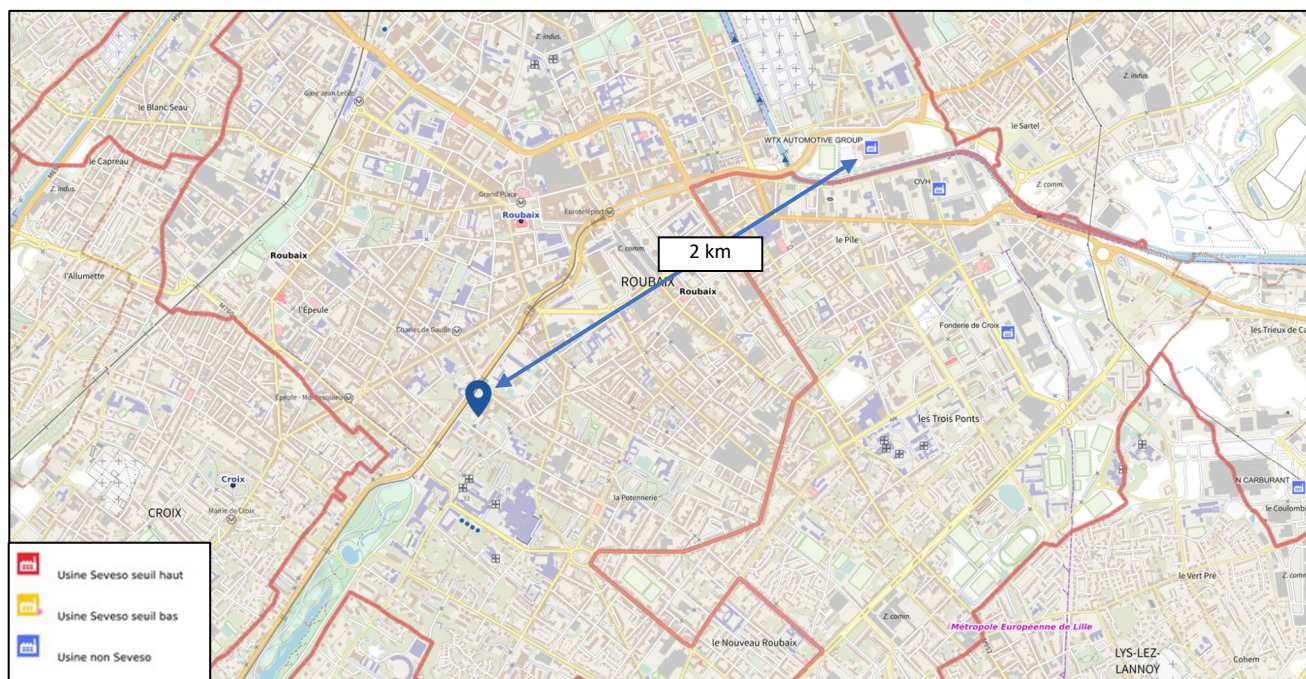


ANNEXE 13

Risques technologiques (dont études des sols pollués)

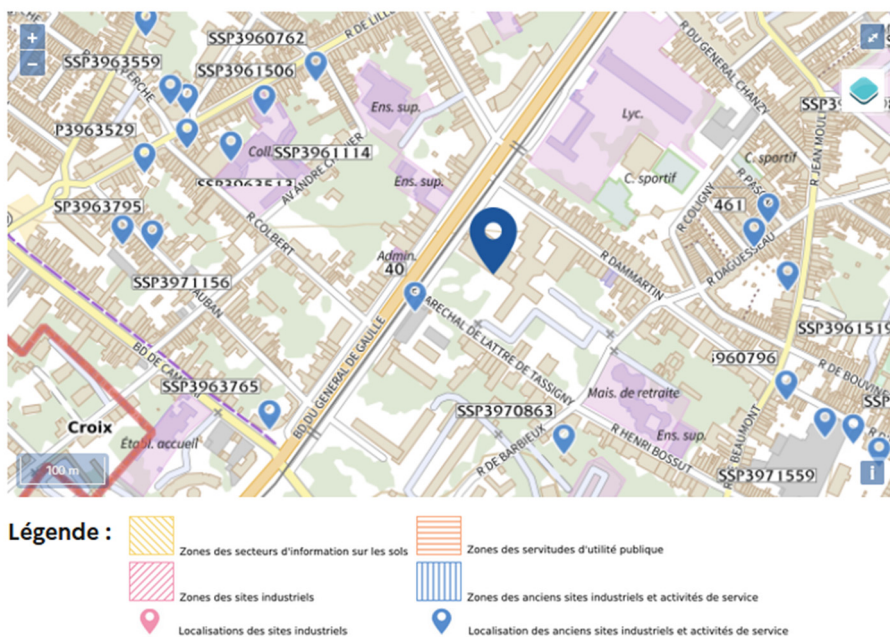


Risque ICPE – Source : Géorisques

Pas d'ICPE à moins de 2 km du projet.

Les types de Pollution des sols à mon adresse

- 34 ancien(s) site(s) industriel(s) ou activité(s) de service à moins de 500 m.
- La carte des anciens sites industriels et activités de services recense les anciennes activités susceptibles d'être à l'origine d'une pollution des sols. Il peut s'agir d'anciennes activités industrielles ou encore d'anciennes activités de services potentiellement polluantes. La CASIAS ne renseigne aucunement sur l'état de pollution ou non d'un site.



Sols pollués à proximité – Source Géorisques

Aucun sol pollué n'est identifié au niveau du projet.



fondasol



FONDASOL Environnement

18-22 rue d'Arras

92000 Nanterre

☎ 03.20.14.99.40

✉ environnement.lille@groupefondasol.com

LINKCITY

linkcity

Projet de construction d'un ensemble immobilier de logements et de bureaux

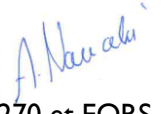
Rue Maréchal de Lattre de Tassigny

Roubaix (59)

Diagnostic complémentaire du milieu souterrain

PR.DTEN.25.0189 – Pièce n°001 – Indice C

Chef de projet				A. NOWACKI		
Rév.	Date	Nb pages	Modifications	Rédacteur	Vérificateur	Superviseur
-	20/06/2025	55+ Annexes	1 ^{ère} diffusion	A. NOWACKI <i>A. Nowacki</i>	C. DELCAMBRE <i>Delcambre</i>	C. DELCAMBRE <i>Delcambre</i>
A	01/09/2025	81 + Annexes	Indice A : investigations complémentaires sur les gaz du sol et analyse de risque	A230 : A. NOWACKI <i>A. Nowacki</i> A270 et EQRS : A. MOUNY <i>A. Mouny</i>	C. CAILLOIX <i>Cailloix</i>	C. CAILLOIX <i>Cailloix</i>

Chef de projet				A. NOWACKI		
Rév.	Date	Nb pages	Modifications	Rédacteur	Vérificateur	Superviseur
B	09/09/2025	82 + Annexes	Indice B : Ajustement des conclusions et recommandations	A230 : A. NOWACKI  A270 et EQRS : A. MOUNY 	C. CAILLOIX 	C. CAILLOIX 
C	10/10/2025	85 + Annexes	Indice C : Ajustement des conclusions et recommandations	A230 : A. NOWACKI  A270 et EQRS : A. MOUNY 	C. CAILLOIX 	C. CAILLOIX 

RESUME NON TECHNIQUE

La société LINKCITY projette de construire un ensemble immobilier de logements et de bureaux à Roubaix (59).

Dans ce cadre, FONDASOL Environnement a été sollicité pour la réalisation d'un diagnostic environnemental des sols (missions INFOS-DIAG).

La première étude référencée PR.59EN.23.0018.001 en date d'avril 2023, a mis en évidence la présence d'anomalies métalliques, d'hydrocarbures ainsi que des composés volatils dans les sols.

Suite à ce constat et compte tenu du projet d'aménagement, FONDASOL Environnement a été missionné pour la réalisation d'investigations complémentaires des sols et des gaz du sol suivi d'une Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires afin de valider la compatibilité des usages avec le site.

La campagne d'investigations complémentaires des sols a mis en évidence la présence d'hydrocarbures volatils non identifiés lors de la première étude réalisée (réf. PR.59EN.23.0018.001), ainsi que des dépassements des critères de l'arrêté du 12 décembre 2014 relatif aux Installations de Stockage de Déchets Inertes.

Les investigations des gaz du sol ont mis en évidence des teneurs en mercure et en BTEX supérieures aux valeurs de référence.

L'Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires montre que les niveaux de risque sont conformes aux exigences formulées dans la Politique de gestion des sites et sols pollués, et notamment à la circulaire de février 2007, pour un usage de logements, de bureaux ainsi que la possibilité de mise en œuvre d'une crèche.

Compte tenu des résultats d'analyses, FONDASOL Environnement recommande :

- un apport de terres saines en surface au droit des futurs potentiels espaces verts en raison de la présence de polluants afin de limiter les risques d'ingestion et de contact direct dans le cas où ceci ne serait pas déjà prévu au projet ;
- le respect des filières d'élimination des déblais dans le cadre des terrassements prévus au projet.

RESUME TECHNIQUE

Client	LINKCITY	
Périmètre d'étude	Adresse	Rue Maréchal de Lattre de Tassigny à Roubaix (59)
	Parcelles cadastrales	n°26, 27, 30, 31, 32, 33, 34, 53, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 69, 74, de la section IL
	Surface approximative	26 544 m²
	Altitude moyenne du site	Entre +39 et +44 m NGF
Contexte de l'étude	Cette étude est réalisée dans le cadre d'un projet de construction d'un ensemble immobilier de logements et de bureaux, avec la possibilité de mise en œuvre d'une crèche	
Synthèse des données acquises dans le cadre de cette étude		
A200 Diagnostic des sols	La campagne d'investigations des sols a été réalisée le 15/05/2025 : 7 sondages réalisés à la tarière mécanique à des profondeurs comprises entre 2 et 3 m ; - Prélèvement et sélection de 7 échantillons de sols pour analyses au laboratoire AGROLAB.	
A260 Diagnostic des terres à excaver		
A230 Diagnostic des gaz du sol		
A270 Interprétation des résultats	Sols	Les résultats d'analyses sur les sols mettent en évidence : - une anomalie en plomb en C (0,04-0,7 m) qui correspond à des terres à excaver dans le cadre de la création du sous-sol ; - la présence d'hydrocarbures C10-C40 au droit des échantillons A (1-2 m) et C (0,04-0,7 m) dont des fractions semi-volatiles C10-C16 ; - la présence d'hydrocarbures C5-C10 au droit des échantillons A (1-2 m), B (0,05-1 m) et C (0,04-0,7 m) ; - la quantification d'HAP à l'état de traces au droit d'un échantillon ; - la quantification de PCB à l'état de traces au droit d'un échantillon ; - l'absence de quantification en COHV et naphthalène.
	Terres à excaver	Les analyses ont mis en évidence la présence de dépassements de certains critères de l'arrêté du 12 décembre 2014 relatif aux Installations de Stockage de Déchets Inertes (ISDI) : sulfates et fraction soluble. 3 filières de prises en charge des terres ont été retenues : ISDI, ISDI+ et ISDND.
	Gaz du sol	Les analyses effectuées sur les gaz du sol ont mis en évidence : - la présence de mercure à une teneur supérieure à la valeur de comparaison ; - des dépassements des bornes R1 et R2 pour le benzène ; - des dépassements du bruit de fond dans les logements en hydrocarbures volatils aliphatiques et aromatiques ; - la quantification du naphthalène inférieure à la borne R1.

Schéma conceptuel	Sources	• Cuve à mazout. • Remblais.
	Impacts des milieux	Sols.
	Voies de transfert	• Envol de poussières de sol. • Volatilisation. • Retombées de poussières.
	Cibles	Travailleurs (adultes) et résidents (adultes et enfants).
	Voies d'exposition	• Ingestion de sol et de poussières. • Inhalation d'air intérieur et extérieur et de poussières. • Ingestion d'eau via les canalisations.
EQRS	L'Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires montre que les niveaux de risque induits par les anomalies identifiées sont conformes aux exigences formulées dans la Politique de gestion des sites et sols pollués, et notamment à la circulaire de février 2007.	
Recommandations	Compte tenu des résultats d'analyses, FONDASOL Environnement recommande : • un apport de terres saines en surface au droit des futurs potentiels espaces verts en raison de la présence de polluants afin de limiter les risques d'ingestion et de contact direct dans le cas où ceci ne serait pas déjà prévu au projet ; • le respect des filières d'élimination des déblais dans le cadre des terrassements prévus au projet.	

SOMMAIRE

A.	Contexte et objectifs de notre mission	11
B.	Présentation du site et du projet	12
B.1.	Description générale du site	12
B.2.	Projet d'aménagement	13
C.	Synthèse des études antérieures	19
D.	Schéma conceptuel	26
D.1.	Rappel sur le schéma conceptuel	26
D.2.	Rappel sur le projet d'aménagement	26
D.3.	Source de pollution	27
D.4.	Récepteurs à protéger	27
D.5.	Voies de transfert	27
D.6.	Voies d'exposition	27
E.	Elaboration d'un programme prévisionnel d'investigations et de surveillance des différents milieux (A130)	29
E.1.	Contexte	29
E.2.	Stratégies d'investigations	29
F.	Sécurisation des investigations et déroulement des investigations	32
G.	Investigations sur les sols et les terres à excaver (A200 et A260)	33
G.1.	Stratégie d'investigations sur les sols	33
G.2.	Déroulement de la campagne d'investigations des sols	35
G.3.	Observations de terrain	35
G.4.	Sélection des échantillons de sols	36
G.5.	Valeurs de référence pour les sols en place	36
G.6.	Valeurs de référence pour la gestion des terres à excaver	37
G.7.	Présentation des résultats	37
G.8.	Interprétation des résultats	39
G.9.	Infiltration des eaux souterraines sur site	44
H.	Investigations sur les gaz du sol (A230)	46
H.1.	Stratégie d'investigations sur les gaz du sol	46
H.2.	Conditions météorologiques	49
H.3.	Programme analytique sur les gaz du sol	49
H.4.	Validité des prélèvements	51
H.5.	Valeur de comparaison pour les gaz du sol	51
H.6.	Présentation des résultats sur les gaz du sol	52
H.7.	Interprétation des résultats sur les gaz du sol	54
I.	Synthèse des résultats	56

I.1.	Synthèse cartographique	56
I.2.	Bilan de l'état des milieux	58
I.3.	Schéma conceptuel actualisé	58
I.4.	Conclusions et recommandations	62
J.	Analyse des enjeux sanitaires (A320)	63
J.1.	Méthodologie - Présentation de la démarche	63
J.2.	Sélection des substances et des concentrations	63
J.3.	Etape 1 : Identification des dangers	66
J.4.	Etape 2 : Estimation de la relation doses-réponses et choix des Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR)	67
J.5.	Etape 3 : Estimation des expositions	69
J.6.	Etape 4 : Calculs de risques sanitaires	77
J.7.	Discussions sur les incertitudes et étude de sensibilité	78
K.	Conclusion et recommandations	83
K.1.	Conclusions	83
K.2.	Recommandations	83
L.	Limites de la méthode	84
L.1.	Investigations	84
L.2.	Gestion d'une pollution identifiée	84

TABLE DES ANNEXES

Annexe 1 : Abréviations

Annexe 2 : Normes et méthodologie

Annexe 3 : Propriétés physico-chimiques des composés recherchés

Annexe 4 : Méthodes analytiques, limites de quantification et flaconnage

Annexe 5 : Fiches de prélèvement des sols

Annexe 6 : Bordereaux d'analyses des essais de laboratoire sur les sols

Annexe 7 : Coupes et schémas des piézairs

Annexe 8 : Fiches de prélèvement des gaz du sol

Annexe 9 : Bordereaux d'analyses des essais de laboratoire sur les gaz du sol

Annexe 10 : Sélection des VTR

Annexe 11 : Paramètres physico-chimiques des substances

Annexe 12 : Estimation des concentrations dans les différents milieux

Annexe 13 : Estimation des doses (DJE) et des risques (QD et ERI)

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation géographique et cadastrale du site d'étude (source : IGN©) _____	13
Figure 2 : Plan de masse du projet d'aménagement (source : LINKCITY en date du 28/02/2025) _____	14
Figure 3 : Plan de masse du projet d'aménagement avec usages (source : LINKCITY en date du 28/02/2025) _____	15
Figure 4 : Plan de coupe longitudinale du projet d'aménagement bâtiments 2, 6, 7b, 12 et 8 (source : LINKCITY en date du 28/02/2025) _____	15
Figure 5 : Plan de coupe transversale du projet d'aménagement bâtiments 5, 6 et 13 (source : LINKCITY en date du 28/02/2025) _____	16
Figure 6 : Plan de coupe façade ouest du projet d'aménagement bâtiments 3, 2 et 1 (source : LINKCITY en date du 28/02/2025) _____	16
Figure 7 : Plan de coupe façades nord du projet d'aménagement bâtiments 5, 7b et 3 (source : LINKCITY en date du 28/02/2025) _____	17
Figure 8 : Figure 4 : Plan de coupe façades est du projet d'aménagement bâtiments 10 et 8 (source : LINKCITY en date du 28/02/2025) _____	17
Figure 9 : Plan de coupe façades sud du projet d'aménagement bâtiments 1, 13, 11 et 10 (source : LINKCITY en date du 28/02/2025) _____	18
Figure 10 : Synthèse cartographique des teneurs significatives mises en évidence lors de l'étude antérieure (FONDASOL PR.59EN.23.0018.001 en date d'avril 2023) _____	21
Figure 11 : Schéma conceptuel pour l'usage futur _____	28
Figure 12 : Localisation des investigations sur les sols et anomalies précédemment détectées en 2023 _____	31
Figure 13 : Localisation des investigations sur les sols _____	34
Figure 14 : Synthèse cartographique des teneurs remarquables dans les sols _____	40
Figure 15 : Synthèse cartographique des filières d'évacuation - remblais superficiels jusqu'à 1 m de profondeur – avec extrapolation sur voirie _____	41
Figure 16 : Synthèse cartographique des filières d'évacuation - entre 1 et 2 m de profondeur _____	42
Figure 17 : Synthèse cartographique des filières d'évacuation - entre 2 et 3 m de profondeur _____	43
Figure 18 : Zones tests de lixiviation compatibles avec l'infiltration _____	45
Figure 19 : Localisation des piézais _____	48
Figure 20 : Dispositif de prélèvement des gaz du sol (extrait du rapport BRGM RP-65870-FR et INERIS DCR-16-156181-01401A, 2016) _____	50
Figure 21 : Synthèse cartographique des résultats d'analyses sur les gaz du sol _____	55
Figure 22 : Synthèse cartographique des investigations réalisées dans les sols et les gaz du sol _____	57
Figure 23 : Schéma conceptuel actualisé à l'issue du diagnostic _____	61
Figure 24 : Choix du logiciel de calcul _____	70
Figure 25 : Schéma de principe du transfert des vapeurs du sol vers l'air intérieur des bâtiments (Source : INERIS) _____	71
Figure 26 : Schéma de principe du modèle Johnson & Ettinger _____	71
Figure 27 : Données d'entrée pour l'air intérieur _____	73

Figure 28 : Données d'entrée pour l'air extérieur _____	75
Figure 29 : Données d'entrée retenue en incertitude (n°2) pour l'air intérieur _____	81
Figure 30 : Logigramme de sélection des VTR _____	105

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Prestations réalisées _____	11
Tableau 2 : Résultats analytiques sur les sols de S1 à S4 (FONDASOL PR.59EN.23.0018.001 en date d'avril 2023) _____	22
Tableau 3 : Résultats analytiques sur les sols qui resteront en place de S5 à S8 (FONDASOL PR.59EN.23.0018.001 en date d'avril 2023) _____	23
Tableau 4 : Résultats analytiques sur les sols qui resteront en place de S9 à S16 (FONDASOL PR.59EN.23.0018.001 en date d'avril 2023) _____	24
Tableau 5 : Résultats analytiques sur les terres pouvant éventuellement être excavées (FONDASOL PR.59EN.23.0018.001 en date d'avril 2023) _____	25
Tableau 6 : Définition de la stratégie d'investigations _____	30
Tableau 7 : Stratégie d'investigations _____	33
Tableau 8 : Coordonnées des points de prélèvements des sondages _____	35
Tableau 9 : Synthèse des observations organoleptiques dans les sols _____	36
Tableau 10 : Synthèse du programme analytique sur les sols _____	36
Tableau 11 : Résultats analytiques sur les sols _____	38
Tableau 12 : Stratégie d'investigations sur les gaz du sol _____	46
Tableau 13 : Coordonnées des points de prélèvements des piézaires _____	47
Tableau 14 : Description des piézaires _____	47
Tableau 15 : Conditions météorologiques du 16/05/2025 au 20/05/2025 _____	49
Tableau 16 : Conditions météorologiques du 05/08/2025 au 09/08/2025 _____	49
Tableau 17 : Synthèse du programme analytique sur les gaz du sol _____	50
Tableau 18 : Résultats analytiques dans les gaz du sol _____	53
Tableau 19 : Synthèse des teneurs dans les différents milieux _____	58
Tableau 20 : Substances et teneurs retenues dans l'Analyse des Risques Résiduels pour la voie inhalation _____	65
Tableau 21 : Valeurs Toxicologiques de Référence retenues pour la voie inhalation _____	68
Tableau 22 : Paramètres du budget espace-temps _____	69
Tableau 23 : Concentrations calculées dans l'air intérieur _____	74
Tableau 24 : Concentrations calculées dans l'air extérieur _____	76
Tableau 25 : Résultats des calculs de risques sanitaires pour les futurs usagers des bâtiments _____	78
Tableau 26 : Teneurs retenues en incertitudes (n°1) dans les gaz du sol _____	80
Tableau 27 : Résultats des calculs de sensibilité _____	82
Tableau 28 : Classification en termes de cancérogénicité _____	106
Tableau 29 : Classification en termes de mutagénicité (UE) _____	106

Tableau 30 : Classification en termes d'effets toxiques pour la reproduction (UE) ____	107
Tableau 31 : Sélection des Valeurs Toxicologiques de Référence retenues pour la voie inhalation (effet à seuil) _____	109
Tableau 32 : Sélection des Valeurs Toxicologiques de Référence retenues pour la voie inhalation (effet sans seuil) _____	109
Tableau 33 : Propriétés physico-chimiques des substances _____	111

A. CONTEXTE ET OBJECTIFS DE NOTRE MISSION

Dans le cadre d'un projet de construction d'un ensemble immobilier de logements et de bureaux, LINKCITY a souhaité réaliser un diagnostic environnemental des sols au droit du site localisé à Roubaix (59).

Une première étude INFOS-DIAG référencée PR.59EN.23.0018.001 a été réalisée par FONDASOL en date d'avril 2023. Cette étude a mis en évidence la présence d'anomalies métalliques, d'hydrocarbures ainsi que des composés volatils dans les sols.

Suite à ce constat, FONDASOL Environnement a donc été missionné pour la réalisation, d'investigations complémentaires des sols et des gaz du sol suite à l'acceptation de nos devis référencé SQ.DTEN.25.03.078-Ind.A en date du 20/03/2025 et SQ.DTEN.25.06.104 en date du 19/06/2025.

Cette étude a pour objectifs de :

- définir la qualité des gaz du sol au droit du site ;
- déterminer les filières d'élimination des déblais de terrassement ;
- réaliser une analyse de risques sanitaires (Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires – EQRS).

Dans ce cadre, notre mission comprend les prestations globales et élémentaires suivantes.

Tableau I : Prestations réalisées

Code	Prestations globales
DIAG	Mise en œuvre d'un programme d'investigations et interprétation des résultats
Code	Prestations élémentaires
A130	Elaboration d'un programme prévisionnel d'investigations
A200	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les sols
A230	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les gaz du sol
A260	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les terres excavées ou à excaver
A270	Interprétation des résultats des investigations
A320	Analyse des enjeux sanitaires

B. PRESENTATION DU SITE ET DU PROJET

B.1. Description générale du site

Le propriétaire du site est SWISS LIFE.

Le site d'étude est localisé rue du Maréchal de Lattre de Tassigny sur la commune de Roubaix (59). Il occupe les parcelles cadastrales n°26, 27, 30, 31, 32, 33, 34, 53, 57, 58, 59, 60, 31, 62, 63, 64, 69, 74, de la section IL représentant une superficie totale de l'ordre de 26 500 m².

Les bâtiments actuellement présents sont exclus du périmètre d'étude.

D'après la carte IGN, le site est implanté à une altitude comprise entre +39 et +44 m NGF.

Le terrain présente une pente légère ($\approx 5\%$) ascendante vers l'est.

Le site est actuellement exploité par la société SWISS LIFE pour une activité d'assureur et de gestion du patrimoine.

Le site est bordé :

- au nord par la rue Dammartin puis des maisons individuelles avec jardins ;
- au sud par la rue du Maréchal de Lattre de Tassigny, un CARREFOUR CITY, des maisons individuelles avec jardins, un cabinet d'avocat puis une salle de sport ;
- à l'est par la rue de Barbieux, la résidence des Orchidées puis des maisons individuelles avec jardins ;
- à l'ouest par le boulevard du Général de Gaulle puis par des maisons individuelles avec jardins, par la micro-crèche BABY PRESCHOOL et d'un cabinet de chirurgie générale.

La localisation géographique et cadastrale du site est présentée en Figure I.

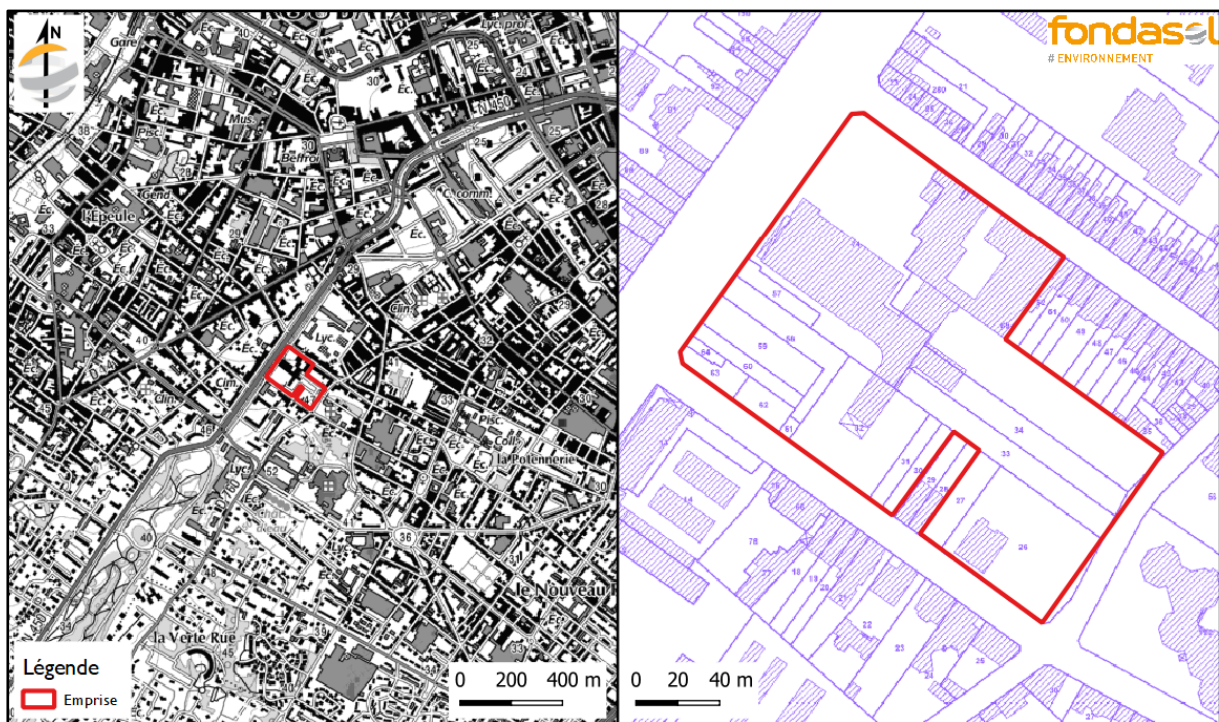


Figure 1: Localisation géographique et cadastrale du site d'étude (source : IGN©)

B.2. Projet d'aménagement

Le projet d'aménagement consiste en :

- la démolition partielle du site ;
- la construction :
 - de bâtiments de bureaux (sans sous-sol),
 - de bâtiments commerciaux (sans sous-sol),
 - d'un parking silo,
 - d'un hospitel (hôtel pour le personnel hospitalier),
 - de bâtiments de logements (dont une partie avec sous-sol) ;
- l'aménagement :
 - d'un sous-sol,
 - de voiries,
 - d'espaces verts,
 - de systèmes d'infiltration d'eaux pluviales (noues, fossés, ...).

Il est également étudié la possibilité de mettre en œuvre une crèche.

Sur la base des informations transmises, notre étude ne considère pas :

- l'aménagement de potagers ;
- l'usage des eaux :
 - superficielles,
 - souterraines (AEP, eaux industrielles, géothermie, ...).

Le plan de masse du projet d'aménagement est présenté en Figure 2.

