	2,00E-03	1,00E-05
Trans-1,2-dichloroéthylène	2,00E-02	6,00E-02		
1,1-Dichloroéthane				1,60E-03
Cis-1.2-dichloroéthylène	2,00E-03	6,00E-02		
1,1,1-trichloroéthane	2,00E+00	1,00E+00		
Trichloroéthylène	5,00E-04	3,20E+00	4,60E-02	1,00E-03
Tetrachloroéthylène (PCE)	1,40E-02	4,00E-01	2,10E-03	2,60E-04
Benzène	5,00E-04	9,70E-03	5,50E-02	1,60E-03
Toluène	8,00E-02	1,90E+01		
Ethylbenzène	2,20E-02	1,50E+00	1,10E-02	2,50E-03
Xylènes	1,30E-02	1,00E-01		

VTR : par substances retenues

			Effets non cancérigènes						Effets cancérigènes				
Hydrocarbures aliphatiques			**Inhalation**			**Ingestion**			**Classe de cancérogénicité**			**Inhalation**	**Ingestion**
Substance	**CAS**	**Organe(s) cible(s)**	**RfC µg/m^3**	**Source**	**Espèce Critère Facteur de sécurité**	**RfD mg/kg.j**	**Source**	**Espèce Critère Facteur de sécurité**	**UE**	**CIRC IARC**	**US EPA**	**ERUi (µg/m^3)$^{-1}$**	**ERUo (mg/kg.j)$^{-1}$**
C5-C6	-	Système neurologique	**18,4.10^3**	TPHCWG 1997	-	5	TPHCWG 1997	-	-	-	D	-	-
			17,5.10^3	RISC	-								
C>6-C8	-		**18,4.10^3**	TPHCWG 1997	-	5	TPHCWG 1997	-	-	-	D	-	-
			17,5.10^3	RISC	-								
C>8-C10	-	Système hépatique et circulatoire	**1000**	TPHCWG 1997	-	0,1	TPHCWG 1997	-	-	-	D	-	-
			960	RISC	-								
C>10-C12	-		**1000**	TPHCWG 1997	-	0,1	TPHCWG 1997	-	-	-	D	-	-
			960	RISC	-								
C>12-C16	-		**1000**	TPHCWG 1997	-	0,1	TPHCWG 1997	-	-	-	D	-	-
			960	RISC	-								
C>16-C21	-	Système hépatique	-	-	-	2	TPHCWG 1997	-	-	-	D	-	-
C>21-C35	-		-	-	-	2	TPHCWG 1997	-	-	-	D	-	-
>C35	-		-	-	-	20	TPHCWG 1997	-	-	-	D	-	-

- : données non disponibles

			Effets non cancérigènes						Effets cancérigènes				
Hydrocarbures aromatiques			**Inhalation**			**Ingestion**			**Classe de cancérogénicité**			**Inhalation**	**Ingestion**
Substance	**CAS**	**Organe(s) cible(s)**	**RfC µg/m^3**	**Source**	**Espèce Critère Facteur de sécurité**	**RfD mg/kg.j**	**Source**	**Espèce Critère Facteur de sécurité**	**UE**	**CIRC IARC**	**US EPA**	**ERUi (µg/m^3)$^{-1}$**	**ERUo (mg/kg.j)$^{-1}$**
C5-C6	-	Système hépatique et rénal	**400**	TPHCWG 1997	-	0,2	TPHCWG 1997	-	-	-	D	-	-
			390	RISC	-								
C>6-C8	-		**400**	TPHCWG 1997	-	0,2	TPHCWG 1997	-	-	-	D	-	-
			390	RISC	-								
C>8-C10	-	Diminution du poids corporel	**200**	TPHCWG 1997	-	0,04	TPHCWG 1997	-	-	-	D	-	-
			193	RISC	-								
C>10-C12	-		**200**	TPHCWG 1997	-	0,04	TPHCWG 1997	-	-	-	D	-	-
			193	RISC	-								
C>12-C16	-		**200**	TPHCWG 1997	-	0,4	TPHCWG 1997	-	-	-	D	-	-
			193	RISC	-								
C>16-C21	-	Système rénal	-	-	-	0,3	TPHCWG 1997	-	-	-	D	-	-
C>21-C35	-		-	-	-	0,03	TPHCWG 1997	-	-	-	D	-	-
						1,03	RISC						