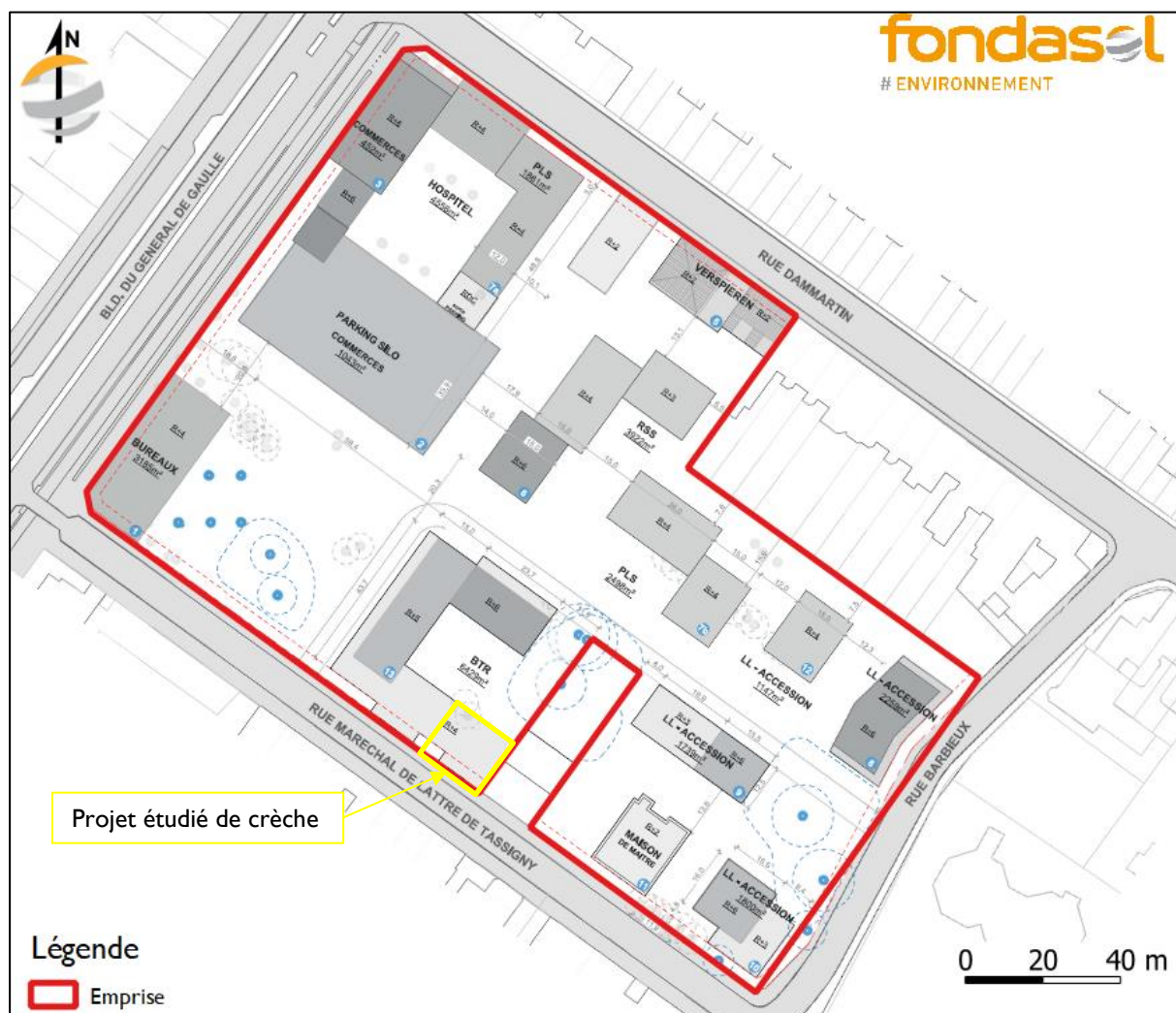


Figure 2 : Plan de masse du projet d'aménagement (source : LINKCITY en date du 28/02/2025)

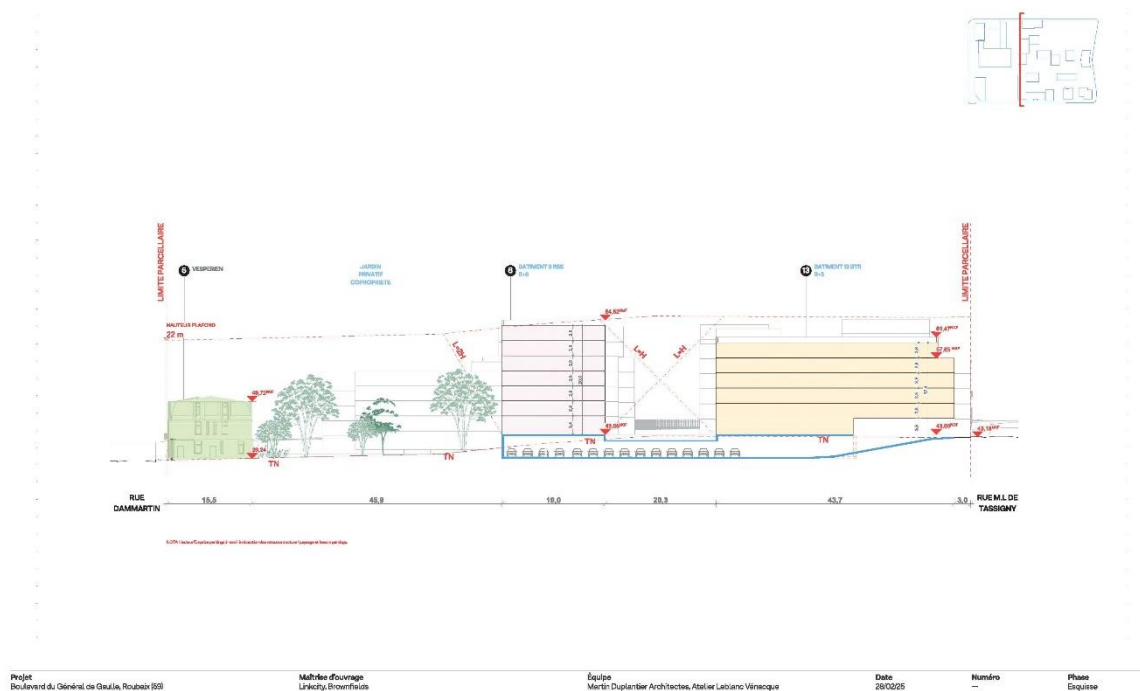


Figure 5 : Plan de coupe transversale du projet d'aménagement bâtiments 5, 6 et 13 (source : LINKCITY en date du 28/02/2025)

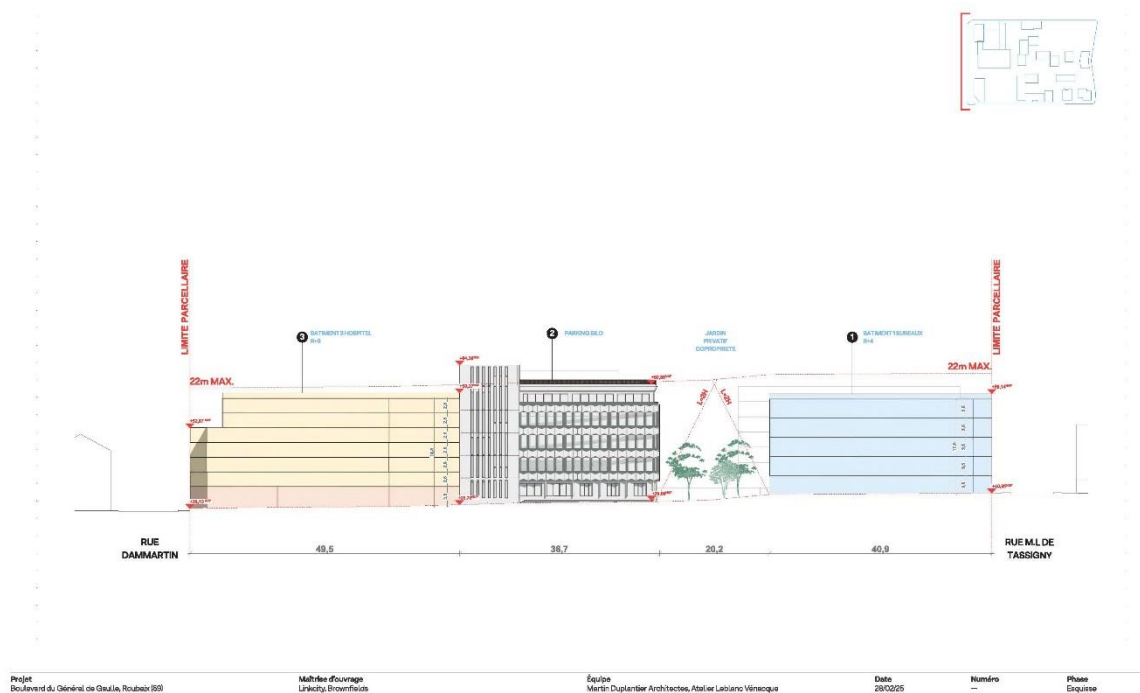


Figure 6 : Plan de coupe façade ouest du projet d'aménagement bâtiments 3, 2 et 1 (source : LINKCITY en date du 28/02/2025)

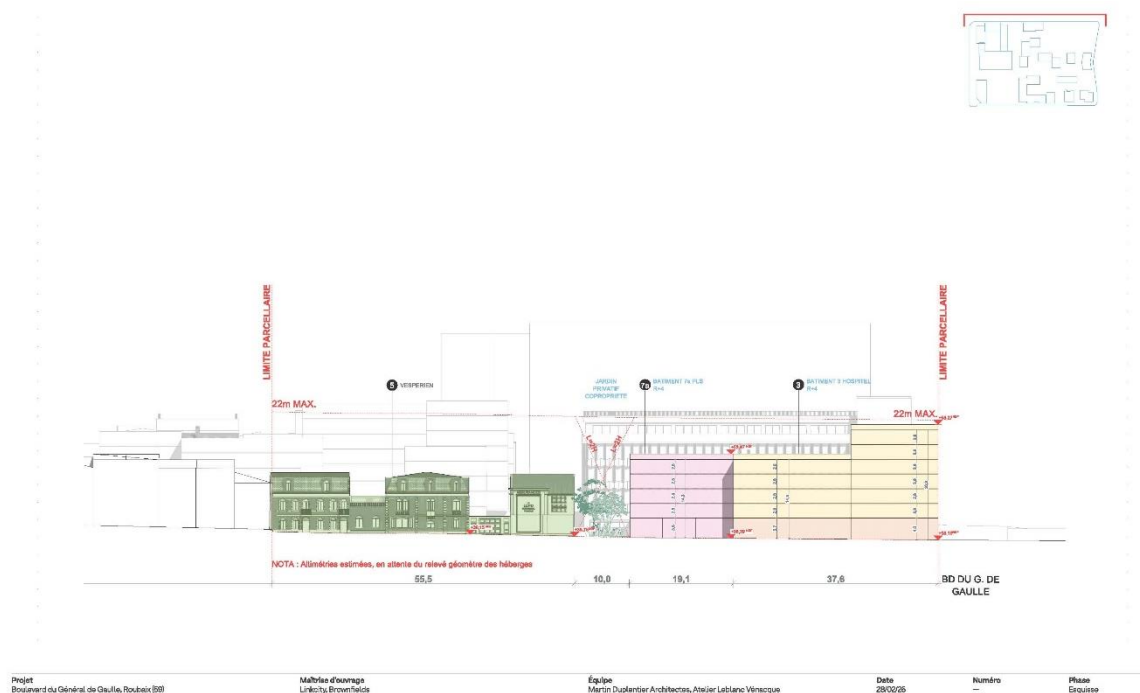


Figure 7 : Plan de coupe façades nord du projet d'aménagement bâtiments 5, 7b et 3 (source : LINKCITY en date du 28/02/2025)

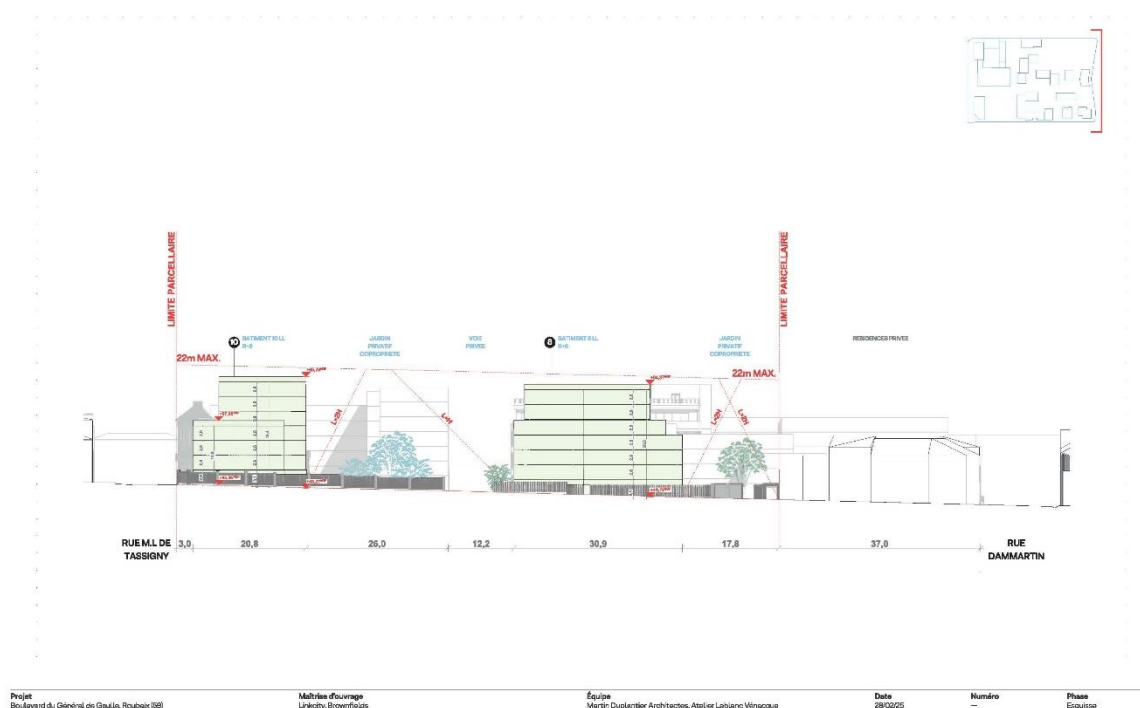


Figure 8 : Figure 4 : Plan de coupe façades est du projet d'aménagement bâtiments 10 et 8 (source : LINKCITY en date du 28/02/2025)

C. SYNTHÈSE DES ÉTUDES ANTERIEURES

Ce chapitre présente les résultats du rapport de FONDASOL Environnement référencé PR.59EN.23.0018.001 en date d'avril 2023. Le contexte est rappelé ci-après.

Client	VINCI IMMOBILIER et LINKCITY		
Périmètre d'étude	Adresse	Rue Maréchal de Lattre de Tassigny à Roubaix (59)	
	Parcelles cadastrales	n°26, 27, 30, 31, 32, 33, 34, 53, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 69, 74, de la section IL	
	Surface approximative	26 544 m²	
	Altitude moyenne du site	Entre +39 et +44 m NGF	
Contexte de l'étude	Cette étude est réalisée dans le cadre d'un changement d'usage (projet de construction d'un ensemble immobilier de logements et de bureaux).		
Synthèse des données acquises dans le cadre de l'étude FONDASOL PR.59EN.23.0018.001 en date de mars 2023			
A100 – Visite du site	La visite de site a mis en évidence la présence des bâtiments de la société SWISS LIFE, ainsi que des parkings et voiries, de cuves à mazout et de fioul, d'un transformateur et d'espaces verts.		
A110 Étude historique	Consultation des photographies aériennes	- Depuis 1932 au moins : le site est occupé par des habitations. - Entre 1932 à 1947 : construction d'un parking au nord du site. - Entre 1965 et 1975 : construction de bâtiments au nord-ouest et au nord et démolition des habitations au nord-ouest. - Entre 1981 et 1986 : démolition des habitations au sud-ouest. - Entre 1986 et 1989 : démolition des habitations au sud et construction d'un bâtiment au centre du site. - Entre 1989 et 2000 : démolition d'un bâtiment à l'est. - Entre 2000 et 2012 : le parking à l'ouest devient un espace vert.	
	Consultation de Géorisques ¹	Le site n'est pas référencé dans la base de données SIS, CASIAS et des sites disposant d'informations de l'administration concernant une pollution suspectée ou avérée.	
	Consultation des archives (préfecture, département, commune...)	La consultation des archives municipales de Roubaix a permis de mettre en évidence les activités suivantes au droit du site d'étude : - en 1880 : installation d'un cabinet d'assurances au 8 rue Dammartin (bâtiment comprenant une chaufferie et un transformateur) ; - de 1920 à 1999 : présence du cabinet d'assurances le LLOYD CONTINENTAL sur le site ; - depuis 1999 : achat du LLOYD CONTINENTAL par la société SWISS LIFE.	
A120 Étude de vulnérabilité des milieux	Géologie	Limons des plateaux sur argiles.	
		Vulnérabilité modérée	Usage sensible
	Hydrogéologie	Nappe des sables du Landénien profonde (30 m de profondeur).	
		Vulnérabilité faible	Usage non sensible
		Nappe de la craie de la vallée de la Deûle	
		Vulnérabilité faible	Usage non sensible
		Nappe du calcaire du carbonifère	
	Vulnérabilité faible	Usage non sensible	
	Hydrologie	Absence de cours d'eau dans l'environnement direct du site.	
Vulnérabilité faible		Usage non étudié	
Zones naturelles	Aucun site naturel de type site ZNIEFF, Natura 2000, site RAMSAR, ZICO ou zones concernées par un Arrêté de Protection de Biotope n'est recensé dans l'environnement du site d'étude.		
	Vulnérabilité faible	Usage sensible	

¹ Bases de données CASIAS, des informations de l'administration concernant une pollution suspectée ou avérée, des SIS et des installations classées

A200 Diagnostic des sols	La campagne d'investigation des sols a été réalisée les 06 et 09/03/2023. - Réalisation de 16 sondages à la tarière mécanique : 12 à 3 m de profondeur, 2 à 4 m de profondeur et 1 à 5 m et 1 m de profondeur. 31 échantillons sélectionnés et envoyés au laboratoire AGROLAB pour analyses.	
A260 Diagnostic des terres à excaver		
A270 Interprétation des résultats	Sols	Les résultats d'analyses mettent en évidence la présence : - d'anomalies métalliques au-dessus du bruit du fond pédogéochimique pour 5 échantillons : S1 (0,05-1m), S2 (1-2m), S5 (0,05-1m), S8 (0,05-0,8m) et S9 (0-1m) ; - d'anomalies en HAP au droit de deux échantillons : S1 (0,05-1m) et S13 (1-1,9m) associées à du naphtalène au droit de 4 échantillons : S1 (0,05-1m), S7 (0,05-1m), S8 (0,05-0,8m) et S13 (1-1,9m) ; - la présence de BTEX au droit de l'échantillon S7 (0,05-1m).
	Terres à excaver	Les analyses ont mis en évidence la présence de dépassements de certains critères de l'arrêté du 12 décembre 2014 relatif aux Installations de Stockage de Déchets Inertes (ISDI) : HAP, HCT, chrome, sulfates et fraction soluble. 3 filières de prises en charge des terres ont été retenues. : ISDI, ISDI+ et ISDND.
Schéma conceptuel	Sources	- Cuve à mazout. - Remblais.
	Impacts des milieux	Sols.
	Voies de transfert	- Envol de poussières de sol. - Volatilisation. - Retombées de poussières.
	Cibles	Travailleurs (adultes) et résidents (adultes et enfants).
	Voies d'exposition	- Ingestion de sol et de poussières. - Inhalation d'air intérieur et extérieur et de poussières. - Ingestion de fruits et légumes autoproduits.
Recommandations	- Réalisation d'une campagne d'investigations des gaz de sols afin de vérifier le dégazage potentiel des composés volatils identifiés dans les sols au droit des futurs parkings et voiries et du futur bâtiment. - Réalisation d'une Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires afin de vérifier la compatibilité sanitaire entre les futurs usagers et l'état du sol et ce, en fonction des résultats de la campagne d'investigations des gaz de sols. - Apport de terres saines en surface au droit des futurs potentiels espaces verts en raison de la présence de polluants afin de limiter les risques d'ingestion et de contact direct dans le cas où ceci ne serait pas déjà prévu au projet.	

Une synthèse cartographique des teneurs significatives mises en évidence lors de cette étude antérieure est proposée en Figure 10.

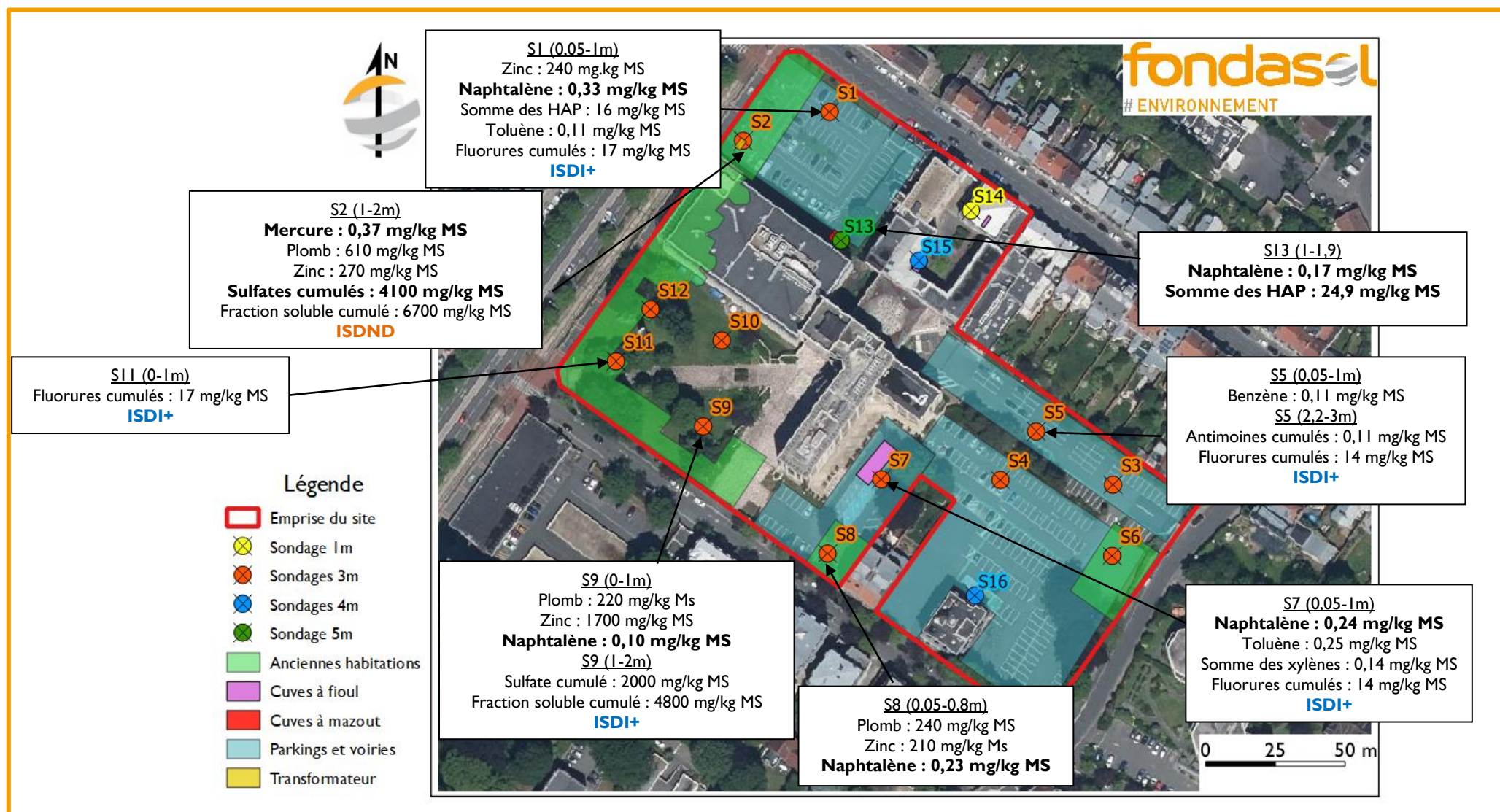


Figure 10 : Synthèse cartographique des teneurs significatives mises en évidence lors de l'étude antérieure (FONDASOL PR.59EN.23.0018.001 en date d'avril 2023)

Tableau 2 : Résultats analytiques sur les sols de S1 à S4 (FONDASOL PR.59EN.23.0018.001 en date d'avril 2023)

Nom échantillon	Unité	S1 (0,05-1 m)	S1 (2-3m)	S2 (0,05-1m)	S2 (1-2m)	S2 (2,3-3m)	S3 (0,05-0,7m)	S3 (0,7-1,7m)	S4 (0,7-1,7m)	S4 (1,7-2,7m)	Fond géochimique naturel local	Fond géochimique anthropisé BDSolU
Date d'échantillonnage		06.03.2023	06.03.2023	06.03.2023	06.03.2023	06.03.2023	06.03.2023	06.03.2023	06.03.2023	06.03.2023		
Paramètre												
Matière sèche	%	78,4	81,9	78,1	83,1	80,5	90,8	81,4	81,9	81,4		
Métaux lourds												
Arsenic	mg/kg Ms	11	6,7	19	8,8	4,4	7,0	7,6	7,6	8,0	33	
Cadmium		0,4	<0,1	0,4	0,3	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	1.36	
Chrome		34	26	28	23	28	18	27	28	29	78.1	
Cuivre		34	11	14	23	10	19	9,3	10	10	74	
Mercur		0,16	<0,05	0,22	0,37	<0,05	0,09	<0,05	<0,05	<0,05	0.276	
Nickel		28	20	19	17	20	16	21	19	19	38.6	
Plomb		97	15	62	610	41	56	9,4	12	11	198.1	
Zinc		240	48	73	270	50	47	33	36	37	205	
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)												
Naphtalène	mg/kg Ms	0,33	<0,050	<0,050	0,070	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050		0.15
Acénaphthylène		<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050		
Acénaphthène		0,084	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050		
Fluorène		<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050		
Phénanthrène		1,7	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	0,11	<0,050	<0,050	<0,050		
Anthracène		0,41	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050		
Fluoranthène		2,6	0,073	0,12	<0,050	<0,050	0,11	<0,050	<0,050	<0,050		
Pyrène		2,4	<0,050	<0,050	0,12	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050		
Benzo(a)anthracène		1,3	<0,050	0,067	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050		
Chrysène		1,4	<0,050	0,077	<0,050	<0,050	0,068	<0,050	<0,050	<0,050		
Benzo(b)fluoranthène		1,4	<0,050	0,073	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050		
Benzo(k)fluoranthène		0,68	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050		
Benzo(a)pyrène		1,5	<0,050	0,079	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050		
Dibenzo(a,h)anthracène		0,23	<0,050	<0,050	0,31	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050		
Benzo(g,h,i)peryène		0,84	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	0,056	<0,050	<0,050	<0,050		
Indéno(1,2,3-cd)pyrène		1,1	<0,050	0,067	<0,050	<0,050	0,056	<0,050	<0,050	<0,050		
Somme des HAP		16,0	0,0730	0,483	0,500	n.d.	0,400	n.d.	n.d.	n.d.		14.7
Composés Organiques Volatils - BTEX												
Benzène	mg/kg Ms	<0,050	<0,05	<0,050	<0,050	<0,05	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050		
Toluène		0,11	<0,05	<0,050	<0,050	<0,05	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050		
Ethylbenzène		<0,050	<0,05	<0,050	<0,050	<0,05	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050		
m,p-Xylène		<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10		
o-Xylène		<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050		
Somme des xylènes		n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.		
Composés Organo-Halogénés Volatils (COHV)												
Chlorure de Vinyle	mg/kg Ms		<0,02			<0,02						
Dichlorométhane			<0,05			<0,05						
Trichlorométhane			<0,05			<0,05						
Tétrachlorométhane			<0,05			<0,05						
Trichloroéthylène			<0,05			<0,05						
Tétrachloroéthylène			<0,05			<0,05						
1,1,1-Trichloroéthane			<0,05			<0,05						
1,1,2-Trichloroéthane			<0,05			<0,05						
1,1-Dichloroéthane			<0,10			<0,10						
1,2-Dichloroéthane			<0,05			<0,05						
1,1-Dichloroéthylène			<0,10			<0,10						
cis-1,2-Dichloroéthène			<0,025			<0,025						
Trans-1,2-Dichloroéthylène			<0,025			<0,025						
Somme cis/trans-1,2-Dichloroéthylène			n.d.			n.d.						
Hydrocarbures totaux (HCT)												
Hydrocarbures totaux C10-C40	mg/kg Ms	47,1	<20,0	53,0	43,8	<20,0	61,8	<20,0	<20,0	<20,0		
Fraction C10-C12		<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0		
Fraction C12-C16		<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0		
Fraction C16-C20		9,8	<2,0	<2,0	4,7	<2,0	4,1	<2,0	<2,0	<2,0		
Fraction C20-C24		8,5	<2,0	3,3	6,1	<2,0	6,6	<2,0	<2,0	<2,0		
Fraction C24-C28		9,2	<2,0	7,0	7,3	3,4	9,1	<2,0	<2,0	<2,0		
Fraction C28-C32		7,1	<2,0	13	7,9	4,1	14	<2,0	<2,0	<2,0		
Fraction C32-C36		3,6	<2,0	14,6	7,3	4,0	15,6	<2,0	<2,0	<2,0		
Fraction C36-C40		<2,0	<2,0	9,1	4,9	2,9	6,3	<2,0	<2,0	<2,0		
Hydrocarbures volatils C5-C10												
Fraction aliphatique C5-C6	mg/kg Ms		<0,20			<0,20						
Fraction C5-C10			<1,0			<1,0						
Fraction >C6-C8			<0,40			<0,40						
Fraction C8-C10			<0,40			<0,40						
Fraction aliphatique >C6-C8			<0,20			<0,20						
Fraction aromatique >C6-C8			<0,20			<0,20						
Fraction aliphatique >C8-C10			<0,20			<0,20						
Fraction aromatique >C8-C10			<0,20			<0,20						
PolyChloroBiphényls (PCB)												
PCB (28)	mg/kg Ms	<0,001		<0,001	<0,001		<0,001	<0,001	<0,001	<0,001		
PCB (52)		<0,001		<0,001	<0,001		<0,001	<0,001	<0,001	<0,001		
PCB (101)		<0,001		0,003	0,005		0,002	<0,001	<0,001	<0,001		
PCB (118)		<0,001		0,003	0,004		0,002	<0,001	<0,001	<0,001		
PCB (138)		<0,001		0,005	0,007		0,003	<0,001	<0,001	<0,001		
PCB (153)		<0,001		0,004	0,005		0,002	<0,001	<0,001	<0,001		
PCB (180)		<0,001		<0,001	<0,001		0,001	<0,001	<0,001	<0,001		
Somme 7 PCB			n.d.		0,015	0,021		0,010	n.d.	n.d.	n.d.	
Concentration en métaux supérieure au bruit de fond												
Concentration en métaux supérieure au bruit de fond												

Tableau 3 : Résultats analytiques sur les sols qui resteront en place de S5 à S8 (FONDASOL PR.59EN.23.0018.001 en date d'avril 2023)

Nom échantillon	Unité	S5 (0,05-1m)	S5 (2,2-3m)	S6 (0-0,4m)	S6 (2,4-3m)	S7 (0,05-1m)	S7 (2-3m)	S7 (3-4m)	S7 (4-5m)	S8 (0,05-0,8m)	S8 (1,8-2,8m)	Fond géochimique naturel local	Fond géochimique anthropisé BDSolU
Date d'échantillonnage		06.03.2023	06.03.2023	06.03.2023	06.03.2023	06.03.2023	06.03.2023	06.03.2023	06.03.2023	06.03.2023	06.03.2023		
Paramètre													
Matière sèche	%	87,1	79,5	88,1	80,6	84,3	81,2	82,3	84,9	88,8	83,4		
Métaux lourds													
Arsenic	mg/kg Ms	12	5,5	7,1	5,3	8,1	6,7	4,1		7,0	5,3	33	
Cadmium		0,4	<0,1	0,1	<0,1	0,1	<0,1	<0,1		0,2	<0,1	1.36	
Chrome		37	25	28	30	24	27	27		16	29	78.1	
Cuivre		47	10	24	11	23	12	9,2		26	7,9	74	
Mercuré		<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,07	<0,05	<0,05		0,08	<0,05	0.276	
Nickel		34	17	33	24	18	32	19		13	18	38.6	
Plomb		21	10	17	11	38	11	10		240	8,2	198.1	
Zinc		57	36	60	42	70	39	37		210	31	205	
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)													
Naphtalène	mg/kg Ms	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	0,24	<0,050	<0,050	<0,050	0,23	<0,050		0.15
Acénaphthylène		<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050		
Acénaphthène		<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,20	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050		
Fluorène		<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	0,18	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050		
Phénanthrène		<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	1,5	<0,050	0,15	<0,050	0,70	<0,050		
Anthracène		<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	0,23	<0,050	<0,050	<0,050	0,16	<0,050		
Fluoranthène		<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	1,5	<0,050	0,16	<0,050	0,99	<0,050		
Pyrène		<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	1,3	<0,050	0,13	<0,050	0,84	<0,050		
Benzo(a)anthracène		<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	0,65	<0,050	<0,050	<0,050	0,39	<0,050		
Chrysène		<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	0,52	<0,050	0,069	<0,050	0,42	<0,050		
Benzo(b)fluoranthène		<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	0,62	<0,050	<0,050	<0,050	0,37	<0,050		
Benzo(k)fluoranthène		<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	0,30	<0,050	<0,050	<0,050	0,20	<0,050		
Benzo(a)pyrène		<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	0,59	<0,050	0,064	<0,050	0,38	<0,050		
Dibenzo(a,h)anthracène		<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	0,072	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050		
Benzo(g,h,i)peryène		<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	0,34	<0,050	<0,050	<0,050	0,28	<0,050		
Indéno(1,2,3-cd)pyrène		<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	0,40	<0,050	<0,050	<0,050	0,32	<0,050		
Somme des HAP		n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	8,44	n.d.	0,573	n.d.	5,28	n.d.		14.7
Composés Organiques Volatils - BTEX													
Benzène	mg/kg Ms	0,11	<0,05	<0,050	<0,05	<0,050	<0,050	<0,05	<0,05	<0,050	<0,05		
Toluène		<0,050	<0,05	<0,050	<0,05	0,25	<0,050	<0,05	<0,05	<0,050	<0,05		
Ethylbenzène		<0,050	<0,05	<0,050	<0,05	<0,050	<0,050	<0,05	<0,05	<0,050	<0,05		
m,p-Xylène		<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,14	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10		
o-Xylène		<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050		
Somme des xylènes		n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,14	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.		
Composés Organo-Halogénés Volatils (COHV)													
Chlorure de Vinyle	mg/kg Ms		<0,02		<0,02			<0,02			<0,02		
Dichlorométhane			<0,05		<0,05			<0,05			<0,05		
Trichlorométhane			<0,05		<0,05			<0,05			<0,05		
Tétrachlorométhane			<0,05		<0,05			<0,05			<0,05		
Trichloroéthylène			<0,05		<0,05			<0,05			<0,05		
Tétrachloroéthylène			<0,05		<0,05			<0,05			<0,05		
1,1,1-Trichloroéthane			<0,05		<0,05			<0,05			<0,05		
1,1,2-Trichloroéthane			<0,05		<0,05			<0,05			<0,05		
1,1-Dichloroéthane			<0,10		<0,10			<0,10			<0,10		
1,2-Dichloroéthane			<0,05		<0,05			<0,05			<0,05		
1,1-Dichloroéthylène			<0,10		<0,10			<0,10			<0,10		
cis-1,2-Dichloroéthène			<0,025		<0,025			<0,025			<0,025		
Trans-1,2-Dichloroéthylène			<0,025		<0,025			<0,025			<0,025		
Somme cis/trans-1,2-Dichloroéthylène				n.d.		n.d.			n.d.			n.d.	
Hydrocarbures totaux (HCT)													
Hydrocarbures totaux C10-C40	mg/kg Ms	24,8	<20,0	<20,0	<20,0	31,6	<20,0	<20,0	<20,0	78,9	<20,0		
Fraction C10-C12		<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0		
Fraction C12-C16		<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0		
Fraction C16-C20		<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	9,4	<2,0	2,4	<2,0	7,2	<2,0		
Fraction C20-C24		2,8	<2,0	<2,0	<2,0	6,6	<2,0	<2,0	<2,0	8,8	<2,0		
Fraction C24-C28		7,1	<2,0	3,2	<2,0	4,9	<2,0	<2,0	<2,0	13,0	<2,0		
Fraction C28-C32		4,8	<2,0	2,6	<2,0	3,4	<2,0	2,7	<2,0	17	<2,0		
Fraction C32-C36		2,4	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	2,7	<2,0	20,4	<2,0		
Fraction C36-C40		<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	8,3	<2,0		
Hydrocarbures volatils C5-C10													
Fraction aliphatique C5-C6	mg/kg Ms		<0,20		<0,20			<0,20	<0,20		<0,20		
Fraction C5-C10			<1,0		<1,0			<1,0	<1,0		<1,0		
Fraction >C6-C8			<0,40		<0,40			<0,40	<0,40		<0,40		
Fraction C8-C10			<0,40		<0,40			<0,40	<0,40		<0,40		
Fraction aliphatique >C6-C8			<0,20		<0,20			<0,20	<0,20		<0,20		
Fraction aromatique >C6-C8			<0,20		<0,20			<0,20	<0,20		<0,20		
Fraction aliphatique >C8-C10			<0,20		<0,20			<0,20	<0,20		<0,20		
Fraction aromatique >C8-C10		<0,20		<0,20			<0,20	<0,20		<0,20			
PolyChloroBiphényls (PCB)													
PCB (28)	mg/kg Ms	<0,001		<0,001		<0,001	<0,001			<0,001			
PCB (52)		<0,001		<0,001		0,004	<0,001			0,006			
PCB (101)		<0,001		<0,001		0,004	<0,001			0,020			
PCB (118)		<0,001		<0,001		0,002	<0,001			0,033			
PCB (138)		<0,001		<0,001		0,002	<0,001			0,037			
PCB (153)		<0,001		<0,001		0,002	<0,001			0,027			
PCB (180)		<0,001		<0,001		<0,001	<0,001			0,005			
Somme 7 PCB		n.d.		n.d.		0,014	n.d.			0,13			
Concentration en métaux supérieure au bruit de fond													
Concentration en métaux supérieure au bruit de fond													

Tableau 4 : Résultats analytiques sur les sols qui resteront en place de S9 à S16 (FONDASOL PR.59EN.23.0018.001 en date d'avril 2023)

Nom échantillon	Unité	S9 (0-1m)	S9 (1-2m)	S10 (1-2m)	S10 (2,5-3m)	S11 (0-1m)	S11 (2-3m)	S12 (0-1m)	S12 (1-2m)	S13 (1-1,9m)	S14 (0,05-1 m)	S15 (3-4 m)	S16 (0,02-1 m)	Fond géochimique naturel local	Fond géochimique anthropisé BDSoIU
Date d'échantillonnage		06.03.2023	06.03.2023	06.03.2023	06.03.2023	06.03.2023	06.03.2023	06.03.2023	06.03.2023	06.03.2023	09.03.2023	09.03.2023	09.03.2023		
Paramètre															
Matière sèche	%	86,3	88,8	87,9	78,9	82,2	81,4	82,4	82,1	83,0	80,6	79,3	81,9		
Métaux lourds															
Arsenic	mg/kg Ms	12	6,7	7,6	7,7	9,9	10	10	9,8					33	
Cadmium		0,8	<0,1	0,3	<0,1	0,4	<0,1	0,5	0,5					1.36	
Chrome		37	33	35	42	26	32	26	23					78.1	
Cuivre		40	9,6	27	13	41	11	37	32					74	
Mercur		0,15	<0,05	<0,05	<0,05	0,17	<0,05	0,26	0,24					0.276	
Nickel		23	21	25	32	17	22	16	16					38.6	
Plomb		220	13	35	13	110	12	170	130					198.1	
Zinc	1700	40	64	51	120	45	170	150					205		
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)															
Naphtalène	mg/kg Ms	0,10	<0,050	<0,050	<0,050	0,083	<0,050	<0,050	<0,050	0,17	<0,050	<0,050	<0,050		0.15
Acénaphthylène		<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050		
Acénaphthène		<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	0,083	<0,050	<0,050	<0,050	<0,20	<0,050	<0,050	<0,050		
Fluorène		<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	0,33	<0,050	<0,050	<0,050		
Phénanthrène		0,54	<0,050	0,14	<0,050	0,55	<0,050	0,18	0,12	2,2	<0,050	<0,050	<0,050		
Anthracène		0,11	<0,050	<0,050	<0,050	0,085	<0,050	<0,050	<0,050	1,1	<0,050	<0,050	<0,050		
Fluoranthène		0,86	<0,050	0,18	<0,050	0,60	0,075	0,40	0,26	5,4	<0,050	<0,050	<0,050		
Pyrène		0,72	<0,050	0,15	<0,050	0,60	<0,050	0,35	0,23	3,7	<0,050	<0,050	<0,050		
Benzo(a)anthracène		0,36	<0,050	0,084	<0,050	0,24	<0,050	0,19	0,12	2,7	<0,050	<0,050	<0,050		
Chrysène		0,45	<0,050	0,11	<0,050	0,28	<0,050	0,24	0,18	2,3	<0,050	<0,050	<0,050		
Benzo(b)fluoranthène		0,46	<0,050	0,10	<0,050	0,27	<0,050	0,25	0,17	1,9	<0,050	<0,050	<0,050		
Benzo(k)fluoranthène		0,20	<0,050	<0,050	<0,050	0,12	<0,050	0,11	0,084	0,99	<0,050	<0,050	<0,050		
Benzo(a)pyrène		0,42	<0,050	0,091	<0,050	0,26	<0,050	0,23	0,15	1,8	<0,050	<0,050	<0,050		
Dibenzo(a,h)anthracène		<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	0,34	<0,050	<0,050	<0,050		
Benzo(g,h,i)peryène		0,28	<0,050	<0,050	<0,050	0,18	<0,050	0,13	0,12	1,0	<0,050	<0,050	<0,050		
Indéno(1,2,3-cd)pyrène		0,35	<0,050	0,059	<0,050	0,18	<0,050	0,18	0,13	1,0	<0,050	<0,050	<0,050		
Somme des HAP		4,85	n.d.	0,914	n.d.	3,53	0,0750	2,26	1,56	24,9	n.d.	n.d.	n.d.		14.7
Composés Organiques Volatils - BTEX															
Benzène	mg/kg Ms	<0,050	<0,050	<0,050	<0,05	<0,050	<0,05	<0,050	<0,050	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05		
Toluène		<0,050	<0,050	<0,050	<0,05	<0,050	<0,05	<0,050	<0,050	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05		
Ethylbenzène		<0,050	<0,050	<0,050	<0,05	<0,050	<0,05	<0,050	<0,050	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05		
m,p-Xylène		<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10		
o-Xylène		<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050		
Somme des xylènes		n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.		
Composés Organo-Halogénés Volatils (COHV)															
Chlorure de Vinyle	mg/kg Ms				<0,02		<0,02								
Dichlorométhane					<0,05		<0,05								
Trichlorométhane					<0,05		<0,05								
Tétrachlorométhane					<0,05		<0,05								
Trichloroéthylène					<0,05		<0,05								
Tétrachloroéthylène					<0,05		<0,05								
1,1,1-Trichloroéthane					<0,05		<0,05								
1,1,2-Trichloroéthane					<0,05		<0,05								
1,1-Dichloroéthane					<0,10		<0,10								
1,2-Dichloroéthane					<0,05		<0,05								
1,1-Dichloroéthylène					<0,10		<0,10								
cis-1,2-Dichloroéthène					<0,025		<0,025								
Trans-1,2-Dichloroéthylène					<0,025		<0,025								
Somme cis/trans-1,2-Dichloroéthylène					n.d.		n.d.								
Hydrocarbures totaux (HCT)															
Hydrocarbures totaux C10-C40	mg/kg Ms	26,5	<20,0	26,1	<20,0	<20,0	<20,0	45,8	<20,0	140	<20,0	<20,0	<20,0		
Fraction C10-C12		<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	5,1	<4,0	<4,0	<4,0		
Fraction C12-C16		<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	31,9	<4,0	<4,0	<4,0		
Fraction C16-C20		4,8	<2,0	3,5	<2,0	3,9	<2,0	2,9	3,2	43,0	<2,0	<2,0	<2,0		
Fraction C20-C24		4,1	<2,0	3,8	<2,0	3,8	<2,0	5,3	3,0	30,2	<2,0	<2,0	<2,0		
Fraction C24-C28		4,6	<2,0	4,4	<2,0	4,5	<2,0	11,4	3,9	16,0	<2,0	<2,0	<2,0		
Fraction C28-C32		4,2	<2,0	4,6	3,0	4,3	<2,0	11	4,1	7,6	<2,0	<2,0	<2,0		
Fraction C32-C36		<2,0	<2,0	2,5	2,9	<2,0	<2,0	7,6	<2,0	3,6	<2,0	<2,0	<2,0		
Fraction C36-C40		<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	3,4	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0		
Hydrocarbures volatils C5-C10															
Fraction aliphatique C5-C6	mg/kg Ms				<0,20		<0,20			<0,20	<0,20	<0,20	<0,20		
Fraction C5-C10					<1,0		<1,0			<1,0	<1,0	<1,0	<1,0		
Fraction >C6-C8					<0,40		<0,40			<0,40	<0,40	<0,40	<0,40		
Fraction C8-C10					<0,40		<0,40			<0,40	<0,40	<0,40	<0,40		
Fraction aliphatique >C6-C8					<0,20		<0,20			<0,20	<0,20	<0,20	<0,20		
Fraction aromatique >C6-C8					<0,20		<0,20			<0,20	<0,20	<0,20	<0,20		
Fraction aliphatique >C8-C10					<0,20		<0,20			<0,20	<0,20	<0,20	<0,20		
Fraction aromatique >C8-C10					<0,20		<0,20			<0,20	<0,20	<0,20	<0,20		
PolyChloroBiphényls (PCB)															
PCB (28)	mg/kg Ms	<0,001	<0,001	<0,001		<0,001		<0,001	<0,001						
PCB (52)		<0,001	<0,001	<0,001		<0,001		<0,001	<0,001						
PCB (101)		0,002	<0,001	0,002		<0,001		<0,001	<0,001						
PCB (118)		0,002	<0,001	<0,001		<0,001		<0,001	<0,001						
PCB (138)		0,005	<0,001	0,006		<0,001		<0,001	<0,001						
PCB (153)		0,003	<0,001	0,006		<0,001		<0,001	<0,001						
PCB (180)		<0,001	<0,001	0,007		<0,001		<0,001	<0,001						
Somme 7 PCB		0,012	n.d.	0,021		n.d.		n.d.	n.d.						
Concentration en métaux supérieure au bruit de fond															
Concentration en métaux supérieure au bruit de fond															

Tableau 5 : Résultats analytiques sur les terres pouvant éventuellement être excavées (FONDASOL PR.59EN.23.0018.001 en date d'avril 2023)

Nom échantillon	Unité	S1 (0,05-1 m)	S2 (0,05-1m)	S2 (1-2m)	S3 (0,05-0,7m)	S3 (0,7-1,7m)	S4 (0,7-1,7m)	S4 (1,7-2,7m)	S5 (0,05-1m)	S6 (0-0,4m)	S7 (0,05-1m)	S7 (2-3m)	S8 (0,05-0,8m)	S9 (0-1m)	S9 (1-2m)	S10 (1-2m)	S11 (0-1m)	S12 (0-1m)	S12 (1-2m)	Arrêté du 12/12/2014	ISDI+	ISDND	ISDD	
Date d'échantillonnage		06.03.2023	06.03.2023	06.03.2023	06.03.2023	06.03.2023	06.03.2023	06.03.2023	06.03.2023	06.03.2023	06.03.2023	06.03.2023	06.03.2023	06.03.2023	06.03.2023	06.03.2023	06.03.2023	06.03.2023	06.03.2023					
Paramètre																								
COT	mg/kg Ms	69000	18000	11000	26000	<1000	1800	1600	3100	9500	16000	<1000	110000	4000	1600	12000	25000	20000	17000	30 000	30 000	50000	60000	
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)																								
Somme des HAP	mg/kg Ms	16,0	0,483	0,500	0,400	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	8,44	n.d.	5,28	4,85	n.d.	0,914	3,53	2,26	1,56	50	50	100	300	
Composés Organiques Volatils - BTEX																								
Somme des xylènes	mg/kg Ms	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,14	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	6	6	30	>30	
Hydrocarbures totaux (HCT)																								
Hydrocarbures totaux C10-C40	mg/kg Ms	47,1	53,0	43,8	61,8	<20,0	<20,0	<20,0	24,8	<20,0	31,6	<20,0	78,9	26,5	<20,0	26,1	<20,0	45,8	<20,0	500	500	2000	10000	
PolyChloroBiphényles (PCB)																								
Somme 7 PCB	mg/kg Ms	n.d.	0,015	0,021	0,010	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,014	n.d.	0,13	0,012	n.d.	0,021	n.d.	n.d.	n.d.	1	1	10	50	
Tests de lixiviation																								
Métaux lourds																								
Antimoine cumulé	mg/kg Ms	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05	0,11	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05	0,06	0,18	0,7	5	
Arsenic cumulé		0 - 0,05	0,06	0 - 0,05	0,07	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05	0,23	0,08	0,06	0 - 0,05	0 - 0,05	0,14	0 - 0,05	0,13	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05	0,5	1,5	2	25	
Baryum cumulé		0,25	0,16	0,31	0 - 0,1	0 - 0,1	0 - 0,1	0 - 0,1	0 - 0,1	0 - 0,1	0,16	0 - 0,1	0,24	0,13	0,25	0 - 0,1	0,12	0,23	0,22	20	60	100	300	
Cadmium cumulé		0 - 0,001	0 - 0,001	0,002	0 - 0,001	0 - 0,001	0 - 0,001	0 - 0,001	0 - 0,001	0 - 0,001	0 - 0,001	0 - 0,001	0 - 0,001	0 - 0,001	0 - 0,001	0 - 0,001	0 - 0,001	0 - 0,001	0 - 0,001	0,04	0,12	1	5	
Chrome cumulé		0,02	0 - 0,02	0 - 0,02	0 - 0,02	0 - 0,02	0 - 0,02	0 - 0,02	0 - 0,02	0 - 0,02	0 - 0,02	0 - 0,02	0 - 0,02	0,02	0 - 0,02	0 - 0,02	0 - 0,02	0 - 0,02	0 - 0,02	0 - 0,02	0,5	1,5	10	70
Cuivre cumulé		0,04	0 - 0,02	0 - 0,02	0 - 0,02	0 - 0,02	0 - 0,02	0 - 0,02	0 - 0,02	0 - 0,02	0 - 0,02	0,04	0 - 0,02	0 - 0,02	0,05	0 - 0,02	0,07	0,07	0,07	0,07	2	6	50	100
Mercurure cumulé		0 - 0,0003	0 - 0,0003	0 - 0,0003	0 - 0,0003	0 - 0,0003	0 - 0,0003	0 - 0,0003	0 - 0,0003	0 - 0,0003	0 - 0,0003	0 - 0,0003	0 - 0,0003	0 - 0,0003	0 - 0,0003	0 - 0,0003	0 - 0,0003	0 - 0,0003	0 - 0,0003	0,01	0,03	0,2	2	
Molybdène cumulé		0,18	0 - 0,05	0,08	0,12	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05	0,17	0 - 0,05	0,06	0 - 0,05	0 - 0,05	0,07	0,08	0 - 0,05	0 - 0,05	0,5	1,5	10	30
Nickel cumulé		0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05	0,4	1,2	10	40
Plomb cumulé		0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05	0,5	1,5	10	50
Sélénium cumulé		0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05	0,07	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05	0,1	0,3	0,5	7
Zinc cumulé		0,02	0 - 0,02	0 - 0,02	0 - 0,02	0 - 0,02	0 - 0,02	0 - 0,02	0 - 0,02	0 - 0,02	0 - 0,02	0 - 0,02	0 - 0,02	0,04	0,04	0 - 0,02	0 - 0,02	0,02	0,03	0,04	4	12	50	200
Autres paramètres																								
Chlorures cumulé	mg/kg Ms	64	10	18	63	110	44	49	4,0	6,0	36	86	8,0	95	480	47	12	19	4,0	800	2400	15000	25000	
COT cumulé		19	15	10	10	0 - 10	0 - 10	0 - 10	0 - 10	0 - 10	10	0 - 10	0 - 10	25	13	26	22	22	22	500	1000	800	1000	
Fluorures cumulé		17	8,0	6,0	9,0	5,0	6,0	5,0	14	4,0	14	5,0	6,0	8,0	10	8,0	17	8,0	8,0	10	30	150	500	
Indice phénol cumulé		0 - 0,1	0 - 0,1	0 - 0,1	0 - 0,1	0 - 0,1	0 - 0,1	0 - 0,1	0 - 0,1	0 - 0,1	0 - 0,1	0 - 0,1	0 - 0,1	0 - 0,1	0 - 0,1	0 - 0,1	0 - 0,1	0 - 0,1	0 - 0,1	1	3	50	100	
Sulfates cumulé		260	410	4100	670	480	650	390	410	73	680	150	1600	300	2000	550	76	200	330	1000	3000	20000	50000	
Fraction soluble cumulé		1000	1400	6700	2000	1500	1100	0 - 1000	1100	0 - 1000	1800	0 - 1000	3200	1100	4800	1600	0 - 1000	0 - 1000	0 - 1000	4000	12000	60000	100000	
Légende:		ISDI+	ISDI	ISDND	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI+	ISDI	ISDI+	ISDI	ISDI	ISDI	ISDI+	ISDI	ISDI					
Concentration inférieure au seuil d'admissibilité en Installation de Stockage de Déchets Inertes (ISDI)																								
Concentration supérieure au seuil ISDI mais inférieure au seuil d'admissibilité en Installation de Stockage de Déchets Inertes aménagée (ISDI+)																								
Concentration supérieure au seuil ISDI+ mais inférieure au seuil d'admissibilité en Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux (ISDND)																								
Concentration supérieure au seuil ISDND mais inférieure au seuil d'admissibilité en Installation de Stockage de Déchets Dangereux (ISDD)																								

D. SCHEMA CONCEPTUEL

D.1. Rappel sur le schéma conceptuel

Le schéma conceptuel a pour objectif de définir les enjeux sanitaires et environnementaux en illustrant les relations entre les sources potentielles de pollution, les voies de transfert, les milieux d'exposition susceptibles d'être atteints et les cibles concernées.

Véritable état des lieux du milieu ou du site considéré, le schéma conceptuel doit, d'une manière générale, permettre de préciser les relations entre :

- les sources de pollution ;
- les voies de transferts possibles, incluant les divers mécanismes de transport dans chaque milieu et leurs caractéristiques, ce qui détermine l'étendue des pollutions ;
- les récepteurs existants et/ou futurs à protéger : les populations riveraines, les usages des milieux et de l'environnement, les milieux d'exposition, et les ressources naturelles à protéger.

Si cette combinaison n'est pas réalisée, la pollution ne présente pas de risque dans la mesure où sa présence est identifiée et conservée dans les mémoires.

Les modes d'exposition peuvent être directs (ingestion des sols et de poussières, ingestion d'eau, inhalation de gaz provenant du sol ou de la nappe, ou de poussières) ou indirects (ingestion de produits de consommation susceptibles d'être eux-mêmes pollués, comme les produits du jardin).

D.2. Rappel sur le projet d'aménagement

Le projet d'aménagement consiste en :

- la démolition partielle du site ;
- la construction :
 - de bâtiments de bureaux (sans sous-sol),
 - de bâtiments commerciaux (sans sous-sol),
 - d'un parking silo,
 - d'un hospitel,
 - d'une crèche,
 - de bâtiments de logements (dont une partie avec sous-sol) ;
- l'aménagement :
 - d'un sous-sol,
 - de voiries,
 - d'espaces verts,
 - de systèmes d'infiltration d'eaux pluviales (noues, fossés, ...).

D.3. Source de pollution

Les sources de pollution et les composés traceurs associés sont les suivants :

- des anomalies métalliques ;
- des impacts en hydrocarbures (HAP) ;
- la présence de composés volatils (naphtalène, BTEX).

D.4. Récepteurs à protéger

Les récepteurs à protéger sont les travailleurs actuels et futurs (adultes) et les futurs résidents (adultes et enfants).

D.5. Voies de transfert

Au droit des zones recouvertes (bâtiments et voiries), la seule voie de transfert potentielle à considérer est la volatilisation et la remontée de vapeurs.

Au droit des zones non recouvertes, les voies de transfert potentielles à considérer sont :

- la volatilisation et la remontée de vapeurs ;
- l'envol de poussières depuis les secteurs non revêtus.

Les voies de transfert potentielles sont hors site :

- la migration par les eaux souterraines ;
- la bioaccumulation ;
- les retombées de fumées et/ou de poussières.

Ainsi, les milieux d'exposition susceptibles d'être atteints sont les sols et l'air ambiant.

D.6. Voies d'exposition

Au droit des zones recouvertes (bâtiments et voiries), la seule voie d'exposition potentielle à considérer pour les cibles retenues est l'inhalation de polluant sous forme gazeuse (zone non saturée ZNS et/ou zone saturée ZS).

Au droit des zones non recouvertes, les voies d'exposition potentielles pour les cibles retenues sont sur site :

- l'inhalation de polluant sous forme gazeuse (ZNS et/ou ZS) ;
- l'inhalation de polluant adsorbé sur les poussières ;
- l'ingestion de sol et de poussières.

Les voies d'exposition potentielles sont hors site :

- l'ingestion de végétaux auto-cultivés ;
- l'ingestion de polluant adsorbé sur les poussières.

Le schéma conceptuel est présenté ci-après sous forme de représentation graphique dans la Figure 11.

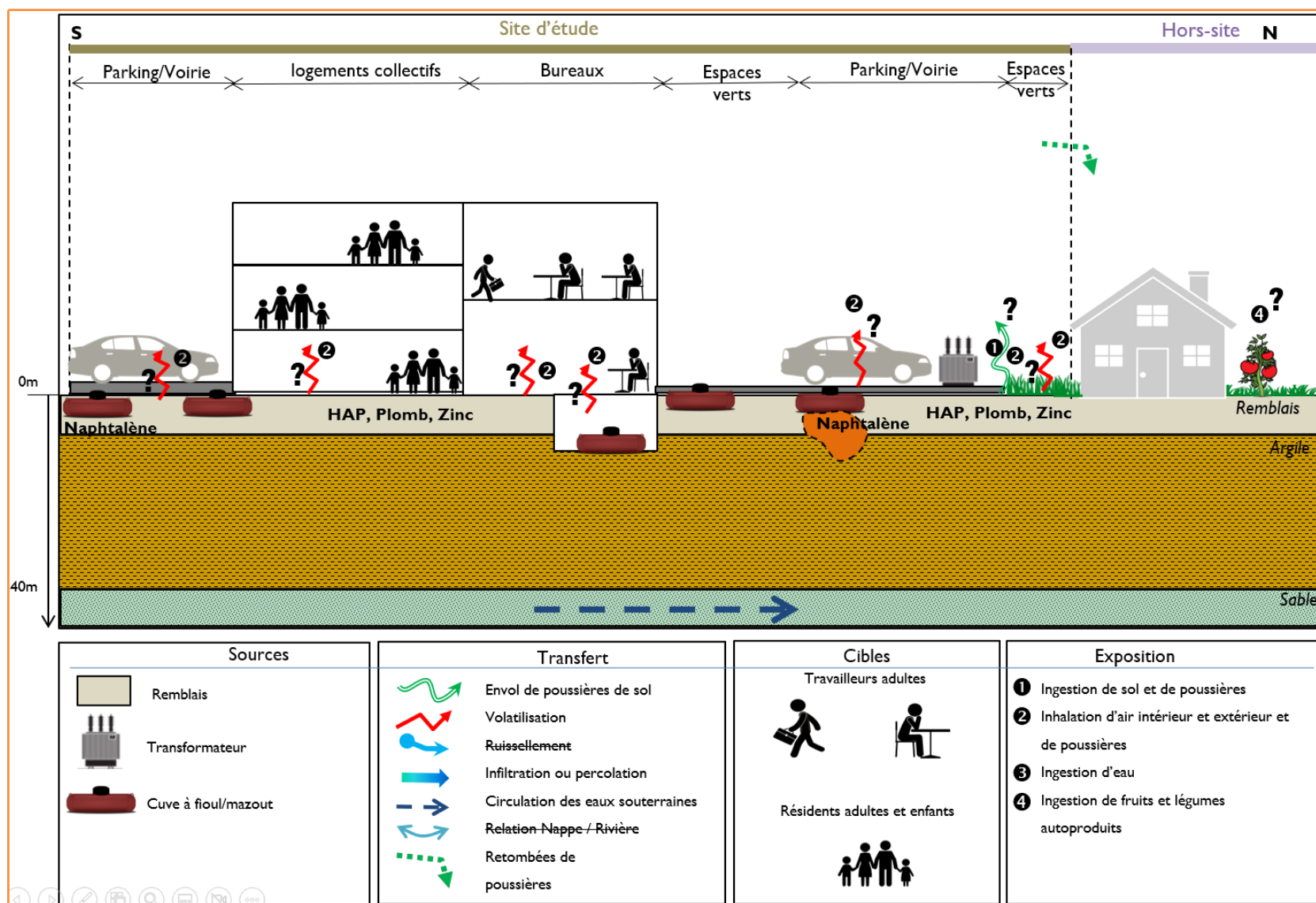


Figure 11 : Schéma conceptuel pour l'usage futur

E. ELABORATION D'UN PROGRAMME PREVISIONNEL D'INVESTIGATIONS ET DE SURVEILLANCE DES DIFFERENTS MILIEUX (AI30)

L'élaboration du programme prévisionnel d'investigations consiste à identifier ou caractériser les sources potentielles de pollution, apporter des éléments de connaissance d'un vecteur de transfert ou d'un milieu, infirmer ou confirmer certaines hypothèses du schéma conceptuel.

E.1. Contexte

E.1.1. Objectifs

Les objectifs des investigations sont :

- d'évaluer la qualité environnementale des sols et des gaz du sol ;
- et de caractériser les terres à excaver au regard des critères de l'arrêté ministériel du 12 décembre 2014 (définissant les critères d'acceptation des Installations de Stockage de Déchets Inertes) dans le cadre du projet afin d'estimer les filières d'évacuation envisageables.

E.1.2. Examen des contraintes

Les contraintes identifiées au droit du site sont :

- la présence de réseaux enterrés au droit du site ;
- l'activité du site lors de la réalisation des sondages (maintenir les voies de circulations opérationnelles et ne pas perturber les activités commerciales) ;
- les difficultés d'accès compte-tenu des ouvrages existants au droit du futur projet (bâtiment) ;
- l'accessibilité à l'intérieur du bâtiment (portes étroites, hauteur sous plafond, encombrement de la surface au sol, etc.).

E.2. Stratégies d'investigations

La stratégie d'investigations des milieux issue de l'examen des études antérieures est présentée dans le Tableau 6 et en Figure 12.

Tableau 6 : Définition de la stratégie d'investigations

Examen de la qualité des sols et des terres à excaver					
Source potentielle de pollution	Typologie de pollution suspectée	Nombre de sondages à réaliser et technique utilisée	Profondeur adaptée	Mesures in situ à réaliser	Programme analytique proposé
Remblais	Tout type	7 sondages à la tarière mécanique	2 à 3 m	Observation des indices organoleptiques Mesures PID	Packs ISDI étendus
Examen de la qualité des gaz du sol					
Impact identifié dans le milieu sol	Typologie de pollution suspectée	Nombre de piézairs à installer et fréquence de prélèvements	Profondeur adaptée	Mesures in situ à réaliser	Programme analytique proposé
Présence de mercure, naphtalène, BTEX et hydrocarbures volatils et semi-volatils dans les sols		7 piézairs	Entre 1 et 1,5 m de profondeur	PID	BTEXN, mercure, HC C5-C16 par TPH

Les abréviations des composés / packs analytiques proposés sont décrites en Annexe I.

Le programme analytique proposé a été étendu par rapport aux typologies de pollution suspectées dans un souci d'exhaustivité afin de pouvoir obtenir des informations sur les produits les plus communément rencontrés au droit de sites industriels et tertiaires. Les propriétés physico-chimiques de ces composés sont présentées en Annexe 3 et les méthodes analytiques, limites de quantification et flaconnage en Annexe 4.

Les conditions de gestion des déchets issus de ces investigations sont décrites dans les paragraphes dédiés aux différents milieux.

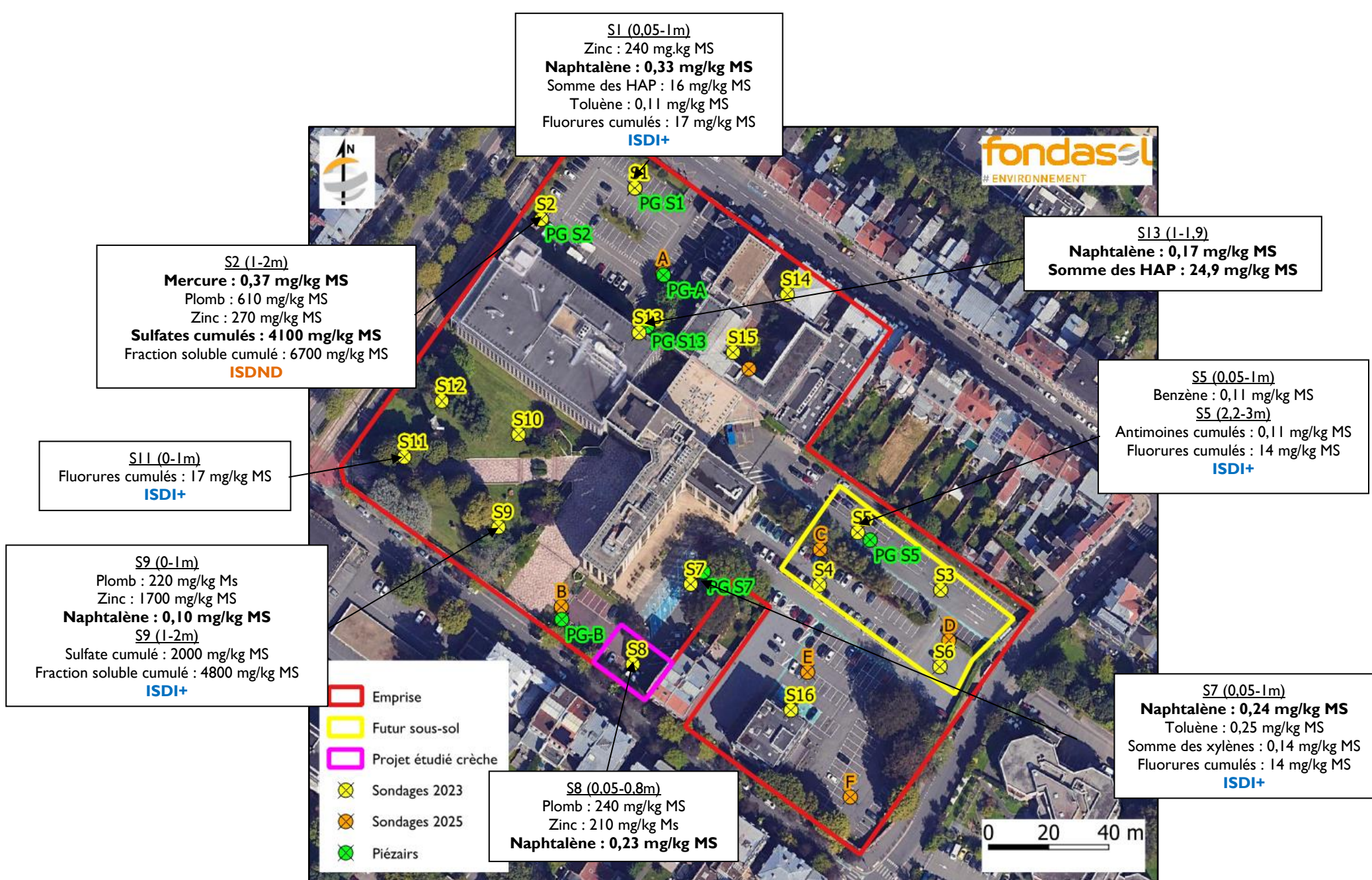


Figure 12 : Localisation des investigations sur les sols et anomalies précédemment détectées en 2023

F. SECURISATION DES INVESTIGATIONS ET DEROULEMENT DES INVESTIGATIONS

Dans le but de sécuriser l'intervention vis-à-vis des réseaux enterrés, FONDASOL a géré les DICT. Les DT/DICT conjointes ont été lancées le 10/04/2025 sous le n°2025041004746D.