- : données non disponibles

	Propriétés physico-chimiques des hydrocarbures aliphatiques									
Substance	**Source**	**Masse Molaire g/mol**	**Densité g/m³**	**Solubilité dans l'eau g/m³**	**log Kow**	**Koc cm³/g**	**Coef. de diffusion dans l'eau cm²/s**	**Coef. de diffusion dans l'air cm²/s**	**Tension de vapeur mmHg**	**Constante de Henry**
C5-C6	RISC TPHWGC	81	0,64	36	3,3	790	1,00E-05	0,1	270	34
C>6-C8	RISC TPHWGC	100	0,68	54	4	3900	1,00E-05	0,1	48	50
C>8-C10	RISC TPHWGC	130	0,72	0,43	4,8	3,16E+04	1,00E-05	0,1	4,8	80
C>10-C12	RISC TPHWGC	160	0,74	0,034	5,6	2,51E+05	1,00E-05	0,1	0,49	120
C>12-C16	RISC TPHWGC	200	0,76	0,00076	6,8	5,01E+06	1,00E-05	0,1	0,036	520
C>16-C21	TPHWGC	270	-	2,50E-06	-	6,30E+08	1,00E-05	0,1	1,10E-06	4900
C>16-C35	RISC	270	0,79	1,30E-06	8,9	1,00E+09	1,00E-05	0,1	5,80E-03	6400

- : données non disponibles

	Propriétés physico-chimiques des hydrocarbures aromatiques									
Substance	**Source**	**Masse Molaire g/mol**	**Densité g/m³**	**Solubilité dans l'eau g/m³**	**log Kow**	**Koc cm³/g**	**Coef. de diffusion dans l'eau cm²/s**	**Coef. de diffusion dans l'air cm²/s**	**Tension de vapeur mmHg**	**Constante de Henry**
C5-C6	RISC TPHWGC	78	0,88	1800	2,1	79,4	1,00E-05	0,1	99	0,23
C>6-C8	RISC TPHWGC	92	0,87	520	2,5	251	1,00E-05	0,1	2,9	0,27
C>8-C10	RISC TPHWGC	120	0,88	65	3,1	1,58E+03	1,00E-05	0,1	4,8	0,48
C>10-C12	RISC TPHWGC	130	0,88	25	3,5	2,51E+03	1,00E-05	0,1	0,48	0,14
C>12-C16	RISC TPHWGC	150	1	5,8	3,9	5,01E+03	1,00E-05	0,1	0,036	0,053
C>16-C21	RISC TPHWGC	190	1,1	6,50E-01	4,7	1,58E+04	1,00E-05	0,1	5,80E-03	0,013
C>21-C35	RISC TPHWGC	240	1,2	6,60E-03	6,1	1,26E+05	1,00E-05	0,1	3,30E-06	6,70E-04