Le planning pour cette mission a été le suivant :

- La campagne d'investigations sur les sols a été réalisée le 15/05/2025 par la société FONDASOL.
- 5 piézairs ont été mis en place le 15/05/2025, puis 2 piézairs le 31/07/2025 par la société FONDASOL.
- La campagne de prélèvement sur les gaz du sol a été réalisée le 19/05/2025, puis le 08/08/2025 pour les prélèvements complémentaires par la société FONDASOL.
- Les échantillons de sols sélectionnés ont été pris en charge par transporteur express le 15/05/2025 et réceptionnés par le laboratoire le 16/05/2025.
- Les échantillons de gaz du sol ont été pris en charge par transporteur express les 19/05/2025 et 08/08/2025 et réceptionnés par le laboratoire les 20/05/2025 et 09/08/2025.
- Les derniers résultats d'analyses ont été réceptionnés le 13/08/2025.

G. INVESTIGATIONS SUR LES SOLS ET LES TERRES A EXCAVER (A200 ET A260)

Du fait des sources de contamination des sols identifiées dans l'étude antérieure, des investigations complémentaires sur les sols ont été menées afin d'en caractériser la qualité environnementale.

G.1. Stratégie d'investigations sur les sols

Les investigations menées sur le secteur d'étude ont consisté en la réalisation de 7 sondages de sols, à la tarière mécanique, conduits jusqu'à des profondeurs comprises entre 2 et 3 m.

La stratégie d'investigations est rappelée dans le Tableau 7.

Tableau 7 : Stratégie d'investigations

Sondages	Enjeu		Profondeur prévisionnelle	Profondeur atteinte
	Source potentielle de pollution	Aménagement projeté / Objectifs		
A	Remblais	Bâtiments de logements	2 m	2 m
B		Bâtiments de logements	2 m	2 m
C		Bâtiments de logements/futur sous-sol	3 m	3 m
D		Bâtiments de logements/futur sous-sol	3 m	3 m
E		Bâtiments de logements	2 m	2 m
F		Bâtiments de logements	2 m	2 m
G		Bâtiments de logements	2 m	2 m

Les investigations ont été réalisées conformément au programme envisagé initialement.

La localisation des sondages est présentée dans la Figure 13.

L'ensemble des données de terrain a été consigné et est présenté en Annexe 5.

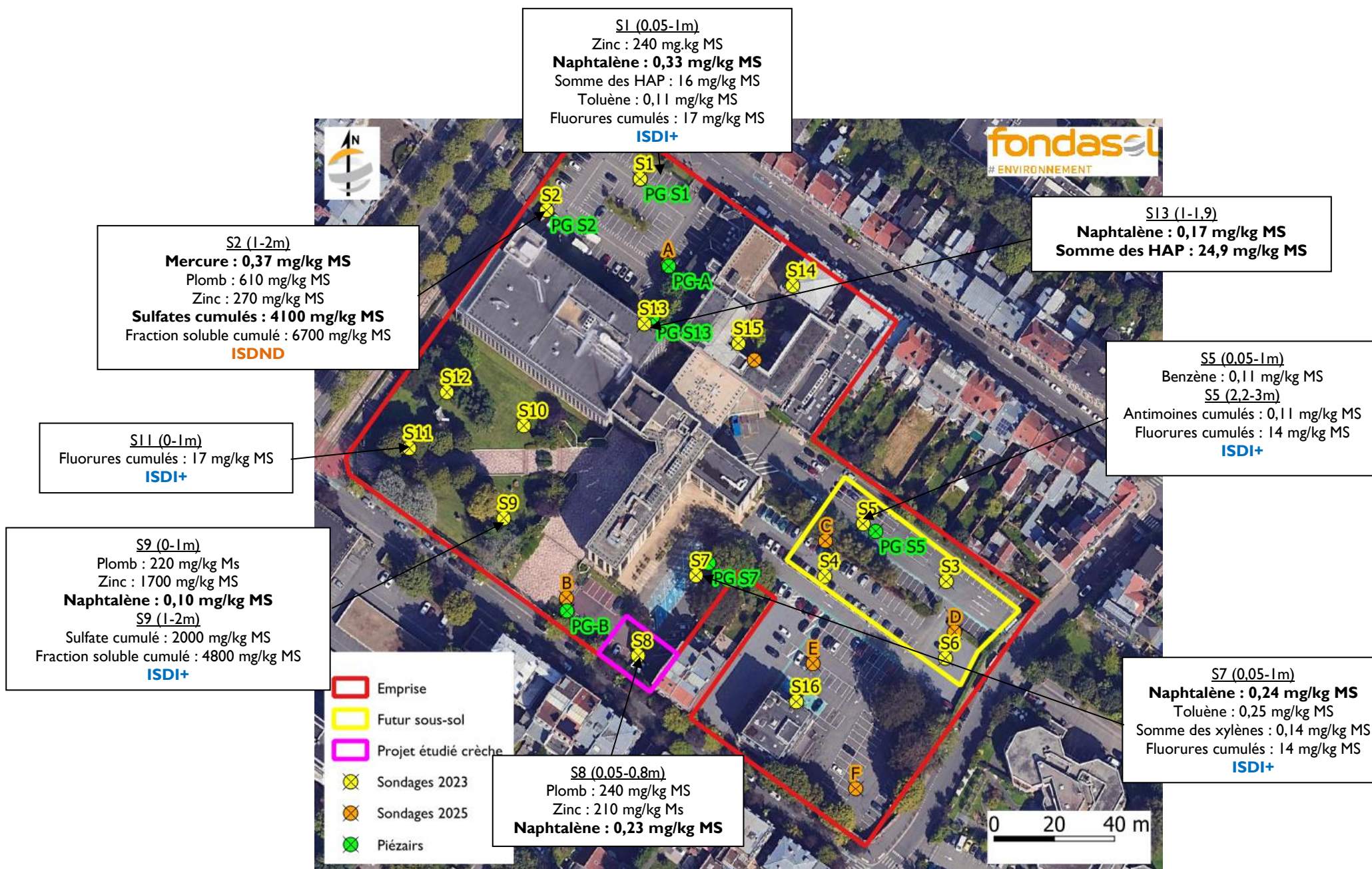


Figure 13 : Localisation des investigations sur les sols

G.2. Déroulement de la campagne d'investigations des sols

Les coordonnées géographiques des sondages sont précisées dans le Tableau 8.

Tableau 8 : Coordonnées des points de prélèvements des sondages

Nom	WGS 84	
	Longitude	Latitude
A	3,171783	50,6837906
B	3,1713023	50,682794
C	3,1725202	50,6829629
D	3,1731258	50,6826904
E	3,1724604	50,6825967
F	3,1726599	50,6822229
G	3,1721883	50,683504

FONDASOL a veillé au bon état du matériel utilisé pour la réalisation des sondages et a nettoyé les outils avant et entre chaque utilisation. Les sondages ont été immédiatement rebouchés avec les cuttings de forage. Aucun matériau excédentaire n'a été laissé sur site.

Les prélèvements ont été réalisés par un intervenant du Département Environnement de FONDASOL qui a procédé au relevé des coupes lithologiques et au prélèvement d'échantillons, à raison d'au moins un échantillon par mètre linéaire de terrains traversés et par faciès géologique rencontré, ou moins en cas d'identification d'indices organoleptiques. De plus, il a reporté toutes les observations utiles à la sélection des échantillons (aspect, couleur, ...) dans les fiches de prélèvements présentées en Annexe 5.

Dès leur prélèvement, les échantillons ont été conditionnés dans des flacons spécifiques fournis par le laboratoire, étiquetés sur site afin d'en assurer la traçabilité et stockés en atmosphère réfrigérée afin d'assurer leur bonne conservation jusqu'à leur arrivée au laboratoire d'analyses.

Les échantillons ont été analysés par le laboratoire AGROLAB, accrédité par le RvA – Raad voor Accreditatie – conformément aux critères des laboratoires d'analyses ISO/IEC 17025:2017, accréditation reconnue par le COFRAC.

G.3. Observations de terrain

De manière générale, les relevés lithologiques ont mis en évidence la présence :

- d'enrobés sur 1 à 5 cm d'épaisseur au droit des sondages A, B, C, E et F ;
- puis de remblais sablo-graveleux jusqu'à des profondeurs comprises entre 0,1 et 1,1 m pour l'ensemble des sondages ;
- puis de limons bruns remblayés en F jusqu'à 2 m de profondeur ;
- et de limons bruns jusqu'à la base des sondages soit au moins 3 m de profondeur.

Aucun niveau d'eau n'a été rencontré lors des investigations. Ce niveau est donné à titre indicatif, seul un suivi piézométrique permettrait de connaître les fluctuations de niveau des eaux souterraines.

Les échantillons prélevés ont fait l'objet de mesures PID sur le terrain, afin d'évaluer le potentiel de dégazage des sols en composés organiques volatils. Les valeurs sont présentées dans le Tableau 9 ci-dessous.

Tableau 9 : Synthèse des observations organoleptiques dans les sols

Échantillon	Observations organoleptiques	Lithologie	Mesures PID (ppm)
A (1-2 m)	Odeur d'hydrocarbures	Limon	6,39
C (0,04-0,7 m)	RAS	Remblais	1,68
D (0-1 m)	RAS	Remblais	0,2

G.4. Sélection des échantillons de sols

Sur la base des observations de terrain et du projet d'aménagement prévu au droit du site, 7 échantillons de sols ont été sélectionnés afin d'obtenir une caractérisation de l'ensemble des profondeurs et transmis au laboratoire pour analyses.

Ainsi, les échantillons envoyés en analyses et les paramètres recherchés sont présentés dans le Tableau 10.

Les propriétés physico-chimiques des composés recherchés sont présentées en Annexe 3 et les méthodes analytiques, les limites de quantification et le descriptif du flaconnage utilisé en Annexe 4.

Tableau 10 : Synthèse du programme analytique sur les sols

Échantillons (profondeur)	Enjeu		Paramètres recherchés			
	Source potentielle de pollution	Aménagement projeté	HV	COHV	I2 ETM	Pack ISDI
A (1-2 m)	Remblais	Bâtiments de logements	X	X	X	X
B (0,05-1 m)		Bâtiments de logements	X	X	X	X
C (0,04-0,7 m)		Bâtiments de logements/futur sous-sol	X	X	X	X
D (1,8-2,8 m)		Bâtiments de logements/futur sous-sol	X	X	X	X
E (0,1-1,1 m)		Bâtiments de logements	X	X	X	X
F (0,6-1,6 m)		Bâtiments de logements	X	X	X	X
G (0,15-1,1 m)		Bâtiments de logements	X	X	X	X

Les abréviations des composés / packs analytiques sont décrites en Annexe I.

G.5. Valeurs de référence pour les sols en place

Conformément à la méthodologie pour la gestion des sites et sols pollués, nous rappelons que les concentrations doivent être comparées en priorité aux bruits de fond ou fond géochimique local.

A cette fin, les résultats d'analyses sur les sols sont comparés à titre indicatif, à la gamme de valeurs du bruit de fond pédo-géochimique régional disponible :

- référentiel pédo-géochimique du Nord – Pas-de-Calais. Les résultats et les stratégies d'interprétation sont rassemblés dans l'ouvrage « référentiel pédo-géochimique du Nord – Pas-de-Calais – Rapport final, INRA-ISA ».

En l'absence de données régionales, les résultats ont été comparés aux données nationales issues :

- du programme ASPITET (INRA, 1994) pour les métaux. Les résultats et les stratégies d'interprétation sont rassemblés dans l'ouvrage de Baize D. (1997) – Teneurs totales en éléments métalliques dans les sols (INRA Editions, Paris) ;
- de la base de données BDSolU qui propose des teneurs de centile 98 pour les HAP et le naphthalène pour les zones urbaines de la France entière.

Par ailleurs, le Haut Conseil de Santé Publique (HCSP) mentionne des seuils de vigilance active et des seuils d'action rapide dans les sols pour l'arsenic², le cadmium³, le mercure⁴ et le plomb⁵. Ces valeurs sont des valeurs de gestion mais ne constituent pas la valeur du bruit de fond. En cas de dépassement des seuils de vigilance active, le HCSP recommande de réaliser une analyse des risques sanitaires au cas par cas. En cas de dépassement des seuils d'action rapide, le HCSP recommande la réalisation d'un dépistage sanguin.

En l'absence de valeur caractérisant le bruit de fond pour les autres substances, un simple constat de présence ou d'absence a été réalisé en référence à des teneurs supérieures ou inférieures aux limites de quantification du laboratoire.

Les valeurs de comparaison retenues sont rappelées dans les premières colonnes des tableaux des résultats d'analyses.

G.6. Valeurs de référence pour la gestion des terres à excaver

Afin d'appréhender la gestion des terres qui seront potentiellement excavées dans le cadre du projet d'aménagement, les concentrations sur le sol brut et lixiviats ont été comparées aux critères d'acceptation définis dans l'arrêté du 12 décembre 2014 relatif aux Installations de Stockage de Déchets Inertes (ISDI) ainsi qu'aux seuils d'admission en ISDND et ISDD établis par la FNADE⁶.

Elles sont rappelées dans les premières colonnes des tableaux des résultats d'analyses.

G.7. Présentation des résultats

Les bordereaux d'analyses sur les sols sont présentés en Annexe 6. Le Tableau 11 présente la synthèse des résultats et la comparaison aux valeurs de référence précitées.

² Définition de valeurs repères pour des contaminants des sols pollués – l'arsenic (HCSP, août 2022)

³ Définition de valeurs repères pour des contaminants des sols pollués – le cadmium (HCSP, août 2022)

⁴ Définition de valeurs repères pour des contaminants des sols pollués – le mercure (HCSP, août 2022)

⁵ Expositions au plomb : détermination de nouveaux objectifs de gestion (HCSP, juin 2014)

⁶ Fédération Nationale des Activités de Dépollution et de l'Environnement

Tableau 11 : Résultats analytiques sur les sols

Paramètre	Unité	Bruits de fond	Haut Conseil à la Santé Publique (HCSP)		Concentrations mesurées							Critères de gestion des terres excavées / à excaver			
			Base BD50LJ (centde98)	Seuil de vigilance HCSP (mg/kg)	Valeur seuil entraînant un dépistage HCSP (mg/kg)	A (1-2 m)	B (0,05-1 m)	C (0,04-0,7 m)	D (1,8-2,8 m)	E (0,1-1,1 m)	F (0,6-1,6 m)	G (0,15-1,1 m)	Seuils ISDI	Seuils ISDI réhaussés (ISDI+)	Seuils ISDND
Echantillon		Réf. pédogéochimique Nord-Pas de Calais (max - limons)			15/05/2025	15/05/2025	15/05/2025	15/05/2025	15/05/2025	15/05/2025	15/05/2025				
Date d'échantillonnage															
Analyses sur bruc															
Matière sèche	%	-	-	-	79.1	93.8	94.9	81.3	82.2	81.9	81.9	-	-	-	
COT (I)	mg/kg	-	-	-	< 1000	3800	22000	3900	1300	< 1000	< 1000	30 000	30 000	50 000	
Métaux lourds															
Antimoine	mg/kg	2.40	-	-	0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	Critères sur lixiviate	Critères sur lixiviate	Critères sur lixiviate	
Arsenic	mg/kg	33	25	70	5.5	2.6	7.1	6	8.4	8.1	6.8				
Baryum	mg/kg	-	-	-	47	96	75	45	74	60	54				
Cadmium	mg/kg	1.36	1	15	0.2	< 0.1	0.1	0.2	0.2	0.1	0.2				
Chrome	mg/kg	78.1	-	-	30	11	18	30	36	30	29				
Cuivre	mg/kg	74	-	-	9.6	4.1	13	12	12	14	13				
Mercur	mg/kg	0.28	1	5	< 0.05	< 0.05	0.15	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05				
Molybdène	mg/kg	-	-	-	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1				
Nickel	mg/kg	38.6	-	-	22	9.6	12	22	24	21	20				
Plomb	mg/kg	198.1	100	300	9.2	2.5	120	10	12	14	9.8				
Sélénium	mg/kg	0.78	-	-	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1				
Zinc	mg/kg	205	-	-	35	10	37	52	44	44	36				
Hydrocarbures C5-C10															
Fraction aliphatique C5-C6	mg/kg	-	-	-	< 0.4	0.71	< 0.4	< 0.4	< 0.4	< 0.4	< 0.4				
Fraction aliphatique >C6-C8	mg/kg	-	-	-	< 0.2	1.1	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2				
Fraction aliphatique >C8-C10	mg/kg	-	-	-	0.51	0.38	0.23	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2				
Fraction aromatique >C6-C8	mg/kg	-	-	-	< 0.2	0.91	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2				
Fraction aromatique >C8-C10	mg/kg	-	-	-	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2				
Fraction >C6-C8	mg/kg	-	-	-	< 0.4	2	< 0.4	< 0.4	< 0.4	< 0.4	< 0.4				
Fraction >C8-C10	mg/kg	-	-	-	0.51	< 0.4	< 0.4	< 0.4	< 0.4	< 0.4	< 0.4				
Somme des hydrocarbures C5-C10	mg/kg	-	-	-	< 1	2.7	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1				
Hydrocarbures C10-C40															
Fraction C10-C12	mg/kg	-	-	-	11.6	< 4	5.5	< 4	< 4	< 4	< 4				
Fraction C12-C16	mg/kg	-	-	-	59	< 4	8.2	< 4	< 4	< 4	< 4				
Fraction C16-C20	mg/kg	-	-	-	51.5	< 2	8	< 2	< 2	< 2	< 2				
Fraction C20-C24	mg/kg	-	-	-	27.9	2.5	17.6	< 2	< 2	< 2	< 2				
Fraction C24-C28	mg/kg	-	-	-	11.1	5.5	41	< 2	< 2	< 2	< 2				
Fraction C28-C32	mg/kg	-	-	-	< 2	3.6	100	< 2	< 2	< 2	< 2				
Fraction C32-C36	mg/kg	-	-	-	< 2	4.3	130	< 2	< 2	< 2	< 2				
Fraction C36-C40	mg/kg	-	-	-	< 2	< 2	82.6	< 2	< 2	< 2	< 2				
Somme des hydrocarbures C10-C40	mg/kg	-	-	-	160	< 20	390	< 20	< 20	< 20	< 20	500	500	2 000	
Composés Organo-Halogénés Volatils (COHV)															
Chlorure de Vinyle	mg/kg				< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02				
1,1-Dichloroéthane	mg/kg				< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1				
1,2-Dichloroéthane	mg/kg				< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05				
Cis-1,2-Dichloroéthylène	mg/kg				< 0.025	< 0.025	< 0.025	< 0.025	< 0.025	< 0.025	< 0.025				
Trans-1,2-Dichloroéthylène	mg/kg				< 0.025	< 0.025	< 0.025	< 0.025	< 0.025	< 0.025	< 0.025				
1,1-Dichloroéthylène	mg/kg				< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1				
Dichlorométhane	mg/kg				< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05				
Tétrachloroéthylène	mg/kg				< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05				
Tétrachlorométhane	mg/kg				< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05				
1,1,1-Trichloroéthane	mg/kg				< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05				
1,1,2-Trichloroéthane	mg/kg				< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05				
Trichloroéthylène	mg/kg				< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05				
Trichlorométhane	mg/kg				< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05				
Somme des COHV	mg/kg				< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ				
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques - HAP															
Acénaphthylène	mg/kg				< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05				
Acénaphtène	mg/kg				< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05				
Anthracène	mg/kg				< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05				
Benzo(a)anthracène	mg/kg				< 0.05	< 0.05	0.14	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05				
Benzo(a)pyrène	mg/kg				< 0.05	< 0.05	0.22	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05				
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg				< 0.05	< 0.05	0.2	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05				
Benzo(g,h,i)pérylène	mg/kg				< 0.05	< 0.05	0.12	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05				
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg				< 0.05	< 0.05	0.075	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05				
Chrysène	mg/kg				< 0.05	< 0.05	0.16	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05				
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg				< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05				
Fluoranthène	mg/kg				< 0.05	< 0.05	0.33	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05				
Fluorène	mg/kg				< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05				
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	mg/kg				< 0.05	< 0.05	0.15	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05				
Naphtalène (4)	mg/kg	0.15			< 0.05	< 0.05	0.1	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05				
Phénanthrène	mg/kg				< 0.05	< 0.05	0.23	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05				
Pyrène	mg/kg				< 0.05	< 0.05	0.24	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05				
Somme HAP	mg/kg	14.7			< LQ	< LQ	1.97	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	50	50	100	
PolyChloroBiphényls - PCB															
PCB (28)	mg/kg	-	-	-	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001				
PCB (52)	mg/kg	-	-	-	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001				
PCB (101)	mg/kg	-	-	-	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001				
PCB (118)	mg/kg	-	-	-	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001				
PCB (138)	mg/kg	-	-	-	< 0.001	< 0.001	0.002	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001				
PCB (153)	mg/kg	-	-	-	< 0.001	< 0.001	0.002	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001				
PCB (180)	mg/kg	-	-	-	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001				
Somme des 7 PCB	mg/kg	-	-	-	< LQ	< LQ	0.004	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	1	1	10	
Composés Organiques Volatils - BTEX															
Benzène	mg/kg	-	-	-	< 0.05	0.075	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05				
Toluène	mg/kg	-	-	-	< 0.05	0.48	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05				
Ethylbenzène	mg/kg	-	-	-	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05				
m,p-Xylène	mg/kg	-	-	-	< 0.1	0.27	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1				
o-Xylène	mg/kg	-	-	-	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05				
Somme Xylènes	mg/kg	-	-	-	< LQ	0.27	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ				
Somme des BTEX	mg/kg	-	-	-	< LQ	0.83	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	6	6	30	
Autres HAP															
Naphtalène (5)	mg/kg	0.15			< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1				
Analyses sur lixiviate															
Métaux lourds															
Antimoine éluat	mg/kg	-	-	-	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	0.06	0.18	0.7	
Arsenic éluat	mg/kg	-	-	-	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	0.5	1.5	2	
Baryum éluat	mg/kg	-	-	-	< 0.1	0.37	0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	20	60	100	
Cadmium éluat	mg/kg	-	-	-	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0.04	0.12	1	
Chrome éluat	mg/kg	-	-	-	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	0.5	1.5	10	
Cuivre éluat	mg/kg	-	-	-	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	2	6	50	
Mercur	mg/kg	-	-	-	< 0.0003	< 0.0003	< 0.0003	< 0.0003	< 0.0003	< 0.0003	< 0.0003	0.01	0.03	0.2	
Molybdène éluat	mg/kg	-	-	-	0.06	< 0.05	0.05	0.1	< 0.05	< 0.05	< 0.05	0.06	0.5	1.5	
Nickel éluat	mg/kg	-	-	-	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	0.4	1.2	10	
Plomb éluat	mg/kg	-	-	-	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	0.5	1.5	10	
Sélénium éluat	mg/kg	-	-	-	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	0.1	0.3	0.5	
Zinc éluat	mg/kg	-	-	-	0.04	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	4	12	50	
Autres paramètres															
U/S cumulé	-	-	-	-	10	10	10	10	10	10	10	-	-	-	
pH du sol	-	-	-	-	8.6	11	8.2	8.6	8.1	8.4	8.7	-	-	-	
Chlorures éluat (2)	mg/kg	-	-	-	48	99	15	37	11	< 10	31</				

Légende :

Composé inférieur à la limite de quantification du laboratoire = <0.002 ou n.d. ou 0 - 1

En gras : Valeur dépassant la gamme de valeurs du fond géochimique national

Dépasse le seuil ISDI mais compatible avec les seuils ISDI+

s seuils ISDI mais compatible avec les seuils Comblement

ne passe les seuils ISDI+ mais compatible avec les seuils ISDN

! : Le déchet peut être jugé conforme aux critères ISDI en cas de dépassement du seuil sur brut si la valeur limite de 500 mg/kg de matière sèche est respectée sur éluat, soit au pH du sol, soit pour un pH situé entre 7,5 et 8,0.

2 : Le déchet peut encore être jugé conforme si il respecte soit les valeurs associées aux chlorures et au sulfate, soit celle associée à la fraction soluble

4 : Naphtalène analysé selon la méthode NF EN 16181 (ou méthode interne équivalente)

5 : Naphtalène analysé selon la méthode ISO 22155 (ou méthode interne équivalente)

G.8. Interprétation des résultats

Les résultats d'analyses sur les sols mettent en évidence :

- une anomalie en plomb en C (0,04-0,7 m) qui correspond à des terres à excaver dans le cadre de la création du sous-sol ;
- la présence d'hydrocarbures C10-C40 au droit des échantillons A (1-2 m) et C (0,04-0,7 m) dont des fractions semi-volatiles C10-C16 ;
- la présence d'hydrocarbures C5-C10 au droit des échantillons A (1-2 m), B (0,05-1 m) et C (0,04-0,7 m) ;
- la quantification d'HAP à l'état de traces au droit d'un échantillon ;
- la quantification de PCB à l'état de traces au droit d'un échantillon ;
- l'absence de quantification en COHV et naphthalène.

Les analyses ont mis en évidence la présence de dépassements de certains critères de l'arrêté du 12 décembre 2014 relatif aux Installations de Stockage de Déchets Inertes (ISDI) : sulfates sur éluat et fraction soluble au droit de l'échantillon C (0,04-0,7 m). Une partie des terres excavées devra donc faire l'objet d'une gestion spécifique qui induira des surcoûts.

Au vu des résultats analytiques, les terres à excaver dans le cadre du projet (mise en place du sous-sol) pourront donc être évacuées en Installation de Stockage de Déchets Inertes (ISDI), en Installation de Stockage de Déchets Inertes aménagées (ISDI+) et en Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux (ISDND).

Rappelons que les terres présentant des indices organoleptiques (couleur, odeur) ou des débris (ferrailles, ...) peuvent ne pas être acceptées en ISDI.

En l'absence d'anomalies significatives d'impact, FONDASOL Environnement n'émet pas de contre-indication au déplacement des terres sur site si celles-ci doivent être excavées au droit des zones étudiées.

La synthèse cartographique des teneurs remarquables dans les sols est présentée dans la Figure 14.

La synthèse cartographique des filières d'évacuation est présentée dans les Figure 15, Figure 16 et Figure 17.

Nota : on entend par teneur remarquable, toute teneur sensiblement supérieure aux autres données sur le site (centile 90).

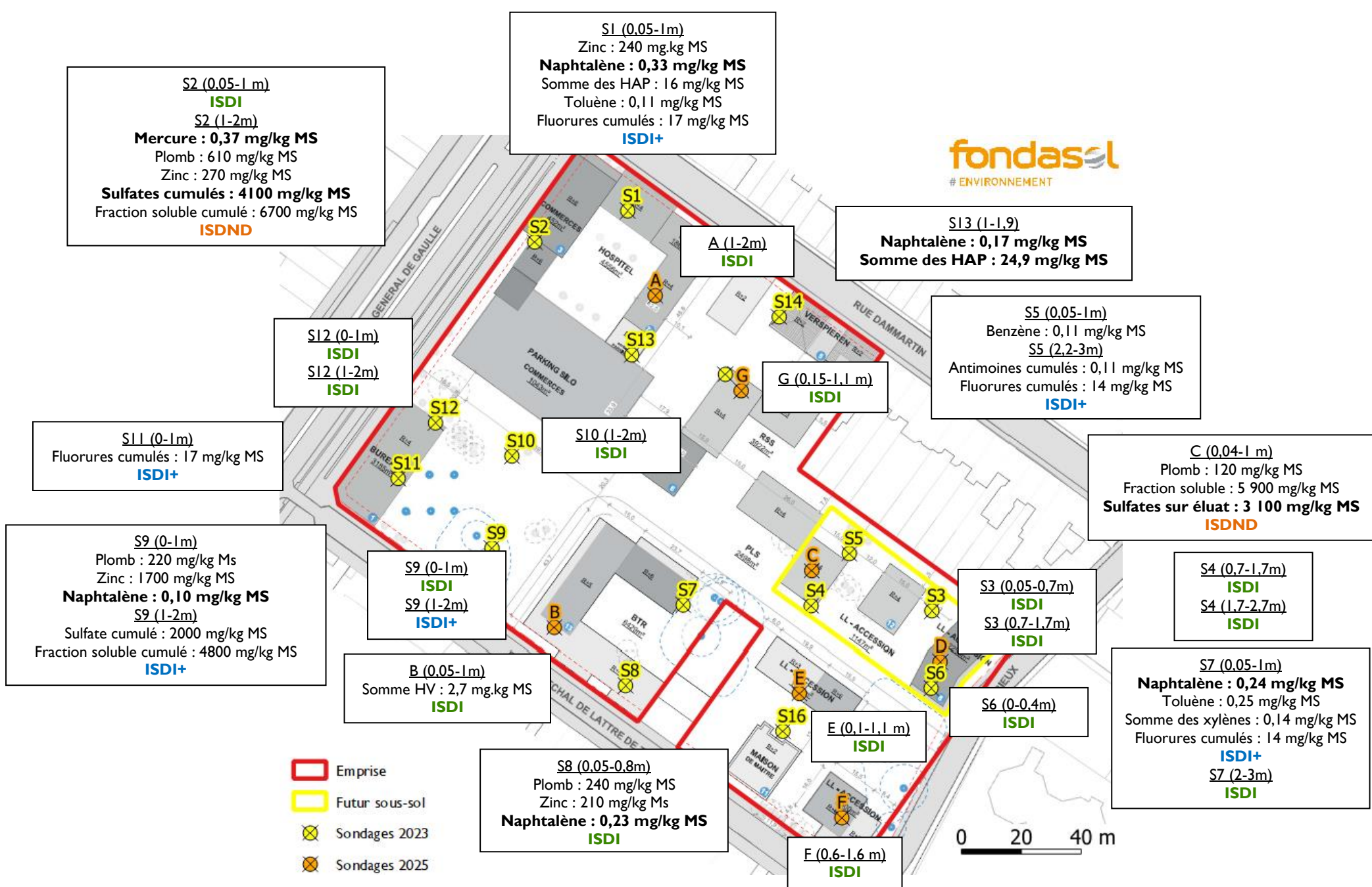


Figure 14 : Synthèse cartographique des teneurs remarquables dans les sols

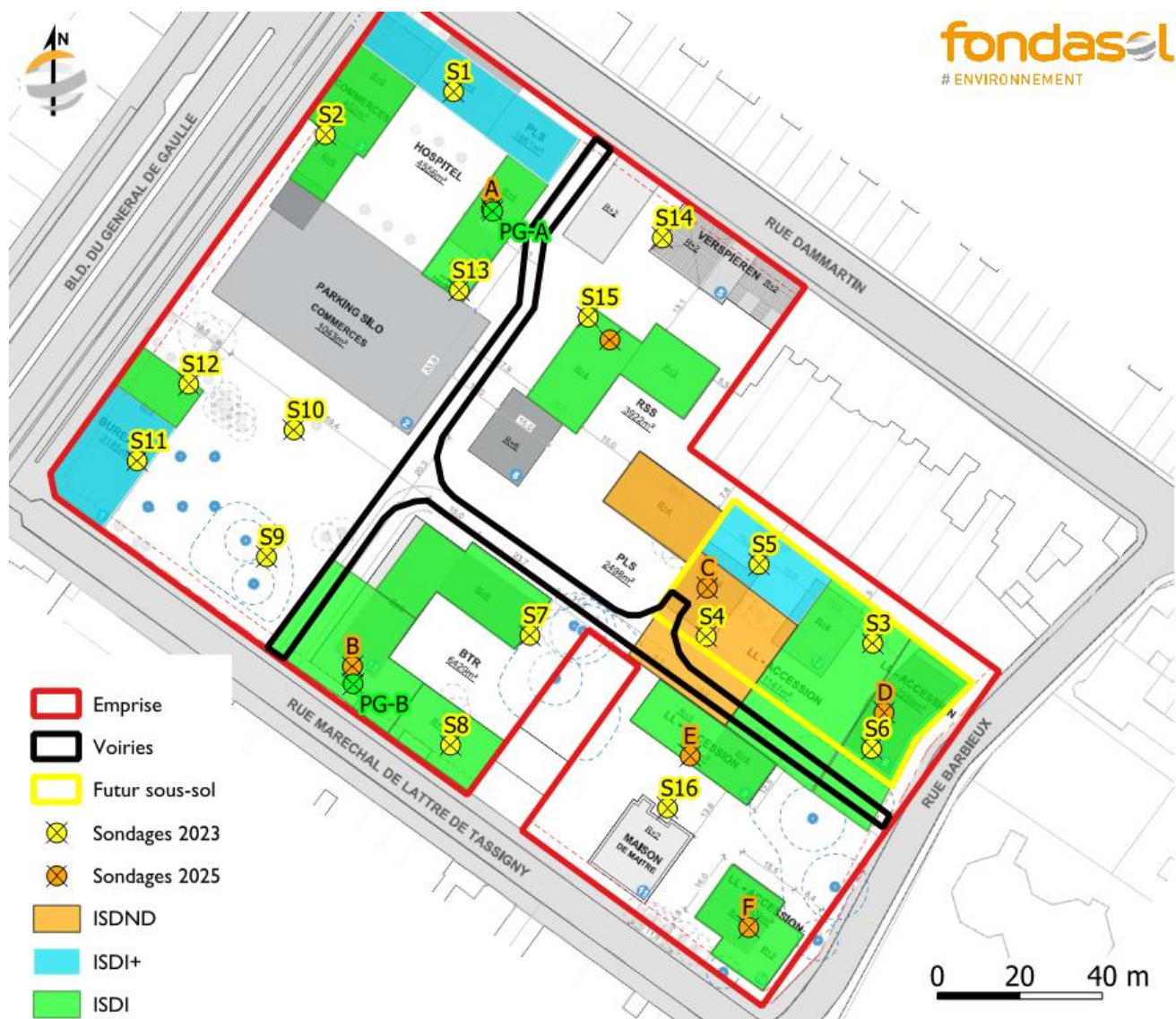


Figure 15 : Synthèse cartographique des filières d'évacuation - remblais superficiels jusqu'à 1 m de profondeur – avec extrapolation sur voirie

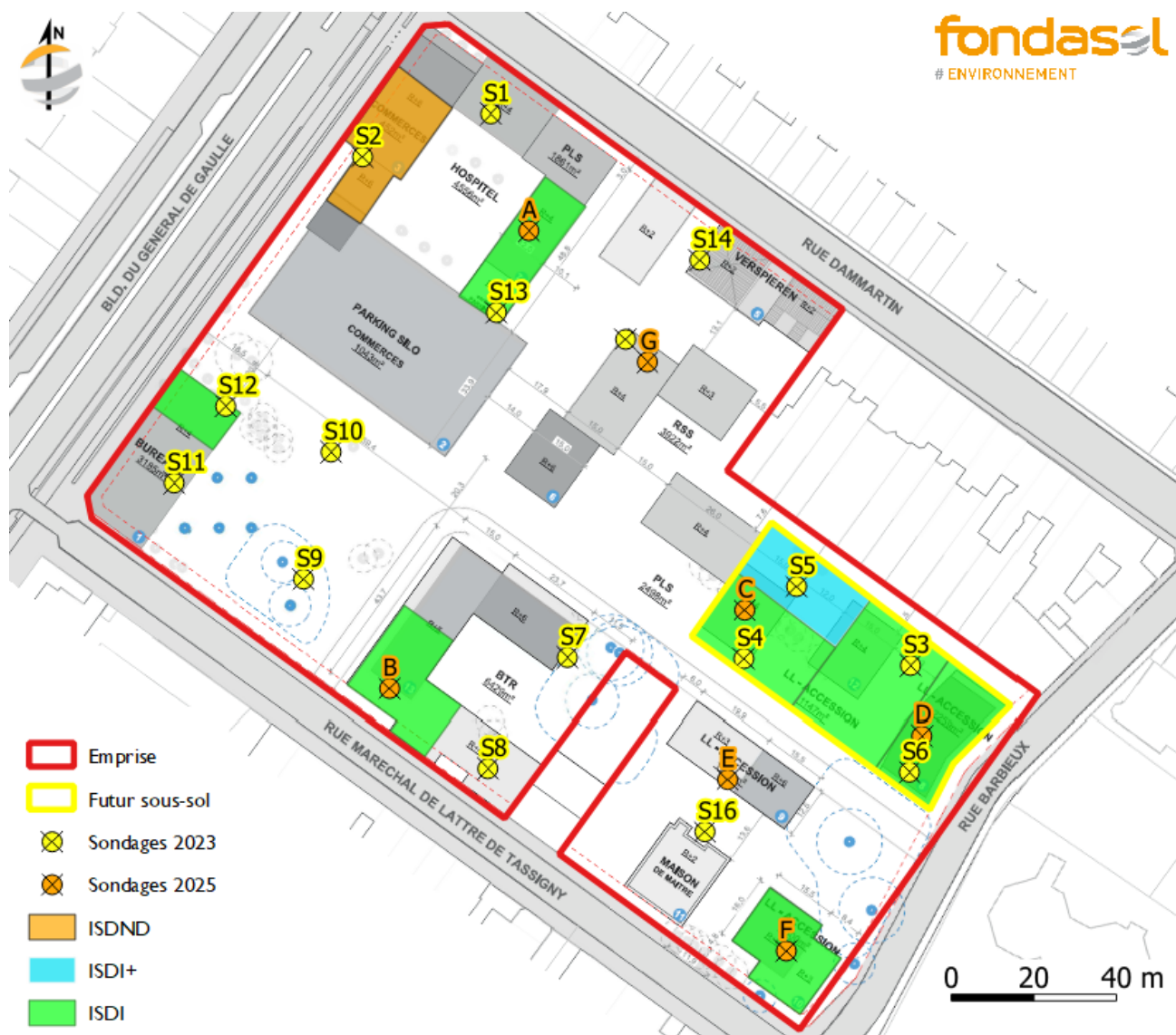


Figure I6 : Synthèse cartographique des filières d'évacuation - entre 1 et 2 m de profondeur



Figure 17 : Synthèse cartographique des filières d'évacuation - entre 2 et 3 m de profondeur

G.9. Infiltration des eaux souterraines sur site

Sur la base des résultats des test de lixiviations réalisées au droit du site, deux zones pourrait être utilisée pour l'infiltration des eaux souterraines.

La possibilité d'infiltrer sur ces zones n'est basée que sur la qualité chimique des sols. Une étude géotechnique et des tests de perméations seront à réaliser afin de vérifier la possibilité d'infiltrer dans les sols.

Ces deux zones sont présentées en Figure I8.

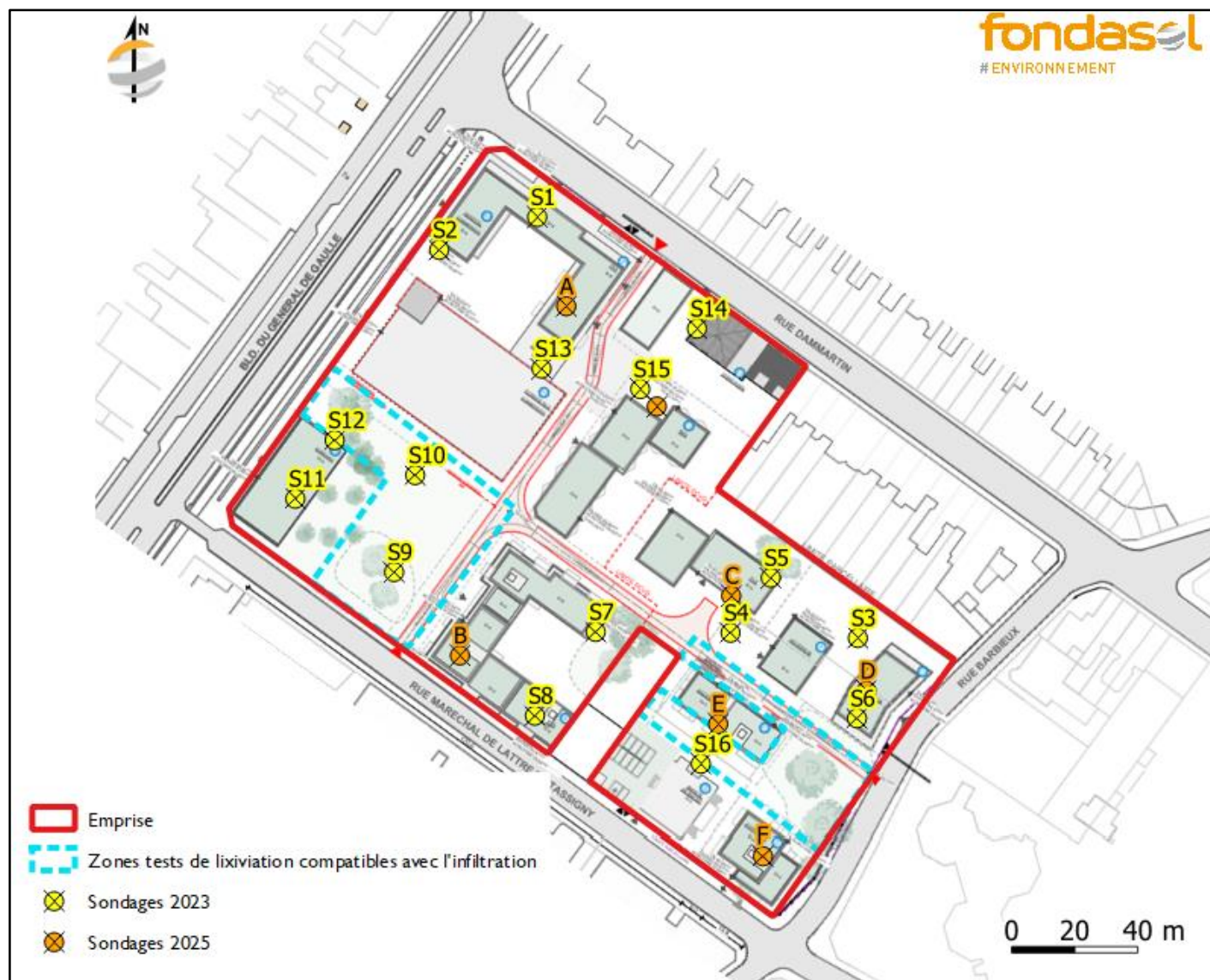


Figure 18 : Zones tests de lixiviation compatibles avec l'infiltration

H. INVESTIGATIONS SUR LES GAZ DU SOL (A230)

Conformément aux guides méthodologiques en vigueur, FONDASOL Environnement a privilégié la pose d'ouvrages permanents de type piézairs permettant la réalisation de plusieurs campagnes de prélèvements.

H.1. Stratégie d'investigations sur les gaz du sol

L'objectif est de vérifier la présence ou l'absence d'impact dans les gaz du sol ainsi que définir les éléments marqueurs de la pollution des gaz du sol se retrouvant dans l'air ambiant.

Les investigations réalisées sur le secteur d'étude ont consisté en la réalisation de 7 piézairs à la tarière mécanique jusqu'à 1,5 m de profondeur au maximum. Aucun matériau excédentaire n'a été observé.

Les ouvrages PG-S1, PG-S2, PG-S5, PG-S7 et PG-S13 ont été implantées à l'issue de la première campagne d'investigations sur les sols au droit des ouvrages qui présentaient les teneurs en composés volatils les plus élevées.

La seconde campagne d'investigations sur les sols ayant mis en évidence des teneurs encore supérieures en hydrocarbures, deux ouvrages PG-A et PG-B ont été implantés au droit des sondages présentant les teneurs les plus élevées en hydrocarbures.

Tableau 12 : Stratégie d'investigations sur les gaz du sol

Piézair	Enjeu			Profondeur atteinte
	Source potentielle de pollution	Concentrations mesurées dans les sols	Aménagement projeté	
PG-S1	<u>S1 (0,05-1 m)</u> Naphtalène : 0,33 mg/kg MS Toluène : 0,11 mg/kg MS		Commerces/Hospitel	1 m
PG-S2	<u>S2 (1-2 m)</u> Mercure : 0,37 mg/kg MS		Commerces/Hospitel	1,5 m
PG-S5	<u>S5 (0,05-1 m)</u> Benzène : 0,11 mg/kg MS		Voiries	1 m
PG-S7	<u>S7 (0,05-1 m)</u> Naphtalène : 0,24 mg/kg MS Toluène : 0,25 mg/kg MS M,p-Xylènes : 0,14 mg/kg MS		Logements	1 m
PG-S13	<u>S13 (1-1,9 m)</u> HCT C10-C12 : 5,1 mg/kg MS HCT : C12-C16 : 31,9 mg/kg MS		Logements	1,5 m
<u>Teneurs maximales obtenues à la 2^{ème} campagne sur les sols</u>				
PG-A	<u>A (1-2 m)</u> Ali. C8-C10 : 0,51 mg/kg MS HCT C10-C12 : 11,6 mg/kg MS HCT : C12-C16 : 59 mg/kg MS		Logements	2 m
PG-B	<u>B (0,05-1 m)</u> Ali. C5-C6 : 0,71 mg/kg MS Ali. C6-C8 : 1,1 mg/kg MS Aro. C6-C8 : 0,91 mg/kg MS		Logements	1 m

En **gras** : teneurs maximales en composés volatils mises en évidence dans les sols.

Les coordonnées géographiques des sondages sont précisées dans le Tableau 13.

Tableau 13 : Coordonnées des points de prélèvements des piézairs

	WGS 84	
Nom	Longitude	Latitude
PG-S1	3,171654	50,684045
PG-S2	3,171214	50,683953
PG-S5	3,172698	50,683014
PG-S7	3,171912	50,682861
PG-S13	3,1717	50,6836
PG-A	3,171787	50,683785
PG-B	3,171304	50,682756

Les ouvrages ont été réalisés comme décrit dans le Tableau 14.

Tableau 14 : Description des piézairs

Ouvrage	Nature du tubage	Diamètre en mm (int/ext)	Profondeur de la crépine (en m)	Profondeur de l'ouvrage (en m)	Protection
PG-S1	PEHD	24/32	0,7	1	Bouche à clé ras de sol
PG-S2	PEHD	24/32	1	1,5	Bouchon capsule hors sol en PEHD
PG-S5	PEHD	24/32	0,7	1	Bouche à clé ras de sol
PG-S7	PEHD	24/32	0,7	1	Bouche à clé ras de sol
PG-S13	PEHD	24/32	1	1,5	Bouchon capsule hors sol en PEHD
PG-A	PEHD	24/32	1	1,5	Bouche à clé ras de sol
PG-B	PEHD	24/32	0,7	1	Bouche à clé ras de sol

La crépine a été installée de manière à caractériser les gaz du sol au droit des faciès lithologiques présentant les plus fortes concentrations en composés volatils et les plus proches de la zone d'exposition.

La Figure 19 précise la localisation des piézairs.

L'ensemble de ces données de terrain a été consigné et est présenté en Annexe 7.

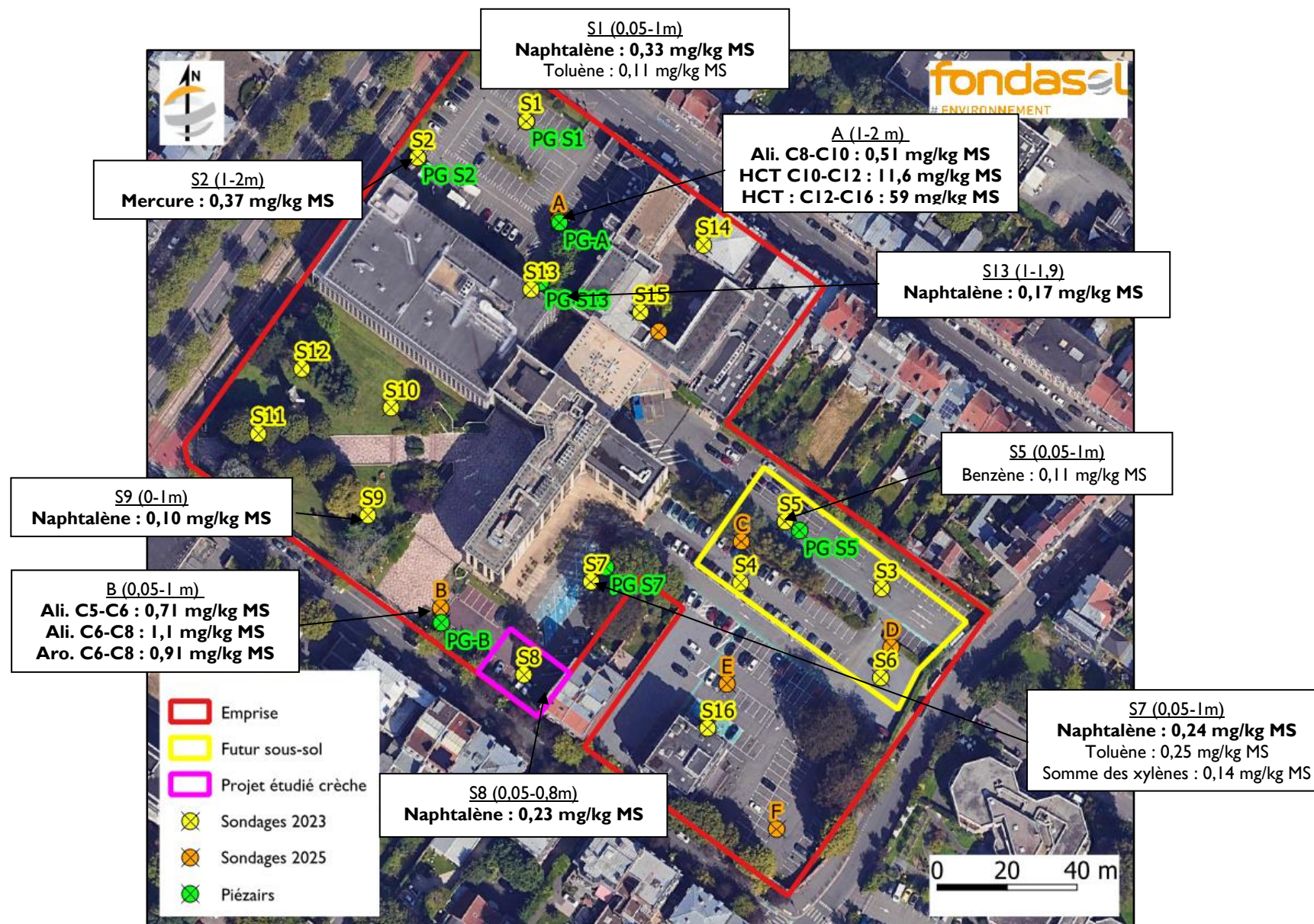


Figure 19 : Localisation des piézairs

H.2. Conditions météorologiques

Les conditions météorologiques (pression atmosphérique, pluviométrie, taux d'humidité, température de l'air, ...) peuvent engendrer des conditions majorantes ou minorantes pour les émissions de composés gazeux depuis les sols et les eaux souterraines vers l'air intérieur.

Les données météorologiques issues de la station Infoclimat de Lille-Lesquin pour les 3 jours précédant les campagnes et les relevés météorologiques lors des prélèvements et du jour suivant, sont précisées dans le Tableau 15 et sur les fiches de prélèvements des gaz du sol en Annexe 8.

Tableau 15 : Conditions météorologiques du 16/05/2025 au 20/05/2025

Date	Température moyenne (°C)	Pluviométrie moyenne (mm)	Vitesse moyenne du vent (km/h)	Hygrométrie moyenne	Pression maximale	Pression minimale
J-3	12,7	0	18,8	66	1023,7	1021,8
J-2	14,0	0	15,9	64	1021,4	1019,5
J-1	12,0	0	11,0	73	1020,2	1018,5
J	15,4	0	15,0	66	1020,0	1016,9
J+1	16,9	0	14,8	55	1018,9	1017,7

En vert : conditions favorisant le dégazage

En rouge : conditions défavorisant le dégazage

Ces conditions météorologiques sont favorables au dégazage et absorption de composés volatils dans les sols conformément au guide pratique pour la caractérisation des gaz du sol.

Tableau 16 : Conditions météorologiques du 05/08/2025 au 09/08/2025

Date	Température moyenne (°C)	Pluviométrie moyenne (mm)	Vitesse moyenne du vent (km/h)	Hygrométrie moyenne	Pression maximale	Pression minimale
J-3	16,2	0	33,3	81,3	1026,0	1016,2
J-2	12,8	0	20,3	81,1	1025,9	1020,1
J-1	11,5	0	21,4	76,8	1019,5	1015,7
J	12,6	0	18	75,9	1020,9	1016,3
J+1	13,4	0	13,5	75	1025,4	1020,1

En vert : conditions favorisant le dégazage

En rouge : conditions défavorisant le dégazage

Ces conditions météorologiques sont favorables au dégazage et absorption de composés volatils dans les sols conformément au guide pratique pour la caractérisation des gaz du sol.

H.3. Programme analytique sur les gaz du sol

Le dispositif utilisé pour la campagne de prélèvement des gaz du sol est présenté dans la figure ci-dessous.

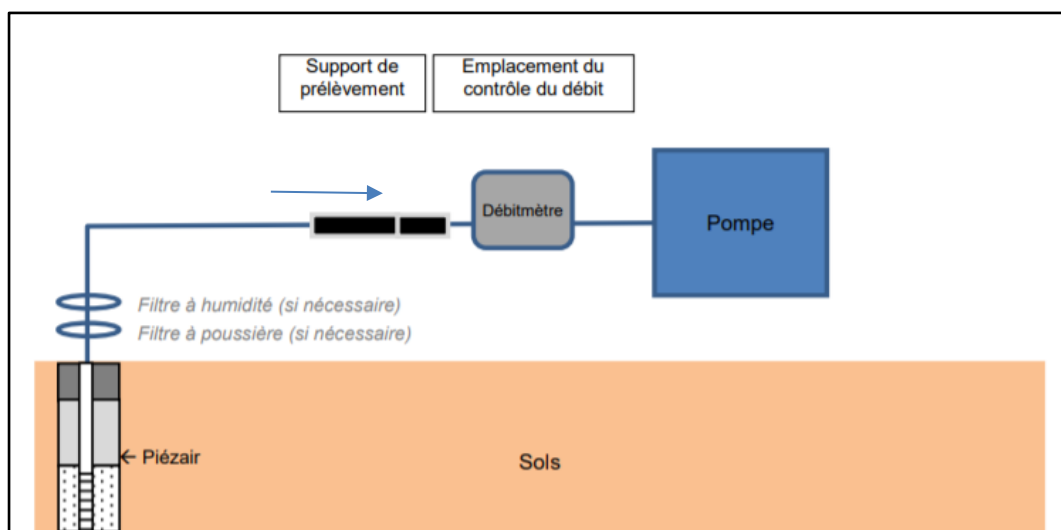


Figure 20 : Dispositif de prélèvement des gaz du sol (extrait du rapport BRGM RP-65870-FR et INERIS DCR-16-156181-01401A, 2016)

La colonne d'air a été purgée d'au moins 5 fois le volume de l'ouvrage.

Les prélèvements pour les analyses du mercure ont été effectués par un intervenant du Département Environnement de FONDASOL sur des supports de hopcalite pendant une durée de 150 min à un débit moyen de 0,95 l/min, de manière à obtenir des limites de quantification en adéquation avec les valeurs de comparaison retenues.

Les prélèvements pour l'analyse des hydrocarbures C5-C16, COHV, BTEX et naphtalène ont été effectués par un intervenant du Département Environnement de FONDASOL sur des supports de charbon actif pendant une durée de 130 min à un débit moyen de 0,3 l/min, de manière à obtenir des limites de quantification en adéquation avec les valeurs de comparaison retenues.

Le programme analytique a été conduit conformément au programme d'investigations complémentaires précédemment défini sur la base des résultats des premières campagnes d'investigations des sols. Ce programme est présenté dans le Tableau 17.

Tableau 17 : Synthèse du programme analytique sur les gaz du sol

Échantillons	Paramètres recherchés		
	BTEXN	HC C ₅ -C ₁₆ par TPH	Mercure
1 ^{ère} campagne			
PG-S1	X	X	
PG-S2	X	X	
PG-S5	X	X	X
PG-S7	X	X	
PG-S13	X	X	
Blanc de transport (cf. §H.4.1)	X	X	X
Blanc de terrain (cf. §H.4.1)	X	X	X
2 ^{ème} campagne			
PG-A	X	X	
PG-B	X	X	
Blanc de transport (cf. §H.4.1)	X	X	
Blanc de terrain (cf. §H.4.1)	X	X	

Les abréviations des composés / packs analytiques sont décrites en Annexe I.

Les échantillons ont été analysés par le laboratoire AGROLAB, accrédité par le RvA – Raad voor Accreditatie – conformément aux critères des laboratoires d'analyses ISO/IEC 17025 :2017, accréditation reconnue par le COFRAC.

Les propriétés physico-chimiques des composés recherchés sont présentées en Annexe 3 et les méthodes analytiques, les limites de quantification et le descriptif du flaconnage utilisé en Annexe 4.

H.4. Validité des prélèvements

H.4.1. Contamination croisée

Ce programme inclut un échantillon de blanc de transport (support de prélèvement n'ayant pas servi pour le prélèvement mais appartenant au même lot de fabrication et ayant été transporté vers le laboratoire avec les autres supports) par envoi au laboratoire. Ce blanc a fait l'objet du même programme d'analyses que les autres échantillons.

Ce programme inclut un échantillon de blanc de terrain par journée de prélèvement (support de prélèvement n'ayant pas servi pour le prélèvement mais appartenant au même lot de fabrication et ayant été ouvert sur site puis refermé en même temps que les autres supports puis transporté vers le laboratoire). Ce blanc a fait l'objet du même programme d'analyses que les autres échantillons.

Les résultats d'analyses du blanc de terrain et du blanc de transport sont inférieurs à la limite de quantification. Ce résultat garantit l'absence d'interférence avec l'air extérieur lors de nos prélèvements.

H.4.2. Saturation des supports de prélèvement

Le tube support spécifique utilisé pour le prélèvement des substances présentes en phase vapeur dans les gaz du sol comporte une zone de mesure et une zone de contrôle, cette dernière permettant de contrôler la non-saturation de la zone de mesure et ainsi de valider la représentativité de l'échantillonnage. Les analyses ont porté sur la zone de mesure et la zone de contrôle.

Le support de prélèvement pour le mercure ne présentant pas de zone de contrôle, deux tubes ont été montés en série, le premier (le plus proche du piézair) correspondant à la zone de mesure, le second jouant le rôle de zone de contrôle.

En l'absence de quantification de composés sur la zone de contrôle, ne sont présentés dans le tableau suivant que les résultats obtenus sur la zone de mesure.

H.4.3. Variation du débit en cours de prélèvement

Au cours du prélèvement, il est constaté un écart entre le débit au début et à la fin de prélèvement inférieur à 5 % sur les échantillons de carulite en PG-S2, et de hopcalite en PG-S5, PG-S7, PG-A et PG-B. Les prélèvements sont donc considérés comme représentatifs.

On note cependant un écart de débit au début et à la fin du prélèvement compris entre 5 et 10 % pour les prélèvements de hopcalite en PG-S1, PG-S2 et PG-S13. Le débit le plus faible a donc été pris en compte. Les prélèvements restent représentatifs.

H.5. Valeur de comparaison pour les gaz du sol

Il n'existe pas de bruit de fond, de référence ou de gestion pour les gaz du sol.

Dans le seul but de donner une tendance sur une possible dégradation de l'air ambiant en provenance des gaz du sol (les gaz des sols ne pouvant pas être assimilés à l'air atmosphérique), les résultats dans les gaz du sol seront comparés aux valeurs de référence définies pour l'air ambiant.

Par ailleurs, il existe un facteur d'atténuation de l'ordre de 0,05 (CAI/CGdS) entre les concentrations mesurées dans les gaz du sol et les concentrations dans l'air intérieur (valeur issue de l'analyse du retour d'expérience réalisé par l'agence de l'environnement des États-Unis (US-EPA)).

Ainsi, cette comparaison permettra uniquement de déduire que des composés mesurés dans les gaz du sol à des teneurs inférieures aux bornes R1 (valeurs repères pour l'air ambiant) n'induiront pas de dégradation de la qualité de l'air ambiant et donc pas de risques sanitaires. L'inverse n'est en revanche pas forcément vrai, mais permet d'alerter sur un possible risque sanitaire, à évaluer sur la base d'un calcul de risques sanitaires.

Dans l'air ambiant, ces valeurs sont issues de la gestion mise en place au niveau national dans la démarche de diagnostic des sols dans les lieux accueillant les enfants et les adolescents. Elles sont basées sur des critères sanitaires et présentant 3 seuils⁷ :

- R1 : valeurs de gestion qui sont par ordre de priorité, les valeurs réglementaires disponibles, les valeurs cibles ou repères du HCSP⁸, les valeurs guides de qualité d'air intérieur (VGAi) de l'ANSES⁹ et, à défaut, des VTR¹⁰ ;
- R2 : dans la plupart des cas équivalentes aux valeurs réglementaires ou aux seuils d'action définis par le HCSP ;
- R3 : des VTR aigües disponibles pour les expositions sur une courte période.

Les concentrations mesurées peuvent également être comparées :

- aux valeurs de bruits de fond :
 - percentiles 95 issus de la campagne de mesures de l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur (OQAI) dans les logements français.

Les valeurs de comparaison retenues sont rappelées dans les premières colonnes des tableaux des résultats d'analyses.

H.6. Présentation des résultats sur les gaz du sol

Les bordereaux d'analyses sur les gaz de sol sont présentés en Annexe 9.

Le Tableau 18 présente la synthèse des résultats.