- : données non disponibles

ANNEXE 6 : DETAIL DES CALCULS DE L'ARR

INHALATION DE VAPEURS DANS L'AIR INTERIEUR

BATIMENT DE PLAIN PIED OU AVEC NIVEAUX DE SOUS-SOL

Choix de l'outil de modélisation

La modélisation des transferts de l'air des sols vers l'air intérieur est associée au développement d'outils relativement récents (début des années 90). Ces outils sont très peu nombreux, les principaux utilisés en France qui intègrent et le transport diffusif et le transport convectif sont VOLASOIL [9] (Waitz et al, 1996) et le modèle dit de « Johnson and Ettinger »[10] (Johnson and Ettinger, 1991). D'autres outils plus simplifiés comme HESP® ne sont plus utilisés car ils ne considèrent que le flux diffusif à travers le dallage et peuvent donc dans certaines configurations sous-estimer le transfert. VOLASOIL qui prend en compte un écoulement à travers les fissures des bétons de type POISSEUILLE, est utilisable pour des bâtiments avec vide sanitaire, il n'est pas adapté à la modélisation des transferts vers un bâtiment de plain-pied. Johnson and Ettinger qui prend en compte une fissuration périphérique du dallage et un écoulement de type DARCY à travers ces fissures, est utilisable pour des bâtiments de plain-pied.

→ Compte tenu du projet utilisé (bâtiment de plain-pied avec un niveau de sous-sol partiel), le modèle de Johnson et Ettinger a été retenu.

Description du modèle utilisé

La modélisation des expositions aux vapeurs est conduite sur la base des équations de Johnson & Ettinger (1991), dont la description est donnée ci-dessous. Les équations présentées dans la norme ASTM E 1739-95 et dans le logiciel intégré RISC v 4.0 (octobre 2001, Distribué par Waterloo hydrogeologic, développé par Lynn R.Spence et BP oil International) ont été réécrites par nos soins sous Excel, les phénomènes considérés sont synthétisés ci-après.

La diffusion (équations de Millington and Quirck et équation de Fick) entraîne les polluants à travers le sol jusqu'à la zone d'influence du bâtiment où le phénomène convectif intervient. Le mouvement convectif, dû à une différence de pression entre l'air du sol et l'air intérieur des bâtiments (occasionnée par la combinaison du vent, du chauffage et des mécanismes de ventilation), transporte les vapeurs par les fissures des fondations et de la dalle béton.

La concentration dans l'air intérieur en régime permanent (source infinie) est calculée à partir de la concentration dans l'air des sols à la source comme suit:

$$C_{int} = \alpha . C_{vs} \quad (1)$$

avec

$$\alpha = \frac{\left[\frac{D_{eff} \times A_B}{Q_B \times L_T}\right] \times \left[\exp\left(\frac{Q_{sol} \times L_{crack}}{D_{crack} \times A_{crack}}\right)\right]}{\left[\exp\left(\frac{Q_{sol} \times L_{crack}}{D_{crack} \times A_{crack}}\right) + \left[\frac{D_{eff} \times A_B}{Q_B \times L_T}\right] + \left[\frac{D_{eff} \times A_B}{Q_{sol} \times L_T}\right] \times \left[\exp\left(\frac{Q_{sol} \times L_{ceack}}{D_{crack} \times A_{crack}}\right) - 1\right]\right]} \quad (2)$$

D_{eff} : coefficient de diffusion effectif (cm^2/s) calculé à partir de la porosité et de la teneur en eau des différents horizons de sols entre la source de pollution et le dallage par application des équations de Millington et Quirck détaillées ci-après

C_{vs} : concentration de vapeur dans la source (g/cm^3)

Q_{sol} : débit de gaz en provenance du sol dans le bâtiment (cm^3/s), calculé à partir de la différence de pression et de la perméabilité des sols sous dallage

[9] Waitz *et al.,* 1996. The VOLASOIL risk assessment model based on CSOIL for soils contaminated with volatile compounds. M.F.W. Waitz; J.I. Freijer; F.A. Swartjes. May 1996. RIVM. Report n° 7581001.

[10] Johnson PC and Ettinger RA, 1991. Heuristic model for predicting the intrusion rate of contaminant vapors into buildings. Env. Sci. Technol. 25, p 1445-1452.