⁷ Conformément au rapport de « Mise à jour des valeurs-repères R1, R2 et R3 dans le cadre de la méthodologie de gestion des sites et sols pollués » - rapport 20487-2706501-v1.0 du 21/10/2021

⁸ HCSP : Haut Conseil de la Santé Publique

⁹ ANSES : Agence Nationale Sécurité Sanitaire Alimentaire Nationale

¹⁰ VTR : Valeurs Toxicologiques de Référence

Tableau I8 : Résultats analytiques dans les gaz du sol

Paramètre	Unité	AIR INTERIEUR	Valeurs repères (INERIS 2020)			Concentrations calculées						
						Campagne de prélèvement du xxx (date)						
			Bornes R1	Bornes R2	Bornes R3	PG-S1	PG-S2	PG-S5	PG-S7	PG-S13	PG-A	PG-B
Durée de pompage (mercure)	min						150					
Débit de pompage moyen (mercure)	l/min						0.914					
Volume pompé (mercure)	m³						0.1371					
Durée de pompage (tube charbon actif)	min					130	130	130	130	130	130	130
Débit de pompage moyen (tube charbon actif)	l/min						0.31	0.307			0.309	0.302
Débit de pompage minimum (tube charbon actif)	l/min					0.304	0.312			0.307		
Volume pompé (tube charbon actif)	m³					0.0395	0.0406	0.0403	0.0399	0.0399	0.0402	0.0393
Mercuré												
Mercuré (2)	µg/m³	-	0.03	0.2	-		0.080					
Hydrocarbures par TPH												
Aliphatique nC>5-nC6	µg/m³	-	18 000	180 000	-	< 51	< 49	< 50	73	< 50	< 50	< 51
Aliphatique nC>6-nC8	µg/m³	-	18 000	180 000	-	< 51	< 49	< 50	78	< 50	< 50	56
Aliphatique nC>8-nC10 (1)	µg/m³	56.2	1 000	10 000	-	122	71	94	70	< 50	323	160
Aliphatique nC>10-nC12 (1)	µg/m³	75.6	1 000	10 000	-	61	59	< 50	< 50	< 50	182	< 51
Aliphatique nC>12-nC16	µg/m³	-	1 000	10 000	-	127	180	159	148	153	< 50	< 51
Aromatique nC>6-nC7 benzène	µg/m³	-	-	-	-	< 1.3	< 1.2	3.2	15.0	10.0	< 1.2	< 1.3
Aromatique nC>7-nC8 toluène	µg/m³	-	-	-	-	30.4	15.0	22.3	25.1	23.1	39.8	33.1
Aromatique nC>8-nC10	µg/m³	56.2	200	2 000	-	132	62	104	105	60	134	115
Aromatique nC>10-nC12	µg/m³	75.6	200	2 000	-	< 51	< 49	< 50	< 50	< 50	< 50	< 51
Aromatique nC>12-nC16	µg/m³	-	200	2 000	-	< 51	< 49	< 50	< 50	< 50	< 50	< 51
Somme des TPH	µg/m³	-				471	387	383	514	246	679	364
BTEX												
Benzène (2)	µg/m³	7.2	2	10	30	< 1.3	< 1.2	3.2	15.0	10.0	< 1.2	< 1.3
Toluène	µg/m³	86.7	20 000	21 000	21 000	30.4	15.0	22.3	25.1	23.1	39.8	33.1
Ethylbenzène	µg/m³	15	1 500	15 000	22 000	6.8	3.2	4.2	4.8	2.8	9.2	7.4
m+p - Xylène	µg/m³	42.3				30.4	12.1	19.1	22.1	12.0	39.8	33.1
o - Xylène	µg/m³	14.7				10.1	4.2	6.5	8.5	3.8	12.4	10.7
Somme Xylènes	µg/m³		100	1 000	8 800	40.5	16.3	25.6	30.6	15.8	52.2	43.8
HAP												
Naphtalène	µg/m³	-	10	50	-	< 2.5	< 2.5	< 2.5	< 2.5	< 2.5	2.7	< 2.5

Légende :

- (1) Les valeurs de bruit de fond OQAI concernent respectivement le n-décane et n-undécane.
 (2) valeur guide OMS relative au mercure inorganique

Teneurs comprises entre la borne R1 et la borne R2
Teneurs comprises entre la borne R2 et la borne R3 quand elle existe, supérieures à la borne R2 (en l'absence de borne R3)
Teneurs supérieures à la borne R3, quand elle existe

H.7. Interprétation des résultats sur les gaz du sol

Les analyses effectuées sur les gaz du sol ont mis en évidence :

- la présence de mercure à une teneur supérieure à la valeur de comparaison au droit de PG-S2 ;
- des dépassements des bornes R1 et R2 pour le benzène au droit de PG-S5, PG-S7 et PG-S13 ;
- des dépassements du bruit de fond dans les logements en hydrocarbures volatils aliphatiques et aromatiques au droit de l'ensemble des ouvrages ;
- la quantification du naphtalène au droit de PG-A.

Les prélèvements de gaz du sol ont montré la présence de mercure et de benzène à des teneurs supérieures aux valeurs de comparaison. Les anomalies mises en évidence dans les sols ont donc dégradé la qualité des gaz du sol et donc potentiellement l'air ambiant.

La synthèse cartographique des anomalies dans les gaz du sol est présentée en Figure 21.

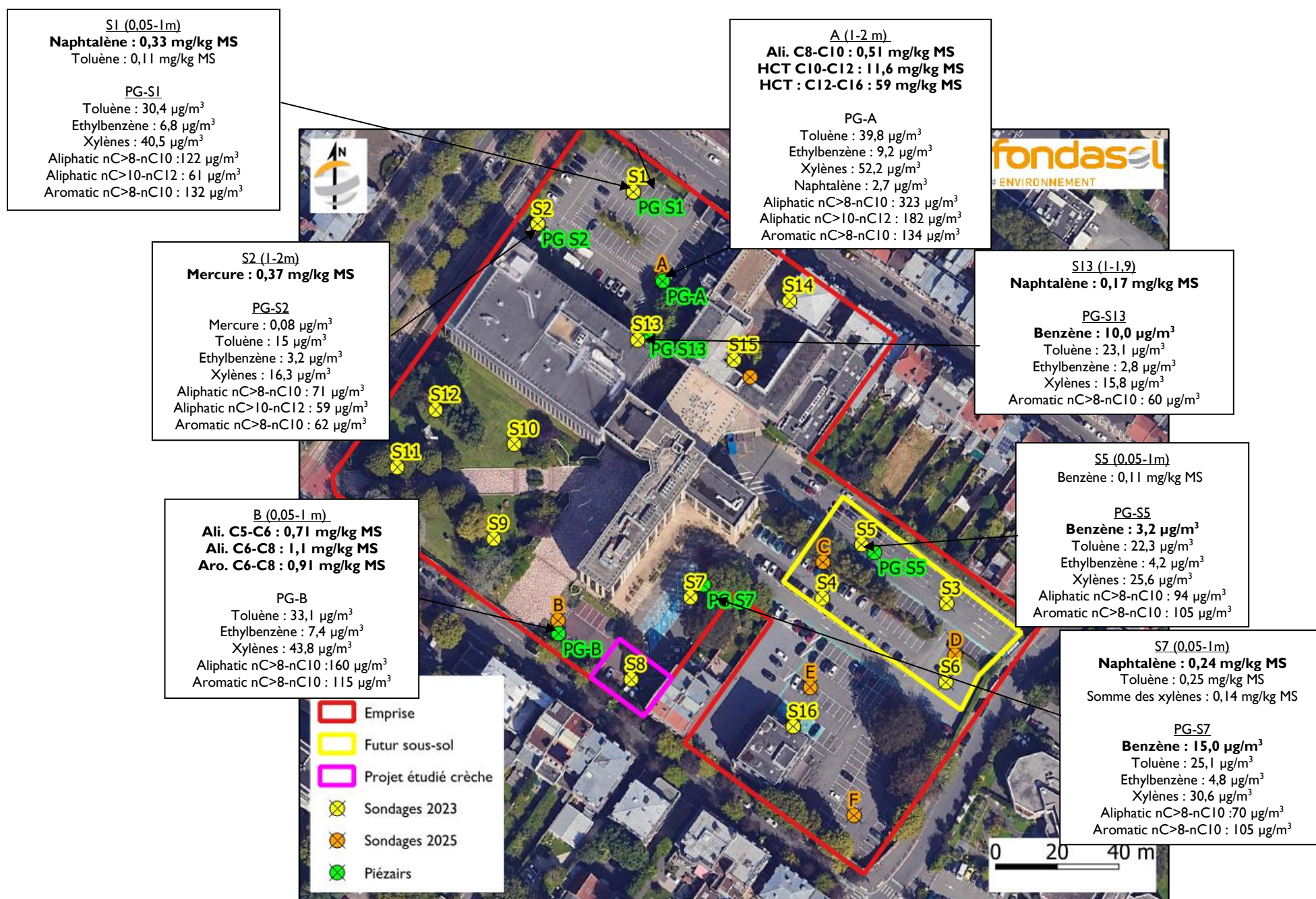


Figure 21 : Synthèse cartographique des résultats d'analyses sur les gaz du sol

I. SYNTHÈSE DES RESULTATS

I.1. Synthèse cartographique

Une synthèse cartographique des teneurs significatives est proposée en Figure 22.

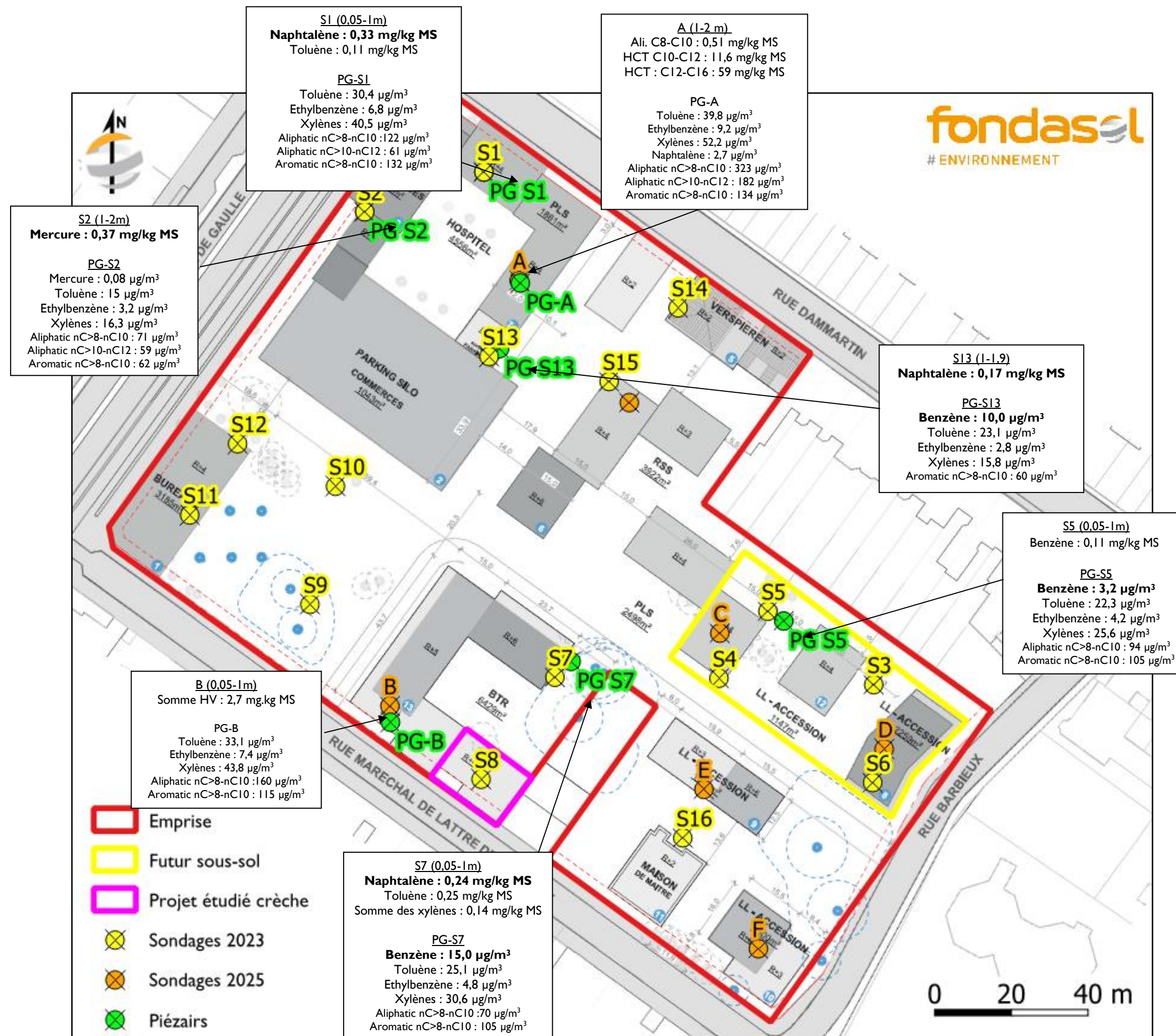


Figure 22 : Synthèse cartographique des investigations réalisées dans les sols et les gaz du sol

I.2. Bilan de l'état des milieux

Les analyses de sol et des gaz de sols au niveau des échantillons mettent en évidence :

- des anomalies métalliques, en hydrocarbures et la présence de composés volatils dans les sols, dont des hydrocarbures volatils non identifiés lors la première étude ;
- la présence de mercure, naphtalène, BTEX et d'hydrocarbures volatils dans les gaz du sol notamment des dépassements des valeurs de comparaison pour le benzène ainsi que le mercure.

La répartition de ces composés est résumée dans le Tableau 19.

Tableau 19 : Synthèse des teneurs dans les différents milieux

Milieux investigués	Famille de polluant									Seuils de l'arrêté du 12/12/2014
	Mercure	Autres métaux	COHV	BTEX	HC C ₅ -C ₁₆	HCT C ₁₆ -C ₄₀	Naphtalène	Autres HAP	PCB	
Sols	•	•	<I.q.	•	•	•	•	•	•	n.a.
Sols excavés dans le cadre du projet d'aménagement										Dépassement des seuils de l'arrêté du 12/12/14
Gaz du sol	•	n.a.	n.a.	•	•	•	•	n.a.	n.a.	n.a.

• : Teneur remarquable • : Quantification <I.q. : Non quantifié

n.a. : Non analysé En blanc : composés (potentiellement) volatils

Nota : on entend par teneur remarquable, toute teneur sensiblement supérieure aux autres données sur le site (centile 90).

I.3. Schéma conceptuel actualisé

I.3.1. Rappel du projet d'aménagement

Le projet d'aménagement consiste en :

- la démolition partielle du site ;
- la construction :
 - de bâtiments de bureaux (sans sous-sol),
 - de bâtiments commerciaux (sans sous-sol),
 - d'un parking silo,
 - d'un hospitel,
 - d'une crèche,
 - de bâtiments de logements (dont une partie avec sous-sol) ;
- l'aménagement :
 - d'un sous-sol,

- de voiries,
- d'espaces verts,
- de systèmes d'infiltration d'eaux pluviales (noues, fossés, ...).

I.3.2. Sources de pollution

Les sources de pollution et les composés traceurs associés sont les suivants :

- des anomalies métalliques, en hydrocarbures et la présence de composés volatils dans les sols, dont des hydrocarbures volatils non identifiés lors la première étude ;
- la présence de mercure, naphtalène, BTEX et d'hydrocarbures volatils dans les gaz du sol notamment des dépassements des valeurs de comparaison pour le benzène ainsi que le mercure.

I.3.3. Récepteurs à protéger

Les récepteurs à protéger sont les travailleurs actuels et futurs (adultes) et les futurs résidents (adultes et enfants).

I.3.4. Voies de transfert

Au droit des zones recouvertes (bâtiments et voiries), la seule voie de transfert potentielle à considérer est la volatilisation et la remontée de vapeurs.

Au droit des zones non recouvertes, les voies de transfert potentielles à considérer sont :

- la volatilisation et la remontée de vapeurs ;
- l'envol de poussières depuis les secteurs non revêtus ;
- la perméation vers les canalisations d'eau potable (conduite en terrain pollué).

Les voies de transfert potentielles sont hors site :

- la bioaccumulation ;
- les retombées de poussières.

Ainsi, les milieux d'exposition susceptibles d'être atteints sont les sols et l'air ambiant.

I.3.5. Voies d'exposition

Au droit des zones recouvertes (bâtiments et voiries), la seule voie d'exposition potentielle à considérer pour les cibles retenues est l'inhalation de polluant sous forme gazeuse (zone non saturée ZNS et/ou zone saturée ZS).

Au droit des zones non recouvertes, les voies d'exposition potentielles pour les cibles retenues sont sur site :

- l'inhalation de polluant sous forme gazeuse (ZNS et/ou ZS) ;
- l'inhalation de polluant adsorbé sur les poussières ;
- l'ingestion de sol et de poussières ;
- l'ingestion d'eau contaminée (via les canalisations par phénomène de perméation).

Les voies d'exposition potentielles sont hors site :

- l'ingestion de végétaux auto-cultivés ;
- l'ingestion de polluant adsorbé sur les poussières.

I.3.6. Représentation graphique du schéma conceptuel à l'issue des investigations

Le schéma conceptuel actualisé est présenté ci-après sous forme de représentation graphique en Figure 23.

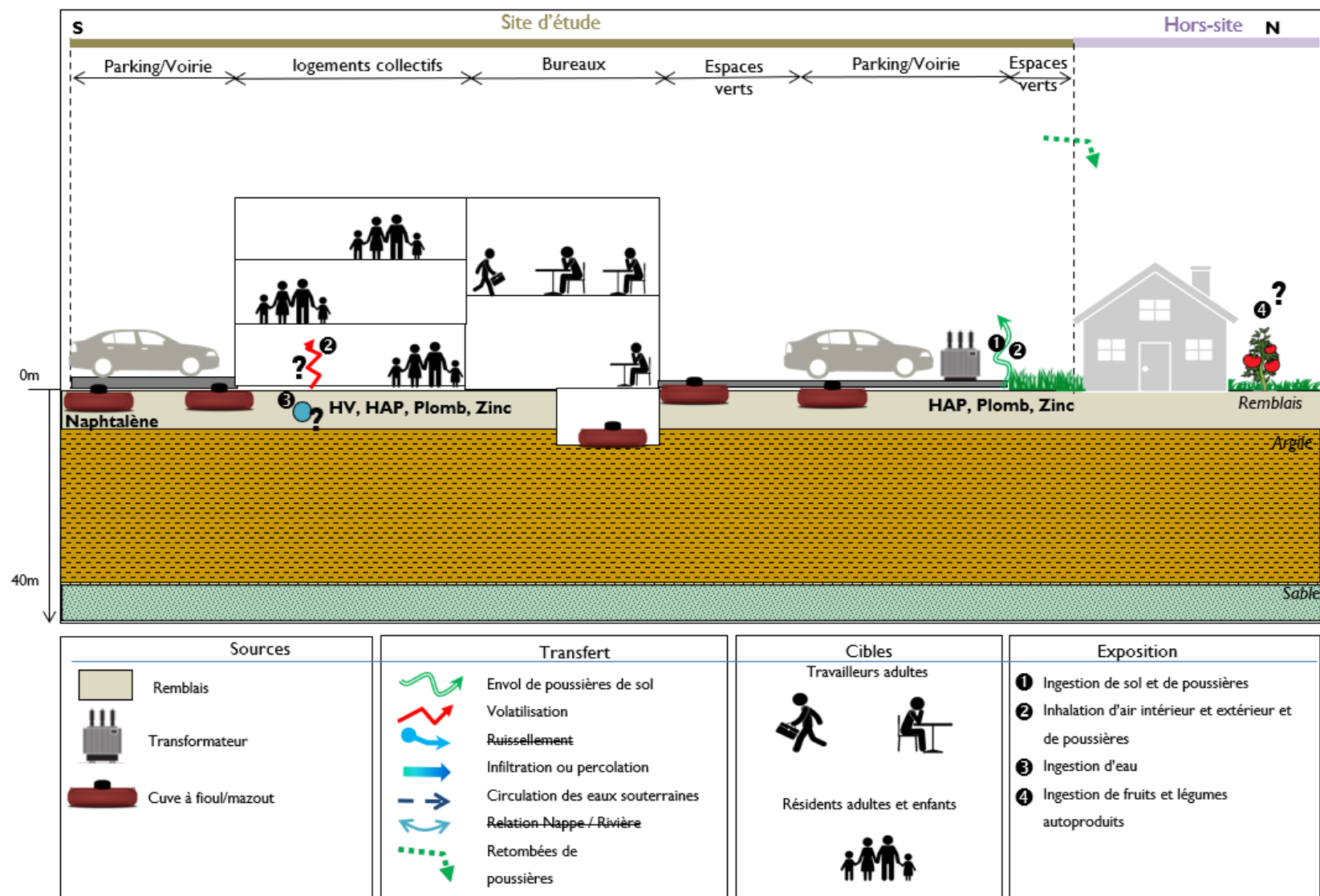


Figure 23 : Schéma conceptuel actualisé à l'issue du diagnostic

I.4. Conclusions et recommandations

Compte tenu des résultats d'analyses des gaz du sol et du projet d'aménagement, une analyse des enjeux sur les sanitaires est à réaliser.

A ce stade de l'étude FONDASOL Environnement recommande le confinement des sols afin de supprimer la voie d'exposition par ingestion de sol, inhalation de poussières et ingestion de végétaux auto-produits.

J. ANALYSE DES ENJEUX SANITAIRES (A320)

L'Évaluation des Risques Sanitaires a pour objectif de vérifier que les impacts identifiés sur le site ne pouvant faire l'objet de traitement ou de mesures de gestion dans des conditions techniques et économiques viables, sont acceptables au sens de la Politique Nationale de gestion des sites et sols pollués.

J.1. Méthodologie - Présentation de la démarche

Afin de s'assurer de l'absence de risques sanitaires pour les futurs usagers du site, une Évaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS) a été mise en œuvre en l'état actuel du site et pour le scénario futur envisagé.

Si le calcul met en évidence une incompatibilité entre la qualité des milieux et l'usage considéré, il permettra de définir les objectifs de réhabilitation, les préconisations d'aménagement et/ou les dispositions constructives à mettre en place.

À cet effet, les différentes voies de transfert des substances en direction des personnes susceptibles d'être présentes sur le site doivent être identifiées compte tenu d'hypothèses réalistes concernant la disposition des lieux et le comportement de ces personnes sur le site.

Sur la base des teneurs relevées dans les différents compartiments environnementaux pour les différentes substances considérées, les niveaux d'exposition doivent ensuite être évalués puis comparés aux valeurs maximales tolérables extraites des bases de données toxicologiques.

Le calcul de risques sanitaires proposée par FONDASOL Environnement, est réalisée conformément au guide du Ministère de l'Environnement : « La démarche d'Analyse des Risques Résiduels » Version 0 de février 2007.

L'évaluation des risques repose sur quatre étapes :

- Étape 1 : identification des dangers : quels sont les effets indésirables que les différentes substances peuvent avoir sur l'homme ?
- Étape 2 : estimation des relations doses-réponses pour les substances considérées : quelle est la valeur entre la dose d'exposition à la substance et la réponse de l'organisme exposé (choix de la Valeur Toxicologique de Référence ou VTR) ?
- Étape 3 : estimation des expositions : qui est exposé à la substance dangereuse, où, comment, à quel niveau d'exposition et pendant combien de temps ?
- Étape 4 : caractérisation des risques sanitaires : quel est le niveau de risque, la probabilité de survenue du danger, en comparant les doses d'exposition aux VTR.

Une discussion des incertitudes des calculs est également intégrée à l'étude.

J.2. Sélection des substances et des concentrations

Le choix des substances et des concentrations se base sur les règles suivantes :

- on considère en première approche les teneurs maximales retrouvées dans les milieux investigués, toute profondeur confondue, sans distinction entre les différents aménagements :
 - si celles-ci sont supérieures aux valeurs de comparaison,

- si le composé a été quantifié en l'absence de valeurs de comparaison,
- les concentrations mesurées dans les gaz du sol ont été préférentiellement retenues par rapport aux concentrations sols et eaux souterraines (diminution des incertitudes liées à la modélisation des transferts), à condition que les piézairs soient associés aux concentrations maximales mesurées dans les sols. Dans ce cas contraire, les concentrations maximales dans les sols ont été retenues.

D'après les résultats d'analyses dans les différents milieux (gaz du sol), les composés retenus (en **gras**) par milieu sont présentées dans le Tableau 20 suivant.

Tableau 20 : Substances et teneurs retenues dans l'Analyse des Risques Résiduels pour la voie inhalation

Composés mesurés au moins une fois lors des différentes campagnes	Concentration maximale mesurée dans les sols (mg/kg)	Concentration maximale mesurée dans les gaz du sol (µg/m³)	Prise en compte pour la voie inhalation
Métaux			
Mercure	0,37 (S2(I-2)) → 0,0185 (5%)	PG-S2 associé 0,08	Oui, concentration supérieure à la borne RI (0,03 µg/kg)
Autres métaux	Divers	-	Non, composés non volatils
Hydrocarbures			
Hydrocarbures C5-C16 ¹¹	C6-C8 : 2 (B (0,05-I)) C8-C10 : 0,51 (A (I-2)) C10-C12 : 11,6 (A (I-2)) C12-C16 : 59 (A (I-2))	(PG-A et PG-B associé) Ali. C5-C6 : <51 (PG-B) max 73 (PG-S7) Ali. C6-C8 : 56 (PG-B) max 78 (PG-S7) Ali. C8-C10 : 323 (PG-A) Ali. C10-C12 : 182 (PG-A) Ali. C12-C16 : < 51 (PG-B) max 180 (PG-S2) Aro. C5-C7 : cf. benzene Aro.C7-C8 : cf. toluène Aro. C8-C10 : 134 (PG-A) Aro. C10-C12 : <51 (PG-B) Aro. C12-C16 : <51 (PG-B)	Non, composé quantifié dans les gaz du sol à une teneur inférieure aux bornes RI
Hydrocarbures C16-C40	390 (C (0,04-0,7))	n.r	Selon le volume 4 du document Total Petroleum Hydrocarbons Working Group (1997), les hydrocarbures en C ₁₇ -C ₃₅ sont peu ou pas volatils
BTEX			
Benzène	0,11 (S5 (0,05-I))	3,2 (PG-S5 associé) Max : 15 (PG-S7)	Oui, composé quantifié dans les gaz du sol à une teneur supérieure à la valeur de comparaison (2 µg/m³), on retient la teneur maximale dans les gaz du sol pour être plus pénalisant
Toluène	0,25 (S7 (0,05-I))	25,1 (PG-S7 associé) Max 39,8 (PG-A)	Non, composé quantifié dans les gaz du sol à une teneur inférieure à la valeur de comparaison (20 000 µg/m³)
Ethylbenzène	<LQ	9,2 (PG-A))	Non, composé quantifié dans les gaz du sol à une teneur inférieure à la valeur de comparaison (1 500 µg/m³)
Xylènes	0,14 (S7 (0,05-I))	30,6 (PG-S7 associé) Max 52,2 (PG-A)	Non, composé quantifié dans les gaz du sol à une teneur inférieure à la valeur de comparaison (100 µg/m³)
HAP			
Autre HAP (hors naphtalène)	24,9 (S13 (I-I,9))		Non => teneur supérieure au bruit de fond (25 mg/kg) mais composés non volatils (avec des pressions de vapeur inférieures à 10 Pa)
Naphtalène	0,33 (S1 (0,05-I))	<2,5 (PG-S1 associé) Max 2,7 (PG-A)	Non, composé quantifié dans les gaz du sol à une teneur inférieure à la valeur de comparaison (10 µg/m³)

LQ = Limite de Quantification du laboratoire

n.r. = non recherché

¹¹ Pour les hydrocarbures totaux, en l'absence de distinction entre les fractions aliphatiques et aromatiques, les calculs sont menés en appliquant la concentration totale aux deux fractions et le résultat le plus pénalisant est retenu

J.3. Etape I : Identification des dangers

L'exposition à une substance toxique peut produire des effets biochimique, histologique ou morphologique, se traduisant par des altérations spécifiques d'un organe, d'un système ou d'une fonction (système hématopoïétique, fonctions de reproduction par exemple), ou d'un processus biochimique ou biologique (cancer et mutagenicité).

Ces effets varient selon l'intensité, la voie, la fréquence et la durée de l'exposition mais aussi en fonction de l'espèce, du sexe, de l'âge et de l'état de santé des populations exposées. Ils peuvent être réversibles ou irréversibles, immédiats ou différés.

La variété et la sévérité des effets toxiques observés dans les populations augmentent généralement avec le niveau d'exposition : c'est la relation dose-effet. Elle est clairement à distinguer de la relation dose-réponse définie comme décrivant la relation entre la fréquence de survenue d'une pathologie dans une population et le niveau d'exposition à un composé toxique.

J.3.1. Effets à seuil (déterministes)

Les effets à seuil correspondent aux effets aigus et à certains effets chroniques non cancérogènes, non génotoxiques et non mutagènes, dont la gravité est proportionnelle à la dose. Selon cette approche classique de la toxicologie, les effets ne surviennent que si une certaine dose est atteinte et dépasse les capacités de détoxification, de réparation ou de compensation de l'organisme : il existe donc une dose limite en-dessous de laquelle le danger ne peut apparaître. Le danger n'a théoriquement pas lieu de survenir si ces seuils ne sont pas dépassés. Au-delà du seuil, l'intensité de l'effet croît avec l'augmentation de la dose administrée.

Dans ce cas, les valeurs toxicologiques de référence sont généralement construites sur la base de l'effet critique. Il peut être différent selon la voie d'exposition de l'organisme :

- pour une exposition par voie orale, les valeurs toxicologiques de référence sont exprimées en masse de substance par kilogramme de poids corporel de la cible et par jour (mg/kg pc/j). Ces valeurs sont définies comme étant l'estimation de la quantité de produit à laquelle un individu peut théoriquement être exposé (par ingestion) sans constat d'effet nuisible, sur une durée déterminée et sur la base de toutes les informations actuelles ;
- pour une exposition par voie respiratoire, les valeurs toxicologiques de référence s'expriment en masse de substance par m³ d'air ambiant (mg/m³) et correspondent à la teneur de produit dans l'air ambiant à laquelle un individu peut être exposé sans constat d'effet nuisible.

Cet effet est caractérisé par le calcul d'un Quotient de Danger (QD) par substance (lorsque la substance présente un effet à seuil), par milieu et par cible (adulte et enfant distinctement).

J.3.2. Effets sans seuils (probabilistes)

Un effet sans seuil se définit comme un effet qui apparaît quelle que soit la dose reçue. La probabilité de survenue croît avec la dose, mais l'intensité de l'effet n'en dépend pas. L'hypothèse classiquement retenue est qu'une seule molécule de la substance toxique peut provoquer des changements dans une cellule et être à l'origine de l'effet observé. A l'origine, la notion d'absence de seuil était associée aux effets cancérogènes uniquement. Aujourd'hui, cette notion recouvre également des effets sur la reproduction (reprotoxicité) et les mutations génétiques (mutagenicité).

Pour les substances à effets sans seuil, la Valeur Toxicologique de Référence est généralement appelée Excès de Risque Unitaire (ERU). Il s'agit de la probabilité supplémentaire, par rapport à un sujet non exposé, qu'un individu contracte un cancer s'il est exposé pendant sa vie entière à une unité de dose ou de concentration de toxique. Cet indice est l'inverse d'une dose et s'exprime en $(\text{mg/kg/j})^{-1}$ ou $(\text{mg/m}^3)^{-1}$.

Cet effet est caractérisé par le calcul d'un Excès de Risque Individuel (ERI) par substance (lorsque la substance présente un effet sans seuil), par milieu et par cible (adulte et enfant distinctement).

J.4. Etape 2 : Estimation de la relation doses-réponses et choix des Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR)

La sélection des Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) est effectuée conformément aux prescriptions établies par la circulaire n°DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 relative « aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact et de la gestion des sites et sols pollués ».

Ainsi, en l'absence **d'expertise nationale** ou de VTR proposée par l'**Anses**, la VTR sera retenue selon l'ordre de priorité défini par la circulaire DGS/DGPR du 31/10/2014, à savoir :

- la VTR la plus récente parmi les trois bases de données : **US-EPA, ATSDR ou OMS** 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 ;
- puis, si aucune VTR n'était retrouvée dans les 4 bases de données (Anses, US-EPA, ATSDR et OMS), la VTR la plus récente proposée par **Santé Canada, RIVM, l'OEHHA ou l'EFSA**.

L'ensemble des voies d'exposition a été traité en effets chroniques, correspondant à de longues durées d'exposition (d'une année à une vie entière pour l'US-EPA, 1989).

Lorsqu'elles existent, les VTR retenues pour les composés sélectionnés dans l'étude sont présentées ci-après (cf. détail en Annexe I0).

Tableau 21 : Valeurs Toxicologiques de Référence retenues pour la voie inhalation

Mise à jour en juin 2020

Impression Bibliothèque	Hexachlorobenzène	N° CAS	DIT Inhalation	Année	Nom source d'information	ERU Inhalation	Année	Nom source d'information
	Symbole		VTRs,inh			VTRss,inh		
	Unité		mg/m3			(mg/m3)-1		
	Paramètre (Eng)							
	Définition							
Sources d'informations consultées								
Rédacteur			FONDASOL / PB					
Date de Mise à jour			Avril 2025			Avril 2025		
Substances (Dénomination int)								
Métaux et métalloïdes								
Mercure		7439-97-6	0.00003	2008	OEHHA	-		
BTEX & CAV								
Benzène		71-43-2	0.0097	2024	ANSES	0.0016	2024	Anses

J.5. Etape 3 : Estimation des expositions

J.5.1. Définition du budget espace-temps

L'évaluation des expositions repose notamment sur les fréquences et les durées de présence des cibles sur le site, des caractéristiques des aménagements, ... Ces paramètres constituent les données d'entrée du modèle de calculs. L'ensemble des paramètres d'entrée du modèle est synthétisé dans le Tableau 22 conformément aux hypothèses suivantes.

Les cibles considérées sont :

- les familles vivant dans les habitations (adultes, enfants) et pouvant être exposées de manière chronique ;
- les enfants de 3 à 6 ans gardés en crèche (étude de la possibilité de mettre en œuvre une crèche) ;
- les agents et employés de bureau (travailleurs).

Le budget espace-temps retenu dans les calculs des risques sanitaires est présenté dans le tableau ci-après.

Tableau 22 : Paramètres du budget espace-temps

Profil de la cible		Unité	Enfant résident	Adulte résident	Enfant en crèche	Employé de bureau ou assimilé	Justification
			Enfant	Adulte	Enfant	Adulte	Cibles définies au projet
Usage			Logement	Logement	Crèche	Bureaux	
Période d'exposition			0 à 6 ans	6 à 30 ans	de 0 à 3 ans	16 à 58 ans	
Budget espace-temps		Unité	Enfant résident	Adulte résident	Enfant en crèche	Employé de bureau ou assimilé	Justification
Profil corporel							
hresp	Hauteur de respiration	m	1	1.5	1	1.5	Valeur retenu par l'INERIS, 2017
Durée d'exposition							
E _f	Nombre de jour d'exposition théorique annuelle / Nombre de jours de présence dans l'année	jour/an	330	330	220	220	Valeur communément retenue
T	Durée d'exposition théorique	année	6	24	3	42	Valeur communément retenue
T _m	Période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée (Substances à effet à seuil T _m =T substance sans seuil d'effet : T _m est assimilé à la durée de la vie entière, prise conventionnellement égale à 70 ans)	année	70	70	70	70	Valeur communément retenue
Inhalation d'air intérieur							
ti intérieur	Nombre d'heures par jour en intérieur	h/j	20.00	20.00	10.00	8.00	Valeur communément retenue
Inhalation d'air extérieur							
ti extérieur, sur site	Nombre d'heures par jour en extérieur	h / jour	1.00	1.00	1.00	1.00	Valeur communément retenue
Paramètres d'exposition		Unité	Enfant résident	Adulte résident	Enfant en crèche	Employé de bureau ou assimilé	Justification
Profil corporel							
P	Masse corporelle	kg	15	70	7.6	70	Valeur communément retenue

J.5.2. Estimation des concentrations dans les différents milieux

J.5.2.1. Estimation des concentrations dans l'air intérieur

La modélisation des transferts des gaz des sols vers l'air intérieur se base sur le développement de 2 principaux outils utilisés en France qui intègrent le transport diffusif et le transport convectif :

- le modèle de Johnson et Ettinger¹² (1991), recommandé par l'US EPA (2004a), qui prend en compte la convection et la diffusion des vapeurs dans le sol et **au niveau du plancher d'un bâtiment**. Il est adapté aux constructions en dallage indépendant (avec fissuration périphérique de la dalle liée au séchage).;
- le modèle VOLASOIL¹³ (Waitz et al., 1996), actuellement recommandé par le RIVM (institut néerlandais pour la protection de la santé et de l'environnement). Ce modèle conçu pour représenter le transfert des polluants dans l'air intérieur d'un bâtiment construit sur **vide sanitaire** à partir d'une source dans le sol ou dans une nappe peu profonde, prend en compte la convection et la diffusion des vapeurs dans le sol et la convection à travers le plancher.

Les équations de ces deux logiciels ont été réécrites par nos soins sous Excel, dans le fichier référencé en interne F.E.R.S. (Fondasol Evaluation des Risques Sanitaires).

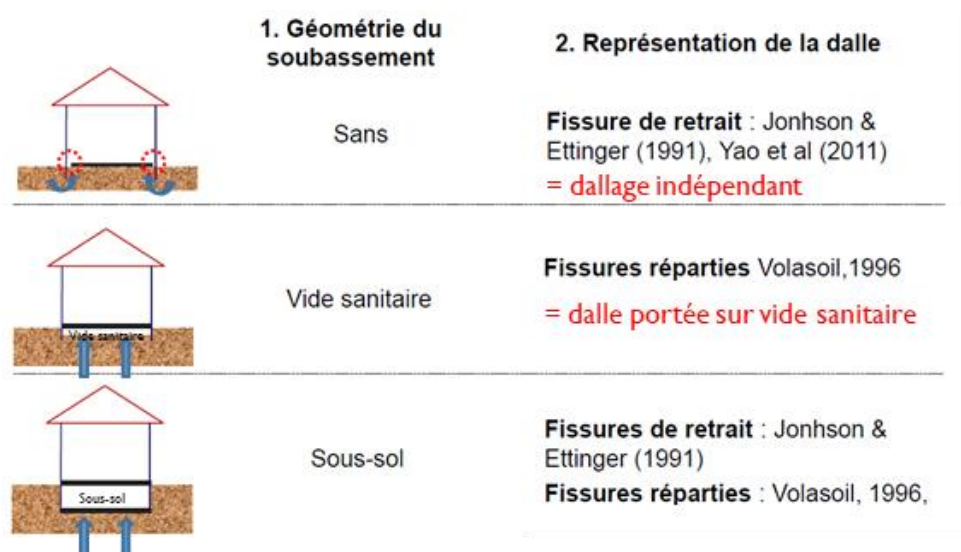


Figure 24 : Choix du logiciel de calcul

Au vu du projet d'aménagement prévu sur le site, le modèle Johnson et Ettinger sera utilisé. En première approche, seuls les aménagements de plein pied (scénario pessimiste) seront considérés.

Le transfert des vapeurs du sol vers l'air intérieur des bâtiments est conditionné selon plusieurs effets présentés en Figure 25.

¹² 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

¹³ 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

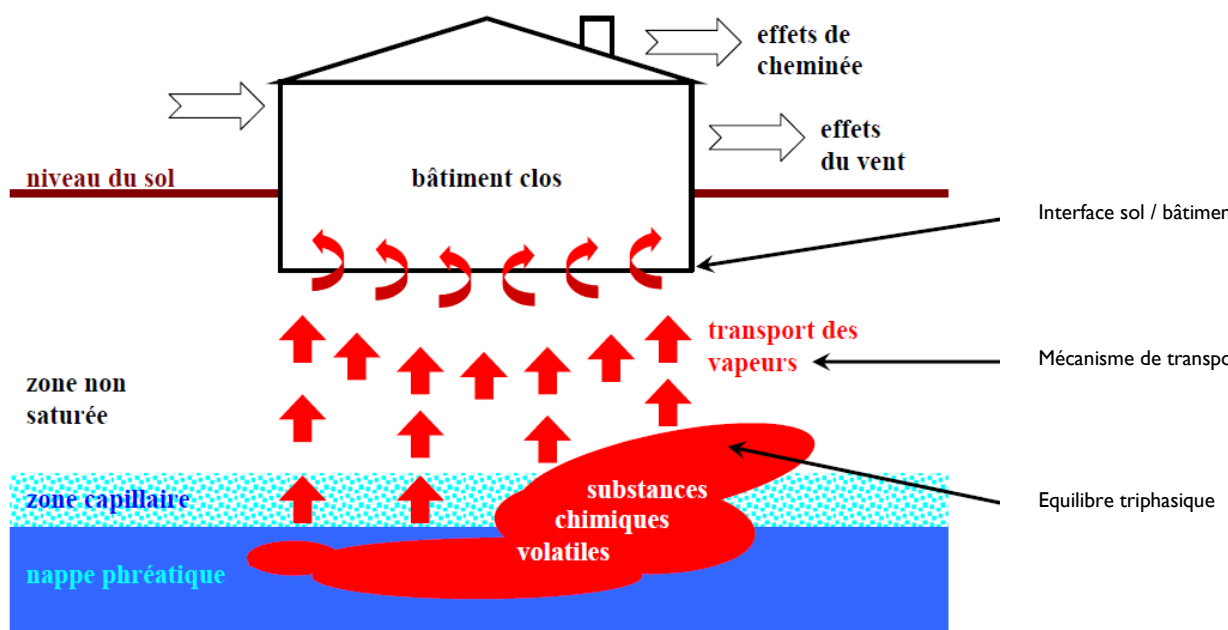


Figure 25 : Schéma de principe du transfert des vapeurs du sol vers l'air intérieur des bâtiments (Source : INERIS)

Les transferts sont conditionnés par 2 mécanismes principaux :

- le phénomène de diffusion moléculaire : lorsque deux volumes d'air ayant des concentrations différentes en substances sont en présence, les substances se déplacent de façon à tendre vers une concentration homogène des deux volumes d'air ;
- le phénomène de convection : c'est la différence de pression entre le sol et l'intérieur de l'habitation entraînant un mouvement d'air depuis le sol vers le bâtiment.

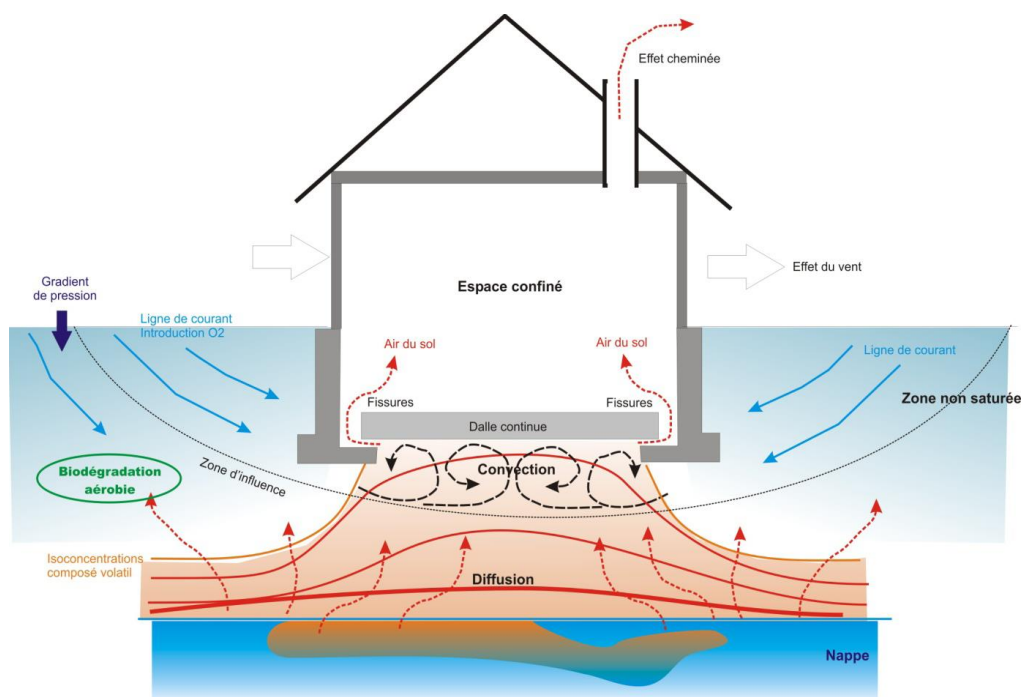


Figure 26 : Schéma de principe du modèle Johnson & Ettinger

Au niveau du bâtiment, le calcul prend en compte les transferts au niveau de la dalle mais pas au niveau des murs du vide sanitaire ou du sous-sol. La moyenne annuelle de la concentration dans le lieu de vie et les niveaux d'exposition par inhalation sont également calculés. Dans le cas d'un bâtiment sur sous-sol, il est possible de distinguer la fraction de temps passé dans le sous-sol et la fraction de temps passé dans les pièces à vivre. La concentration dans la source devra être définie comme une constante.

Les paramètres d'entrée pour Johnson & Ettinger sont présentés en figure suivante.

L'ensemble des équations utilisées pour l'évaluation des concentrations dans l'air intérieur est présenté en Annexe 12.

Compte tenu de la présence de différents types d'usage (habitation, bureaux et crèche), la modélisation de l'aménagement le plus sensible a été sélectionné, épaisseur de la dalle du bâtiment pour une maison individuelle et du plain-pied.

Figure 27 : Données d'entrée pour l'air intérieur

Paramètre	Valeur retenue	Unité	Justification
Lieu de vie			
 			
Taux de renouvellement d'air dans le lieu de vie τ_p	0.0001389	s ⁻¹	Valeur bibliographique issues de l'US-EPA, 2004 retenue pour un usage de logements équipé d'une VMC : 0.5 vol/h (soit 12 vol/j)
Hauteur du bâtiment h_{building}	2.5	m	Hauteur classique de constructions neuves
Longueur l_{building}	3	m	Pièce de vie la plus petite mesurée sur le plan
Largeur L_{building}	3	m	
Surface du bâtiment (ou de l'espace clos) A_b	6	m ²	Valeur calculée
Périmètre X_{crack}	10	m	Valeur calculée
			
Dalle béton du bâtiment			
Epaisseur de la dalle du bâtiment L_{crack}	12.0	cm	Epaisseur minimale pour une maison individuelle
Ratio de fissuration dans la dalle η	3.80E-03	sans unité	Valeur proposée par J&E
Porosité à l'eau de la dalle	0.07	sans unité	Valeur bibliographiques
Porosité à l'air de la dalle	0.05	sans unité	
Distance de la source au dallage L_T	10.0	cm	Donnée de terrain
Température T_s du sol	285.65	K	Température moyenne annuelle en France
Densité du sol ρ	1.8	g/cm ³	BP RISC
Couche de sol 1			
Type de sol :	Sable		Constat de terrain
Epaisseur de la couche l_1 :	50.0	cm	Observation de terrain
Porosité n_1	0.375	sans unité	Valeur proposées par modèle J & E pour ce type de sol
dont Teneur en eau $\Theta_{\text{eau},1}$	0.054	sans unité	
et Teneur en air $\Theta_{\text{air},1}$	0.321	sans unité	
Perméabilité intrinsèque $k_{v,1}$	9.91E-08	cm ²	
Couche source			
	Source sol		
	Couche 1		
Type de sol :	Sable		Constat de terrain
Profondeur de la source	10.0	cm	
Volume de la source	Source infinie		L'état de la source est considérée stationnaire et implique un régime permanent
Porosité n_{source}	0.375	sans unité	
Teneur en eau $\Theta_{\text{eau},\text{source}}$	0.054	sans unité	
Teneur en air $\Theta_{\text{air},\text{source}}$	0.321	sans unité	
Teneur en carbone organique foc	0.002	sans unité	US-EPA 1996, 2002, 2004 (Bioplume III, Natural Attenuation Decision Support System, 1998)

Les concentrations dans l'air intérieur sont estimées à partir des concentrations d'entrée retenues dans les différents milieux et rappelées dans le Tableau 20 et résumées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 23 : Concentrations calculées dans l'air intérieur

	N° CAS	Mesuré	Concentration dans les gaz du sol Gaz du sol retenus au droit du bâtiment	Concentration dans l'air ambiant intérieur	INERIS valeurs au 30/11/2018	VALEURS GUIDES	Bruit de fond logement OQAI, 2006	Ecole et lieux accueillant des enfants	Bruit de fond bureau	Valeurs limite d'exposition professionnelle	Calculé
Unité											
Substance											
Métaux et métalloïdes											
Mercur	7439-97-6		0.08							0.02	5.76E-04
STEX & CAV											
Benzène	71-43-2		1.50E+01							0.66 (valeur transitoire de 1,65 entre avril 2025 et avril 2026)	1.65E-01

Interprétation : l'ensemble des teneurs calculées dans l'air intérieur est inférieur à la borne R1.

J.5.2.2. Estimation des concentrations dans l'air extérieur

Dans l'air extérieur, la modélisation des expositions est conduite sur la base des équations de Millington and Quirk et de l'équation de Fick. La dilution par le vent est ensuite calculée dans une boîte de taille fixée. Comme pour l'air intérieur, la zone de pollution est considérée comme infinie.

Ces équations ont été réécrites par nos soins sous Excel, dans le fichier référencé en interne F.E.R.S. (Fondasol Evaluation des Risques Sanitaires).

Figure 28 : Données d'entrée pour l'air extérieur

Paramètre	Valeur retenue	Unité	Justification
Vitesse du vent vit_v	3 m.s ⁻¹		Vitesse moyenne observée en France
			
Longueur de la zone d'émission parallèle à la direction du vent long_zp	100 m		Valeur mesurée sur plan
Hauteur de la zone de mélange dans l'air ambiant h_mel enfant	1 m		
Hauteur de la zone de mélange dans l'air ambiant h_mel adulte	1.5 m		
			
			
Recouvrement			
Nature du recouvrement	Terre végétale		
Epaisseur recouvrement h_couv	0.30 m		
Porosité du recouvrement	0.30 -		
Teneur en eau du recouvrement	0.150 -		
Teneur en air du recouvrement	0.150 -		
Densité du sol p	1.8 g/cm ³		BP RISC
Couche de sol 1			
Type de sol :	Sable		Constat de terrain
Epaisseur de la couche l ₁	0.5 m		Observation de terrain
Porosité n ₁	0.375 -		
dont Teneur en eau $\Theta_{eau,1}$	0.054 -		Valeur proposées par modèle J & E pour ce type de sol
et Teneur en air $\Theta_{air,1}$	0.321 -		
Couche source			
Couche source	Source sol		
Couche source	Couche 1		
Type de sol :	Sable		Constat de terrain
Volume de la source	Source infinie		L'état de la source est considérée stationnaire et implique un régime permanent (approche pénalisante)
Distance de la source L _{source}	0.1 m		
Porosité n _{source}	0.375 sans unité		
Teneur en air $\Theta_{air,source}$	0.321 sans unité		Valeur proposées par modèle J & E pour ce type de sol
Teneur en eau $\Theta_{eau,source}$	0.054 sans unité		
Teneur en carbone organique foc	0.002 sans unité		US-EPA 1996, 2002, 2004 (Bioplume III, Natural Attenuation Decision Support System, 1998)

L'ensemble des équations utilisées pour l'évaluation des concentrations dans l'air extérieur est présenté en Annexe 12.

Les concentrations dans l'air extérieur sont estimées à partir des concentrations d'entrée retenues dans les différents milieux et rappelées dans le Tableau 20 et résumées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 24 : Concentrations calculées dans l'air extérieur

	N° CAS	Concentration dans les gaz du sol	Mesuré	Concentration dans l'air ambiant extérieur			VALEURS REGLEMENTAIRES Décret n° 2010-1250			VALEURS GUIDES			Calculé	Calculé
			Gaz du sol retenus au droit des espaces extérieurs	R1	R2	R3	objectif qualité (FR)	valeur limite de protection de la santé (FR)	valeur cible (UE)	CERTU, 2006 Gammas synthétisées	OOA, 2006 Bruit de fond	INERIS, 2009 Bruit de fond - synthèse données AASQA	Air ambiant extérieur à 1 m	Air ambiant extérieur à 1,50 m
Unité			µg/m ³	µg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3 (sauf précision)	µg/m3	µg/m3 (sauf précision)	µg/m ³	
Substance														
Métaux et métalloïdes														
Mercur	7439-97-6		8.00E-02	0.03	0.20								5.23E-07	3.48E-07
BTEX & CAV														
Benzène	71-43-2		1.50E+01	2.00	10.00	30.00	2 (annuel)	5 (annuel)		urbain : 0,25 à 3 - trafic : 1 à 9,3 péri-urbain: 0,3 à 2 - rural: 0,6 à 1,2 industriel: 0,4 à 10,6	[<0.1-2.9]	urbain : [0,6-4,8] - péri-urbain [1-1,5] rural : [0,5-1,2] - industriel : [0,2-3,5]	3.09E-04	2.06E-04

Interprétation : l'ensemble des teneurs calculées dans l'air extérieur est inférieur à la borne R1.

J.5.3. Estimation des expositions

J.5.3.1. Exposition par inhalation

Pour la voie respiratoire, la dose d'exposition est généralement remplacée par la concentration inhalée. La concentration moyenne inhalée par jour est calculée de la façon suivante :

$$CI = \left[\sum (Ci \times ti) \right] \times F \times \frac{T}{Tm}$$

<u>avec</u> :	CI :	concentration moyenne inhalée (mg/m ³)
	Ci :	concentration de contaminant dans l'air inhalé pendant la fraction de temps ti (mg/m ³)
	ti :	fraction du temps d'exposition à la concentration Ci pendant une journée (-)
	F :	fréquence d'exposition : nombre annuel de jours d'exposition ramené au nombre total annuel de jours (-)
	T :	durée d'exposition (années)
	Tm :	période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée (années) avec Tm = DE *365 pour les substances à seuil Tm = 70*365 pour les substances sans seuil

Les concentrations moyennes inhalées sont calculées à partir des concentrations dans l'air présentées dans le Tableau 23 pour l'air intérieur et le Tableau 24 pour l'air extérieur.

Le détail des calculs est donné en Annexe I3.

J.6. Etape 4 : Calculs de risques sanitaires

J.6.1. Evaluation des risques à effet seuil : calcul du QD

Le quotient de danger, lorsque l'exposition par inhalation est retenue, est calculé selon :

$$QDi = \frac{CI}{RfC}$$

<u>avec</u> :	QDi :	Quotient de danger inhalation (-)
	CI :	Concentration inhalée (mg/m ³)
	RfCi :	VTR à seuil par inhalation (mg/m ³)

Pour chaque cible (adulte ou enfant), les QD des substances présentant le même effet critique sur la santé sont ensuite sommés. Cette somme est comparée au seuil de risque acceptable de I défini dans la Circulaire du 8 février 2007.

Notons toutefois que le guide d'avril 2017 recommande seulement l'addition des quotients de danger uniquement pour les substances ayant le même mécanisme d'action toxique sur le même organe cible.

J.6.2. Evaluation des risques à effets sans seuils : calculs de l'ERI

L'Excès de Risque Individuel, lorsque l'exposition par inhalation est retenue, est calculé selon :

$$ERLi = CI \times ERUi$$

<u>avec</u> :	ERLi :	Excès de Risque Individuel par voie Inhalation (-)
	CI :	Concentration inhalée (mg/m ³)
	ERUi :	Excès de Risque Unitaire par voie Inhalation (mg.m ⁻³) ⁻¹

Pour chaque cible (adulte ou enfant), les ERI de l'ensemble des substances sont ensuite sommés, quel que soit l'effet critique observé sur la santé. L'ERI adulte et l'ERI enfant sont également sommés puisque la probabilité d'apparition de l'effet sans seuil s'exerce sur la vie entière. Cette somme est comparée au seuil de risque acceptable de 10^{-5} défini dans la Circulaire du 8 février 2007. La valeur de 10^{-5} correspond à l'apparition d'un cancer (ou autre effet sans seuil étudié) sur une population de 100 000 personnes.

J.6.3. Conclusions sur l'acceptabilité des risques résiduels

Les résultats des calculs de risques sanitaires sont présentés dans le Tableau 25.

Tableau 25 : Résultats des calculs de risques sanitaires pour les futurs usagers des bâtiments

Valeurs de risques	QD non cancérigènes					ERI				
	Cible 1	Cible 2	Cible 3	Cible 4	Composé tirant le risque	Cible 1	Cible 2	Cible 3	Cible 4	Composé tirant le risque
	Enfant	Adulte	Enfant en	Employé de		Enfant	Adulte	Enfant en	Employé de	
Inhalation de vapeurs en extérieur	1.86E-06	1.24E-06	1.24E-06	8.26E-07	Mercury/Benzène	1.60E-12	4.26E-12	5.33E-13	4.97E-12	Benzène
Risque total	2.74E-02	2.74E-02	9.13E-03	7.31E-03		1.71E-08	6.85E-08	2.86E-09	3.20E-08	
Seuils fixés par la circulaire du 08/02/2007	1.00					1.00E-05				

L'Analyse des Risques Résiduels montre que les risques induits sur le site, une fois les mesures de gestion mises en œuvre (confinement des sols), sont conformes aux exigences formulées dans la Politique de gestion des sites et sols pollués, et notamment à la circulaire de février 2007.

L'ensemble des résultats obtenus sont présentés en Annexe I3.

J.7. Discussions sur les incertitudes et étude de sensibilité

L'approche de l'incertitude sert à évaluer la possibilité de sur- ou sous-estimation du risque.

En première approche, nous avons retenu :

- des fréquences et durées d'exposition pour les usagers du site qui correspondent aux données CIBLEX et à des estimations au plus près des fréquentations. Ces fréquences pourraient être sécuritaires dans certains cas. Ces hypothèses paraissent réalistes et les incertitudes liées à la définition des cibles et des usages ne sont pas retenues.
- les concentrations maximales pour toutes les substances volatiles ayant été détectées dans les gaz du sol si celles-ci sont supérieures aux valeurs de comparaison. Les données considérées paraissent réalistes voire majorantes.

Rappelons que les concentrations observées dans les gaz du sol sont soumises à de fortes variations temporelles (journalières et saisonnières) et spatiales. Dans le cadre de la compréhension des transferts vers un bâtiment existant ou futur, le guide méthodologique FLUXOBAT¹⁴, recommande la réalisation de 2 campagnes de mesures de gaz du sol minimum sur deux périodes contrastées (été et hiver par exemple), voire 3 campagnes en cas de résultats divergents.

Une étude de sensibilité (n° I) a été menée en considérant la totalité des composés quantifiés dans les gaz du sol, même si les teneurs sont inférieures aux valeurs de comparaison. Les teneurs ainsi retenues sont présentées dans le tableau suivant.

Les résultats de cette incertitude sont présentés dans le Tableau 27.

¹⁴ Traverse S., Schäfer G., Chastanet J., Hulot C., Perronnet K., Collignan B., Cotel S., Marcoux M., Côme J.M., Correa J., Gay G., Quintard M., Pepin L. (2013). Projet FLUXOBAT, Évaluation des transferts de COV du sol vers l'air intérieur et extérieur. Guide méthodologique, Novembre 2013.

- uniquement les substances volatiles car il est rappelé que seul le transfert par inhalation a été considéré dans la présente EQRS : l'hypothèse apparaît réaliste.
- des caractéristiques de bâtiment standard, en l'absence de projet précis. Il s'agit de valeurs bibliographiques ou utilisées classiquement dans les modèles de calculs (plages de validité du modèle).

Une étude de sensibilité (n°2) a ainsi été réalisée en considérant une pièce de vie de 6 m².

Tableau 26 : Teneurs retenues en incertitudes (n°I) dans les gaz du sol

	N° CAS	Concentration dans les gaz du sol		Concentration dans l'air ambiant intérieur			Bruit de fond logement OQAI, 2006			Ecole et lieux accueillant des enfants		Bruit de fond bureau		Valeurs limite d'exposition professionnelle		Calculé	
		Gaz du sol retenus au droit du bâtiment	Gaz du sol retenus au droit des espaces extérieurs	R1	R2	R3	Habitat [médiane-percentile 95]	Garage [médiane-percentile 95]	MTES & MSS	DRASS IDF	DRASS IDF	Valeur Limite d'Exposition Professionnelle (VLEP - 8 h)	Valeur Limite Court Terme (LLCT ou VLE)	Valeur air intérieur retenue	J&E		
Unité		µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	mg/m³	mg/m³	µg/m³		
Substance																	
Métaux et métalloïdes																	
Mercure	7439-97-6	0.08	8.00E-02	0.030	0.200	-							0.02		5.27E-04		
BTEX & CAV																	
Benzène	71-43-2	1.50E+01	1.50E+01	2	10	30	2008 : VGAI CT : 30 - VGAI MT : 20 VGAI > 1 an : 10 - VGAI LT : 2	2010 : VC : 2 - VR : 5 - VAR : 10	5 (1,7 pour un ERU de 10-5)	[2.1-7.2]	[4.4-19.7]	2.00	10.00	[3-5.1]	0.66 (valeur transitoire de 1,65 entre avril 2025 et avril 2026)	1.44E-01	
Toluène	108-88-3	3.98E+01	3.98E+01	20 000	21 000	21 000	2018 : VGAI CT - LT = 20 000			[12.2-86.7]	[110.4-691.7]		[19-40]	76.80	384.00	3.74E-01	
Ethylbenzène	100-41-4	9.20E+00	9.20E+00	1 500	15 000	22 000	2018 : VGAI CT - LT = 20 000			[2.3-15]	[18-137.2]		[3-6-8-6]	88.40	442.00	8.33E-02	
Xylènes	100-20-3	5.22E+01	5.22E+01	100	1 000	8 800										4.65E-01	
Hydrocarbures aliphatiques																	
Hydrocarbures aliphatiques C5-C6	Aliph>5-6	7.30E+01	7.30E+01	18 000	180 000	-										7.07E-01	
Hydrocarbures aliphatiques C6-C8	Aliph>6-8	7.80E+01	7.80E+01	18 000	180 000	-										7.55E-01	
Hydrocarbures aliphatiques C8-C10	Aliph>8-10	3.23E+02	3.23E+02	1 000	10 000	-										3.13E+00	
Hydrocarbures aliphatiques C10-C12	Aliph>10-12	1.82E+02	1.82E+02	1 000	10 000	-										1.76E+00	
Hydrocarbures aliphatiques C12-C16	Aliph>12-16	1.80E+02	1.80E+02	1 000	10 000	-										1.74E+00	
Hydrocarbures aromatiques																	
Hydrocarbures aromatiques C8-C10	Aroma>8-10	1.34E+02	1.34E+02	200	2 000	-										1.30E+00	
Hydrocarbures aromatiques C10-C12	Aroma>10-12	5.10E+01	5.10E+01	200	2 000	-										4.94E-01	
Hydrocarbures aromatiques C12-C16	Aroma>12-16	5.10E+01	5.10E+01	200	2 000	-										4.94E-01	
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)																	
Naphtalène	91-20-3	3.30E-01	3.30E-01	10	50	-	2009 : VGAI LT : 10	2012 : VR = 10 - VAR = 50						50.00		2.71E-03	

Paramètre	Valeur retenue	Unité	Justification
Lieu de vie			
			
Taux de renouvellement d'air dans le lieu de vie τ_p	0.0001389	s^{-1}	Valeur bibliographique issues de l'US-EPA, 2004 retenue pour un usage de logements équipé d'une VMC : 0.5 vol/h (soit 12 vol/j)
Hauteur du bâtiment $h_{building}$	2.5	m	Hauteur classique de constructions neuves
Longueur $l_{building}$	2	m	Pièce de vie la plus petite mesurée sur le plan
Largeur $L_{building}$	3	m	
Surface du bâtiment (ou de l'espace clos) Ab	6	m^2	Valeur calculée
Périmètre X_{crack}	10	m	Valeur calculée
			

Figure 29 : Données d'entrée retenue en incertitude (n°2) pour l'air intérieur

Les résultats sont présentés dans le Tableau 27.

- les relations doses-réponses disponibles en l'état actuel des connaissances. Le choix des Valeurs Toxicologiques de Référence a été effectué conformément aux prescriptions établies par la circulaire n°DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 relative « aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact et de la gestion des sites et sols pollués », qui s'applique également aux EQRS.
- dans une première approche sécuritaire, tous les QD des substances ont été cumulés sans distinction des organes cibles. Le QD sommé de cette manière étant inférieur à 1, il n'est pas apparu nécessaire d'aller au-delà de cette approche.
- lors des investigations de terrain, il a été mis en évidence que les sols sont constitués de remblais sablo-graveleux. Des sables ont été considérés, cela paraît réaliste voire majorantes.
- des hypothèses réalistes, voire majorantes concernant le choix des valeurs des paramètres, notamment pour les caractéristiques du sol (perméabilité, foc,...).
- des composés 100% bioaccessibles.

Les résultats des calculs de sensibilités sont présentés dans le tableau ci-après.