D_{crack} : coefficient de diffusion effectif dans les fondations (cm²/s), calculé à partir de la porosité et de la teneur en eau des sols sous dallage par application des équations de Millington et Quirck détaillées ci-après

A_{crack} : surface de fissures à travers lesquelles les vapeurs rentrent dans le bâtiment (cm²), correspondant au produit entre le taux de fissuration et la surface du dallage

Lcrack : épaisseur de la dalle (cm)

A_B : surface des bâtiments (cm^2)

L_T : distance de la source au dallage (cm)

Q_b : Débit de renouvellement d'air du bâtiment (m^3/s), calculé à partir du nombre d'échanges d'air par jour et du volume du bâtiment

Le débit Q_{sol} est calculé à partir de l'équation suivante :

$$Qsol = \frac{2 \times \Pi \times (\Delta P) \times kv \times Xcrack}{\mu \ln[2 \times Zcrack / rcrack]} \quad (3)$$

avec ΔP : gradient de pression entre le bâtiment et l'extérieur (g/cm²-s²)

k_v : perméabilité intrinsèque des sols (cm²)

μ : viscosité des vapeurs (g/cm-s)

X_{crack} : longueur du cylindre représentant la fissure, correspondant au périmètre du bâtiment considéré

r_{crack} : rayon équivalent de la fissure, calculé par le rapport entre (fraction des fissures dans le dallage x surface du dallage) et le périmètre du bâtiment considéré

Zcrack : profondeur des fissures sous le sol, correspondant à l'épaisseur du dallage considéré

π : 3.14159

Le terme en exponentiel dans l'équation (2) suivant :

$$\left(\frac{Q_{sol} \times L_{crack}}{D_{crack} \times A_{crack}} \right)$$

représente le nombre de Péclet Equivalent pour le transport à travers les fondations du dallage, quand ce terme tend vers l'infini, la résolution de l'équation (2) approche :

$$\alpha = \frac{\left[\frac{D_{eff} \times A_B}{Q_B \times L_T} \right]}{\left[\left[\frac{D_{eff} \times A_B}{Q_{sol} \times L_T} \right] + 1 \right]}$$

Calcul des coefficients de diffusion

Le coefficient de diffusion réel (appelé diffusion effective, Dsa dans l'air et Dw dans l'eau) est calculé par la solution analytique développée par Millington and Quirk (1981) à partir de la porosité des sols, de la teneur en air et en eau et des coefficients de diffusion de la substance dans l'air et dans l'eau.

Dsa = Dair x θ_{air} x θair^{-1} (1)

Dw = (Deau/ H) x θ_{eau} x θeau^{-1} (2)

Le coefficient de diffusion dans le milieu poreux est ensuite défini comme la somme des deux termes précédents.

le coefficient de tortuosité (θ^{-1})est défini de la manière suivante : dans l'air du sol : $\theta air^{-1} = \theta_{air}^{7/3} / \theta^2$ et dans la phase aqueuse du sol : $\theta eau^{-1} = \theta_{eau}^{7/3} / \theta^2$, avec :

H constante de Henry adimensionnelle,

θ porosité totale,

θ_{eau} teneur en eau du sol,

θ_{eau} teneur en gaz du sol.

La concentration dans l'air du sol est calculée correspond à la valeur minimale issue des équations suivantes :

$$C_{vs} = (C_t \times \rho_b \times K_H) / (\theta_a \times K_H + \theta_w + \rho_b \times F_{oc} \times K_{oc})$$

Equation utilisée quand Cw<Solubilité effective

Avec C_t : concentration en polluant dans le sol (mg/kg)

ρ_b : densité du sol (g/cm^3)

F_{oc} : fraction de carbone organique dans le sol (g co/g sol)

K_{oc} : coefficient de partition du carbone organique (mgl/g)

K_H : constante de Henry ((mg/l)/(mg/l))

θ_a : teneur en air dans les sols (cm^3 d'air/ cm^3 de sol)

θ_w : teneur en eau dans les sols (cm^3 d'eau/ cm^3 de sol)

$$C_{wi} = X.\ S \quad \text{et} \quad C_{eaudusol} = \frac{C_{airdusol}}{H}$$

Equation utilisée en présence de phase résiduelle dans les sols (Cw>Solubilité)

Avec C_{wi} : concentration de la substance i dans l'eau du sol (mg/l),

H : constante de Henry (-)

X : fraction molaire de la substance i dans le mélange (-)

S : solubilité de la substance i (mg/l)

Les équations du modèle en source finie ou infinie de Johnson et Ettinger utilisées sont consultables dans le document suivant : ***USER'S GUIDE FOR EVALUATING SUBSURFACE VAPOR INTRUSION INTO BUILDINGS,*** *U.S. EPA OFFICE OF EMERGENCY AND REMEDIAL RESPONSE ; EPA Contract Number: 68-W-01-058 ; June 19, 2003*

INHALATION DE VAPEURS DANS L'AIR EXTERIEUR

Dans l'air extérieur, la modélisation des expositions est conduite sur la base des équations de Millington and Quirck et de l'équation de Fick. La dilution par le vent est ensuite calculée dans une boite de taille fixée. Comme pour l'air intérieur, la source de pollution est considérée comme infinie.
Le calcul des concentrations diluées par le vent est effectué à l'aide de l'équation générique utilisée dans le logiciel RISC (modèle boite) :

$$C_{i,air-ext} = \frac{F}{v} . \frac{L}{H}$$

avec Ci, air-ext : concentration moyenne dans l'air extérieur (µg/m3) à la hauteur de l'organe respiratoire (H)
F : flux de polluant à l'interface sol/air extérieur (µg/m²/s)
L : longueur de la zone de mélange (correspondant à la longueur de la zone polluée) (en m)
v : vitesse moyenne du vent (m/s).
H : hauteur de la zone de mélange (m) correspondant à la hauteur de l'organe respiratoire de la cible

Le flux vers l'air extérieur est calculé à partir de l'équation de FICK (flux diffusif seul) suivante :

$$\phi(g/m^2 - j) = D_{eff} * \frac{\partial C}{\partial z}$$

où :

- dC/dz : gradient de concentration (g/m^3-m) entre la concentration à la source (la concentration dans les gaz à l'équilibre avec les sols pollués ou les eaux de la nappe polluée).
- le coefficient de diffusion effectif (Deff en m²/j) dans le sol prend en considération à la fois la diffusion dans la phase aqueuse et dans la phase gazeuse[11] est donné ci-après.

Le coefficient de diffusion réel (appelé diffusion effective, Dsa dans l'air et Dw dans l'eau) est calculé par la solution analytique développée par Millington and Quirck (1981) à partir de la porosité des sols, de la teneur en air et en eau et des coefficients de diffusion de la substance dans l'air et dans l'eau.

Dsa = Dair x θ_{air} x θair^{-1} (1)

Dw = (Deau/ H) x θ_{eau} x θeau^{-1} (2)

Le coefficient de diffusion dans le milieu poreux est ensuite défini comme la somme des deux termes précédents.
Le coefficient de tortuosité (□$^{-1}$)est défini de la manière suivante :

dans l'air du sol : $\theta air^{-1} = \theta_{air}^{7/3} / \theta^2$

dans la phase aqueuse du sol : $\theta eau^{-1} = \theta_{eau}^{7/3} / \theta^2$,

avec : H constante de Henry adimensionnelle,
θ porosité totale,
θ_{eau} teneur en eau du sol,
θ_{eau} teneur en gaz du sol.

La concentration dans l'air du sol à la source est calculée à l'aide des équations génériques présentées dans le premier chapitre dédié aux équations de Millington et Quirck « description du modèle utilisé ».

[11] Dans la notice d'utilisation de VOLASOIl, il est souligné qu'en zone non saturée, le coefficient de diffusion dans la phase gazeuse est approximativement 10^4 fois plus grand que le coefficient de diffusion dans la phase aqueuse (Glotfely & Schomburg,1991).