Tableau 27 : Résultats des calculs de sensibilité

Hypothèse considérée en calcul principal			Valeur considérée en sensibilité				Cible 1	Cible 2	Cible 3	Cible 4	Composé tirant le risque	Cible 1	Cible 2	Cible 3	Cible 4	Composé tirant le risque
Calcul principal							2.44E-02	2.44E-02	8.15E-03	6.52E-03	Mercure/Benzène	1.49E-08	5.97E-08	2.49E-09	2.78E-08	Benzène
Incertitude 1	Composés retenus dépassant les valeurs de référence	Tout les composés quantifiés sont retenus					4.17E-02	4.17E-02	1.39E-02	1.11E-02	Mercure/Benzène	1.59E-08	6.36E-08	2.65E-09	2.97E-08	Benzène
Variation incertitude 1							70.6%	70.6%	70.6%	70.6%		6.6%	6.6%	6.6%	6.6%	
Incertitude 2	Surface du bâtiment = 9 m²	Surface du bâtiment = 6 m²					2.73E-02	2.73E-02	9.10E-03	7.28E-03	Mercure/Benzène	1.71E-08	6.82E-08	2.84E-09	3.18E-08	Benzène
Variation incertitude 2							11.7%	11.7%	11.7%	11.7%		14.4%	14.4%	14.4%	14.4%	

L'analyse des incertitudes permet de constater que celles-ci ne sont pas de nature à remettre en cause la validité de l'Évaluation Quantitative des Risques Sanitaires, car l'évaluation des risques sur la base d'hypothèses plus pénalisantes que celles initialement retenues dans la présente étude, n'induit pas de niveau de risque inacceptable au sens de la Politique Nationale de gestion des sites et sols pollués.

K. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

K.1. Conclusions

La campagne d'investigations complémentaires des sols a mis en évidence la présence d'hydrocarbures volatils dans les sols non identifiés dans la première étude réalisée PR.59EN.23.0018.001 en date d'avril 2023, ainsi que des dépassements des critères de l'arrêté du 12 décembre 2014 relatif aux Installations de Stockage de Déchets Inertes.

Les investigations des gaz du sol ont mis en évidence des teneurs en mercure et en BTEX supérieures aux valeurs de référence. Les anomalies mises en évidence dans les sols ont donc dégradé la qualité des gaz du sol et donc potentiellement l'air ambiant. La présence de ces composés volatils pourrait engendrer des risques sanitaires vis-à-vis de la santé humaine.

L'Analyse des Risques Résiduels montre que les risques induits sur le site, une fois les mesures de gestion mises en œuvre (confinement des sols), sont conformes aux exigences formulées dans la Politique de gestion des sites et sols pollués, et notamment à la circulaire de février 2007, pour l'usage de logements, de bureaux ainsi que pour la possibilité de mise en œuvre d'une crèche.

K.2. Recommandations

K.2.1. Investigations complémentaires

Compte tenu des résultats d'analyses, FONDASOL Environnement recommande :

- un apport de terres saines en surface au droit des futurs potentiels espaces verts en raison de la présence de polluants afin de limiter les risques d'ingestion et de contact direct dans le cas où ceci ne serait pas déjà prévu au projet ;
- le respect des filières d'élimination des déblais dans le cadre des terrassements prévus au projet.

K.2.2. Gestion des futurs déblais

Au vu des résultats analytiques, les terres à évacuer dans le cadre du projet pourraient être prises en charge par les filières ISDI, ISDI+ et ISDND.

Dans le cadre de ces évacuations, il conviendra de réaliser un certificat d'acceptation préalable (CAP) auprès du centre reprenneur des terres en amont des travaux. Ceux-ci devront être réalisés selon la réglementation en vigueur.

D'autre part, pour rappel, dès qu'il y a mouvement de plus de 500 m³ de terres excavées, sauf si les terres sont réutilisées sur le même site dans un rayon de 30 km, une déclaration doit être réalisée au Registre National des Déchets, Terres excavées et Sédiments (RNDTS : <https://rndts-diffusion.developpement-durable.gouv.fr/fr>).

En l'absence d'anomalies significatives d'impact, FONDASOL Environnement n'émet pas de contre-indication au déplacement des terres sur site si celles-ci doivent être excavées au droit des zones étudiées.

K.2.3. Conservation de la mémoire du site

En cas de changement du projet d'aménagement, ces recommandations seraient à réévaluer.

L. LIMITES DE LA METHODE

Ce document doit être utilisé dans son entier.

Une étude de la pollution du milieu souterrain a pour seule fonction de renseigner sur la qualité des différents milieux investigués (sols, eaux souterraines, gaz du sol, ...). Toute utilisation en dehors de ce contexte, dans un but géotechnique par exemple, ne saurait engager la responsabilité de notre société.

Par ailleurs, ce document a été établi pour un projet d'aménagement spécifique. Toute évolution de ce projet devra donner lieu à une actualisation du présent document. Tout changement d'usage ultérieur pourra conduire à l'établissement de nouvelles mesures de gestion.

Par ailleurs, ce rapport est réalisé sur les données disponibles à la date de réalisation : il rend compte de l'état du milieu à un instant donné. Des événements ultérieurs au diagnostic (interventions humaines, accidents, traitement des terres pour améliorer leurs caractéristiques mécaniques, ou phénomènes naturels) peuvent modifier la situation observée à cet instant.

L.1. Investigations

Les prélèvements ne peuvent pas offrir une vision continue de l'état des terrains du site. L'existence d'une anomalie d'extension limitée entre deux prélèvements et/ou à plus grande profondeur, qui aurait échappé à nos investigations, ne peut être exclue. Par ailleurs, l'inaccessibilité de certaines zones peut entraîner un défaut d'observation non imputable à notre société.

D'autre part, le diagnostic permet d'établir un état des lieux de la qualité environnementale des milieux à un instant donné. La survenue d'un incident ou d'une pollution ultérieure à la réalisation des investigations de terrain dans le cadre du diagnostic peut remettre en cause la validité des résultats et des conclusions du diagnostic.

L'échantillonnage du fait de son caractère ponctuel ne permet pas de représenter la totalité des impacts anthropiques (activités et installations humaines ciblées, lors des investigations, en fonction des données disponibles).

Enfin, seule la réalisation de fouilles à la pelle mécanique permet de s'assurer de la présence ou non de DIB dans les terres de remblais. Les déchets enfouis, s'ils ne peuvent être triés à l'avancement des terrassements, peuvent générer des refus en filière ISDI ou en comblement de carrière acceptant les terres sulfatées.

Le Ministère en charge de l'Environnement et le BRGM recommandent la réalisation de prélèvements et analyses de gaz du sol et/ou d'air ambiant afin de conclure sur la compatibilité sanitaire entre les milieux et le projet (au moins deux campagnes, à des périodes climatiques différentes, classiquement été et hiver). Ces mêmes organismes alertent sur le caractère sensible de ces analyses au regard de l'influence de nombreux paramètres au cours des prélèvements (parmi lesquels la température, la pression atmosphérique, la vitesse et l'orientation des vents sur le bâti, l'hygrométrie, le chauffage ou non du bâtiment). Ainsi, les concentrations observées dans les gaz du sol et l'air ambiant sont soumises à de fortes variations temporelles (journalières et saisonnières) et spatiales.

L.2. Gestion d'une pollution identifiée

Cette mission de diagnostic ne permet pas de définir précisément les caractéristiques d'une éventuelle zone de pollution concentrée, ni d'en estimer les coûts de gestion ou les risques vis-à-vis de la santé humaine.



ANNEXES

ANNEXE I : ABREVIATIONS

Cette annexe contient 2 pages.

Abréviation	Définition	Abréviation	Définition
ADES	Portail national d'Accès aux Données sur les Eaux Souterraines	HV	Hydrocarbures Volatils C ₅ -C ₁₀
AEP	Adduction en Eau Potable	ICPE	Installations Classées pour la Protection de l'Environnement
APB	Arrêté de Protection de Biotope	IGN	Institut Géographique National
ARIA	Analyse, Recherche et Information sur les Accidents	INERIS	Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques
ARS	Agence Régionale de Santé	INPN	Inventaire National du Patrimoine Naturel
ASTDR	Agency for Toxic Substances and Disease Registry	ISDD	Installation de Stockage de Déchets Dangereux
BARPI	Bureau d'Analyse des Risques de Pollutions Industrielles	ISDI	Installation de Stockage de Déchets Inertes
BASIAS	Base de données des Anciens Sites Industriels et Activités de Service	ISDND	Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux
BASOL	Base de données sur les sites et sols pollués ou potentiellement pollués appelant une action des pouvoirs publics, à titre préventif ou curatif	J&E	Johnson & Ettinger
BRGM	Bureau de Recherches Géologiques et Minières	LD	Limite de Détection
BSS	Banque de données du Sous-Sol	LQ	Limite de Quantification
BTEX	Hydrocarbures mono-aromatiques : Benzène, Toluène, Ethylbenzène et Xylènes	MEDDE	Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie
CASIAS	Cartes des Anciens Sites Industriels et Activités de Service	MS	Matière Sèche
COHV	Composés Organiques Halogénés Volatils	MTES	Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire
DIB	Déchets Industriels Banals	NGF	Nivellement Général de la France
DICT	Déclarations d'Intention de Commencement de Travaux	OEHA	Office of Environmental Health Hazard Assessment
DREAL	Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement	OMS	Organisation Mondiale de la Santé
ENS	Espaces naturels sensibles	Pack ISDI	Analyses sur brut : Carbone Organique Total (COT), HAP, BTEX, PCB, HCT Test de lixiviation : COT, 12 métaux lourds, chlorures, sulfates, fraction soluble, indice phénol, fluorures.
EQRS	Évaluation Quantitative des Risques Sanitaires	PCB	Polychlorobiphényles
FNADE	Fédération Nationale des Activités de Dépollution et de l'Environnement	RAMSAR	Zone humide d'importance internationale
FOD	Fioul domestique	RIVM	Institut National de Santé Publique et de l'Environnement, Hollande
HAP	Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (16 composés US EPA)	SAGE	Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux
HCT	Hydrocarbures Totaux C ₁₀ -C ₄₀	SDAGE	Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux

Abréviation	Définition
SIC	Site d'Importance Communautaire
SIGES	Système d'Information pour la Gestion des Eaux Souterraines
TA	Terrain Actuel
TPH	Total Petroleum hydrocarbons : coupe pétrolière incluant 8 fractions aliphatiques et 8 fractions aromatiques
8 ETM	8 éléments traces métalliques (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn)

ANNEXE 2 : NORMES ET METHODOLOGIE

Cette annexe contient 2 pages.

METHODOLOGIE NATIONALE DES SITES ET SOLS POLLUES

La méthodologie retenue par FONDASOL Environnement pour la réalisation de cette étude prend en compte :

- la Circulaire ministérielle du 8 février 2007 relative aux sites et sols pollués – Modalités de gestion et de réaménagement des sites pollués, complétée en avril 2017 ;
- le référentiel de certification de service des prestataires dans le domaine des sites et sols pollués dite « certification LNE SSP » du 30 mai 2011 – Révision n°7 de février 2022 ;
- les exigences de la norme NF X 31-620-1 à 5 « Qualité du sol - Prestations de services relatives aux sites et sols pollués » de décembre 2021.

NORMES DE PRELEVEMENT ET DOCUMENTS DE REFERENCE

Les prélèvements de sol ont été réalisés conformément aux normes en vigueur, notamment :

- norme NF ISO 18400-101 de juillet 2017 : « Qualité du sol – Echantillonnage – Partie 101 : Cadre pour la préparation et l'application d'un plan d'échantillonnage », qui annule et remplace la norme NF ISO 10381-1 de mai 2003 ;
- norme NF ISO 18400-102 de décembre 2017 : « Qualité du sol – Echantillonnage – Partie 102 : Choix et application des techniques d'échantillonnage », qui annule et remplace la norme NF ISO 10381-2 de mars 2003 ;
- norme NF ISO 18400-103 de décembre 2017 : « Qualité du sol – Echantillonnage – Partie 103 : Sécurité », qui annule et remplace la norme NF ISO 10381-3 de mars 2002 ;
- norme NF ISO 18400-104 de décembre 2017 : « Qualité du sol – Echantillonnage – Partie 104 : Stratégies et évaluations statistiques » ;
- norme NF ISO 18400-105 de décembre 2017 : « Qualité du sol – Echantillonnage – Partie 105 : Emballage, transport, stockage et conservation des échantillons » qui annule et remplace la norme NF ISO 10381-6 de juin 2009 ;
- norme NF ISO 18400-106 de décembre 2017 : « Qualité du sol – Echantillonnage – Partie 106 : Contrôle de la qualité et assurance de la qualité » ;
- norme NF ISO 18400-107 de décembre 2017 : « Qualité du sol – Echantillonnage – Partie 107 : Enregistrement et notification » ;
- norme NF ISO 18400-201 de décembre 2017 : « Qualité du sol – Echantillonnage – Partie 201 : Prétraitement physique sur le terrain » ;
- norme NF ISO 18400-202 d'avril 2019 : « Qualité du sol – Echantillonnage – Partie 202 : Diagnostics préliminaires » ;
- norme NF ISO 18400-203 d'avril 2019 : « Qualité du sol – Echantillonnage – Partie 203 : Investigation des sites potentiellement contaminés » ;
- norme NF ISO 18400-301 d'octobre 2023 : « Qualité du sol – Echantillonnage – Partie 301 : échantillonnage et mesures semi-quantitatives sur les sites des composés organiques volatils dans le cadre des investigations sur le terrain » ;

- norme NF ISO 18512 d'octobre 2007 « Qualité du sol - Lignes directrices relatives au stockage des échantillons de sol à long et court termes » ;
- norme NF ISO 10381-5 de décembre 2005 : « Qualité du sol – Echantillonnage – Partie 5 : Lignes directrices pour la procédure d'investigation des sols pollués en sites urbains et industriels » ;
- norme NF X 31-003 de décembre 1998 : « Qualité du sol – Description du sol » ;
- norme NF X 31-100 de décembre 1992 : « Qualité des sols – Echantillonnage – Méthode de prélèvement d'échantillons de sol » ;
- norme NF ISO 15800 de mars 2020 : « Caractérisation des sols en lien avec l'évaluation de l'exposition des personnes » ?

Les gaz du sol ont été prélevés conformément aux normes et guides en vigueur, notamment :

- norme NF ISO 18400-204 de juillet 2017 : « Qualité du sol – Echantillonnage – Partie 204 : Lignes directrices pour l'échantillonnage des gaz de sol » ;
- norme NF ISO 10381-7 de janvier 2006 « Qualité du sol – Echantillonnage – Partie 7 - Lignes directrices pour l'échantillonnage des gaz du sol » ;
- guide pratique pour la caractérisation des gaz du sol et de l'air intérieur en lien avec une pollution des sols et/ou des eaux souterraines - Rapport provisoire du BRGM et de l'INERIS - Version 3.0 du 25 novembre 2016 ;
- guide méthodologique « Projet FLUXOBAT, Evaluation des transferts de COV du sol vers l'air intérieur et extérieur » en date de novembre 2013 ;
- fascicule de documentation FD X 31-611-I de juillet 1997 : « Qualité du sol – Méthodes de détection et de caractérisation des pollutions – Partie I : Guide général pour les analyses des gaz des sols in situ employées en criblage de terrain.



ANNEXE 3 : PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUES DES COMPOSES RECHERCHES

Cette annexe contient 2 pages.

N° CAS	Composés	Formule chimique	Volatilité	Densité	Solubilité	Classement cancérogénéité		
						Classification EU	Classification IARC	Classification US-EPA
			+ + : Pv > 1000 Pa + : 1000 Pa > Pv > 10 Pa ≈ : 10 Pa > P > 0,5 Pa - : 0,5 > Pa > 10-2 Pa - - : 10-2 > Pa > 10-5 Pa - - - : Pv < 10-5 Pa	+ : d > 1 - : d < 1	+ + : S > 10 000 mg/L + : 10 000 mg/L > S > 150 mg/L - : 150 mg/L > S > 1 mg/L - - : S < 1 mg/L			
	Métaux Lourds							
-	Antimoine	Sb				-	-	-
-	Arsenic	As				CIA	I	A
-	Baryum	Ba					-	-
-	Cadmium	Cd				CIB/C2 MIB/M2 RIB/R2	I	probablement cancérigène
-	Chrome	Cr				CIA MIB R2	I	A (inhalation) D (ingestion)
-	Cuivre	Cu				-	-	-
7439-97-6	Mercure	Hg	Entre ≈ et - - - selon la forme du mercure	+	- -	-	-	-
-	Molybdène	Mo					-	-
-	Nickel	Ni				C2	2B	A
-	Plomb	Pb				RIA	2B	B2
-	Sélénium	Se					-	-
-	Zinc	Zn				-	-	-
	Composés Organo Halogénés Volatils (COHV)							
75-01-4	Chlorure de Vinyle	CH2=CHCl	++		+	CIA	I	A
75-09-2	Dichlorométhane	CH2Cl2	++	+	++	C2	2B	B2
67-66-3	Trichlorométhane	CHCl3	++		+	C2	2B	B2
56-23-5	Tétrachlorométhane	CCl4	++	+	+	C2	2B	B2
79-01-6	Trichloroéthylène	C2HCl3	++	+	+	CIB M2	I	A
127-18-4	Tétrachloroéthylène	C2Cl4	++	+	-	C2	2A	BI
71-55-6	1,1,1-Trichloroéthane	C2H3Cl3	++	+	+	-	-	-
79-00-5	1,1,2-Trichloroéthane	C2H3Cl3	++		+	C2	3	C
75-34-3	1,1-Dichloroéthane	C2H4Cl2	++		+	-	-	C
107-06-2	1,2-Dichloroéthane	C2H4Cl2	++	+	+	CIB	2B	B2
156-59-2	cis-1,2-Dichloroéthène	CHCl=CHCl	++	+	+	-	-	-
156-60-5	Trans-1,2-Dichloroéthylène	CHCl=CHCl	++	+	+	-	-	-
75-35-4	1,1-Dichloroéthylène	C2H2Cl2	++	+	+	-	-	-
	BTEX							
71-43-2	Benzène	C6H6	++		+	CIA MIB	I	A
108-88-3	Toluène	C7H8	++		+	-	2B	C
100-41-4	Ethylbenzène	C8H10	++		+	-	2B	-
95-47-6	o-Xylène	C8H10	+	+	+	-	3	D

N° CAS	Composés	Formule chimique	Volatilité	Densité	Solubilité	Classement cancérogénéité		
						Classification EU	Classification IARC	Classification US-EPA
108-38-3 (m)	m,p-Xylène	C8H10	++	+	+	-	3	D
106-42-3 (p)			++	+	+	-	-	-
	Hydrocarbures aliphatiques							
/	Hydrocarbures aliphatiques C5-C6		++	-	-	-	-	-
/	Hydrocarbures aliphatiques C6-C8		++	-	-	-	-	-
/	Hydrocarbures aliphatiques C8-C10		+	-	--	-	-	-
/	Hydrocarbures aliphatiques C10-C12		+	-	--	-	-	-
/	Hydrocarbures aliphatiques C12-C16		≈	-	--	-	-	-
/	Hydrocarbures aliphatiques C16-C21		-	-	--	-	-	-
/	Hydrocarbures aliphatiques C21-C35			-		-	-	-
	Hydrocarbures aromatiques							
/	Hydrocarbures aromatiques C6-C7		++	-	+	-	-	-
/	Hydrocarbures aromatiques C7-C8		++	-	+	-	-	-
/	Hydrocarbures aromatiques C8-C10		+	-	-	-	-	-
/	Hydrocarbures aromatiques C10-C12		+	-	-	-	-	-
/	Hydrocarbures aromatiques C12-C16		≈	-	-	-	-	-
/	Hydrocarbures aromatiques C16-C21		-	-	--	-	-	-
/	Hydrocarbures aromatiques C21-C35		---	-	--	-	-	-
	HAP							
83-32-9	Acénaphène	C12H10	-	+	-	-	-	-
208-96-8	Acénaphthylène	C12H8				-	-	D
120-12-7	Anthracène	C14H10	--	+	-	-	3	D
56-55-3	Benzo(a)anthracène	C18H12	---		--	C1B	2A	B2
50-32-8	Benzo(a)pyrène	C20H12	---		--	C1B M1B R1B	I	A
205-99-2	Benzo(b)fluoranthène	C20H12	---	+	--	C1B	2B	B2
191-24-2	Benzo(g,h,i)pérylène	C22H12	---	+	--	-	3	D
207-08-9	Benzo(k)fluoranthène	C20-H12	---	+	--	C1B	2B	B2
218-01-9	Chrysène	C18H12	---	+	--	C1B M2	3	B2
50-70-3	Dibenzo(a,h)anthracène	C22H14	---	+	--	C1B	2A	B2
206-44-0	Fluoranthène	C16H10	--	+	--	-	3	D
86-73-7	Fluorène	C13H10	--	+	-	-	3	D
193-39-5	Indéno(1,2,3-cd)pyrène	C22-H12	---	+	--	-	2B	B2
91-20-3	Naphtalène	C10H8	+	+	-	C2	2B	C
85-01-8	Phénanthrène	C14H10	--	+	-	-	3	D
129-00-0	Pyrène	C16H10	--	+	--	-	3	D
	PCB							
1336-36-3	PCB - 42 % p/p en chlore			+	+	-	I	B2
1336-36-3	PCB - 54 % p/p en chlore			+	-			
1336-36-3	PCB - 60 % p/p en chlore			+	-			

ANNEXE 4 : METHODES ANALYTIQUES, LIMITES DE QUANTIFICATION ET FLACONNAGE

Cette annexe contient 3 pages.

AGROLAB – Flaconnage sols

Numéro de reference : **Sol 0,375 L/LV2661**



AGROLAB – Méthodes analytiques et limites de quantification

AL WEST BV	Sols			Gaz du sol		
AGROLAB - Composés	Méthodes	LQ	Unités	Méthodes	LQ	Unités
Métaux Lourds						
Antimoine	Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174	0.5	mg/kg	-	-	-
Arsenic	Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174	1	mg/kg	-	-	-
Baryum	Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174	1	mg/kg	-	-	-
Cadmium	Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174	0.1	mg/kg	-	-	-
Chrome	Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174	0.2	mg/kg	-	-	-
Cuivre	Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174	0.2	mg/kg	-	-	-
Mercure	Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174	0.05	mg/kg	NF ISO 17733	0.008	µg/tube
Molybdène	Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174	1	mg/kg	-	-	-
Nickel	Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174	0.5	mg/kg	-	-	-
Plomb	Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174	0.5	mg/kg	-	-	-
Sélénium	Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174	1	mg/kg	-	-	-
Zinc	Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174	1	mg/kg	-	-	-
Composés Organo Halogénés Volatils (COHV)						
Chlorure de Vinyle	Conforme à ISO 22155	0.02	mg/kg	méthode interne	0.1	µg/tube
Dichlorométhane	Conforme à ISO 22155	0.05	mg/kg	méthode interne	0.25	µg/tube
Trichlorométhane	Conforme à ISO 22155	0.05	mg/kg	méthode interne	0.2	µg/tube
Tétrachlorométhane	Conforme à ISO 22155	0.05	mg/kg	méthode interne	0.2	µg/tube
Trichloroéthylène	Conforme à ISO 22155	0.05	mg/kg	méthode interne	0.05	µg/tube
Tétrachloroéthylène	Conforme à ISO 22155	0.05	mg/kg	méthode interne	0.2	µg/tube
1,1,1-Trichloroéthane	Conforme à ISO 22155	0.05	mg/kg	méthode interne	0.2	µg/tube
1,1,2-Trichloroéthane	Conforme à ISO 22155	0.05	mg/kg	méthode interne	0.2	µg/tube
1,1-Dichloroéthane	Conforme à ISO 22155	0.1	mg/kg	méthode interne	0.2	µg/tube
1,2-Dichloroéthane	Conforme à ISO 22155	0.05	mg/kg	méthode interne	0.2	µg/tube
cis-1,2-Dichloroéthène	Conforme à ISO 22155	0.025	mg/kg	méthode interne	0.2	µg/tube
Trans-1,2-Dichloroéthylène	Conforme à ISO 22155	0.025	mg/kg	méthode interne	0.2	µg/tube
1,1-Dichloroéthylène	ISO 22155	0.1	mg/kg	méthode interne	0.1	µg/tube
CAV						
toluène, éthylbenzène, o-xylènes	Conforme à ISO 22155	0.05	mg/kg	méthode interne	0.1	µg/tube
m,p-xylène	Conforme à ISO 22155	0.1	mg/kg	méthode interne	0.1	µg/tube
Benzène	Conforme à ISO 22155	0.05	mg/kg	méthode interne	0.05	µg/tube
Hydrocarbures						
Hydrocarbures C6-C10	EN ISO 16558-1	1	mg/kg	méthode interne	5	µg/tube
Hydrocarbures C10-C40	ISO 16703	20	mg/kg	-	-	-
Hydrocarbures aliphatiques						
Hydrocarbures aliphatiques C5-C6	EN ISO 16558-1	10	mg/kg	méthode interne	2	µg/tube
Hydrocarbures aliphatiques C6-C8	EN ISO 16558-1	10	mg/kg	-	-	-
Hydrocarbures aliphatiques C8-C10	EN ISO 16558-1	10	mg/kg	méthode interne	2	µg/tube
Hydrocarbures aliphatiques C10-C12	conforme à ISO/TS 16558-2	10	mg/kg	méthode interne	2	µg/tube
Hydrocarbures aliphatiques C12-C16	conforme à ISO/TS 16558-2	10	mg/kg	méthode interne	2	µg/tube
Hydrocarbures aliphatiques C16-C21	conforme à ISO/TS 16558-2	10	mg/kg	-	-	-
Hydrocarbures aliphatiques C21-C35	conforme à ISO/TS 16558-2	10	mg/kg	-	-	-
Hydrocarbures aromatiques						
Hydrocarbures aromatiques C6-C7	EN ISO 16558-1	10	mg/kg	méthode interne	0.05	µg/tube
Hydrocarbures aromatiques C7-C8	EN ISO 16558-1	10	mg/kg	méthode interne	0.1	µg/tube
Hydrocarbures aromatiques C8-C10	EN ISO 16558-1	10	mg/kg	méthode interne	2	µg/tube
Hydrocarbures aromatiques C10-C12	conforme à ISO/TS 16558-2	10	mg/kg	méthode interne	2	µg/tube
Hydrocarbures aromatiques C12-C16	conforme à ISO/TS 16558-2	10	mg/kg	méthode interne	2	µg/tube
Hydrocarbures aromatiques C16-C21	conforme à ISO/TS 16558-2	10	mg/kg	-	-	-
Hydrocarbures aromatiques C21-C35	conforme à ISO/TS 16558-2	10	mg/kg	-	-	-
HAP						
Acénaphène	NF EN 16181	0.05	mg/kg	méthode interne	0.05	µg/filtre
Acénaphthylène	NF EN 16181	0.05	mg/kg	méthode interne	0.05	µg/filtre
Anthracène	NF EN 16181	0.05	mg/kg	méthode interne	0.05	µg/filtre
Benzo(a)anthracène	NF EN 16181	0.05	mg/kg	méthode interne	0.05	µg/filtre
Benzo(a)pyrène	NF EN 16181	0.05	mg/kg	méthode interne	0.05	µg/filtre
Benzo(b)fluoranthène	NF EN 16181	0.05	mg/kg	méthode interne	0.05	µg/filtre
Benzo(g,h,i)pérylène	NF EN 16181	0.05	mg/kg	méthode interne	0.05	µg/filtre
Benzo(k)fluoranthène	NF EN 16181	0.05	mg/kg	méthode interne	0.05	µg/filtre
Chrysène	NF EN 16181	0.05	mg/kg	méthode interne	0.05	µg/filtre
Dibenzo(a,h)anthracène	NF EN 16181	0.05	mg/kg	méthode interne	0.05	µg/filtre
Fluoranthène	NF EN 16181	0.05	mg/kg	méthode interne	0.05	µg/filtre

AL WEST BV	Sols			Gaz du sol		
AGROLAB - Composés	Méthodes	LQ	Unités	Méthodes	LQ	Unités
Fluorène	NF EN 16181	0.05	mg/kg	méthode interne	0.05	µg/filtre
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	NF EN 16181	0.05	mg/kg	méthode interne	0.05	µg/filtre
Naphtalène	NF EN 16181	0.05	mg/kg	méthode interne	0,05*	µg/filtre
Phénanthrène	NF EN 16181	0.05	mg/kg	méthode interne	0.05	µg/filtre
Pyrène	NF EN 16181	0.05	mg/kg	méthode interne	0.05	µg/filtre
PCB						
Somme des 7 PCB congénères (PCB 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180)	NEN-EN 16167	0.001	mg/kg	méthode interne	0.02	µg/filtre
Autres						
Indice phénol	EN-ISO 14402	0.1	mg/kg	-	-	-
Matières en suspension (Mat. Sèche pour le sol)	NEN-EN15934; EN12880	0.01	%	-	-	-
Sulfates	Méthode interne (mesurage conforme ISO 15923-1)	25	mg/kg	-	-	-
Chlorures	Méthode interne (mesurage conforme ISO 15923-1)	20	mg/kg	-	-	-
Fluorures	méthode interne	10	mg/kg	-	-	-

ANNEXE 5 : FICHES DE PRELEVEMENT DES SOLS

Cette annexe contient 7 pages.

Le géo-référencement des sondages, la gestion des cuttings et des rebouchages, le protocole de prélèvement, la date d'envoi des échantillons et les conditions de transport sont indiqués dans le rapport.

Début	Fin	Machine	Opérateur	
15/05/2025 13:53	15/05/2025 14:02	Tarière mécanique	Dominique Moity	
Conditions météorologiques	Flaconnage	Préleveur	Ref. PID	Ref. Piezo
Nuageux	Verre 370 mL	Nicolas Deblonde	3EL.E.06	3EL.B.31

soilcloud.tech

		Projet de construction d'un ensemble immobilier de logements et de bureaux			<i>(N° Projet: PR.DTEN.25.0189)</i> Rue Maréchal De Lattre De Tassigny ROUBAIX			
B	Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Précision des relevés			
	3,171302300	50,682794000	WGS 84		Pluricentimétrique			
	Élévation	Prof. atteinte	Nivellement		Précision des nivellements			
	Non renseigné	2,0 m	Non renseigné		Non renseigné			
Début		Fin		Machine		Opérateur		
15/05/2025 10:30		15/05/2025 10:44		Tarière mécanique		Dominique Moity		
Conditions météorologiques		Flaconnage		Préleveur		Ref. PID	Ref. Piezo	
Nuageux		Verre 370 mL		Nicolas Deblonde		3EL.E.06	3EL.B.31	
Prof.	Lithologie	Descriptions				Echantillons	PID [ppm]	Indices organoleptiques
0		Enrobé 0,05 m				0,05 m	0,05 m	0,05 m
1		Ciment/Béton				B (0.05-1 m)	o	RAS
						1 m	1 m	1 m
1		Limon brun				B (1-2 m)	o	RAS
						2 m	2 m	2 m
2								
Les paramètres analysés sont indiqués dans le rapport								
soilcloud.tech								

Début	Fin	Machine	Opérateur	
15/05/2025 09:49	15/05/2025 09:59	Tarière mécanique	Dominique Moity	
Conditions météorologiques	Flaconnage	Préleveur	Ref. PID	Ref. Piezo
Nuageux	Verre 370 mL	Nicolas Deblonde	3EL.E.06	3EL.B.31

3

Les paramètres analysés sont indiqués dans le rapport

soilcloud.tech

		Projet de construction d'un ensemble immobilier de logements et de bureaux			(N° Projet: PR.DTEN.25.0189) Rue Maréchal De Lattre De Tassigny ROUBAIX				
D	Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Précision des relevés				
	3,173125800	50,682690400	WGS 84		Pluricentimétrique				
	Élévation	Prof. atteinte	Nivellement		Précision des nivellements				
	Non renseigné	3,0 m	Non renseigné		Non renseigné				
Début		Fin		Machine		Opérateur			
15/05/2025 09:32		15/05/2025 09:45		Tarière mécanique		Dominique Moity			
Conditions météorologiques			Flaconnage		Préleveur		Ref. PID	Ref. Piezo	
Nuageux			Verre 370 mL		Nicolas Deblonde		3EL.E.06	3EL.B.31	
Prof.	Lithologie	Descriptions					Echantillons	P/D [ppm]	Indices organoleptiques
0		Remblais sablo-graveleux brun avec schiste, briques et cailloux					D (0-1 m)	0.2	RAS
1							1 m	1 m	1 m
							D (1-1.8 m)	0	RAS
2		1.8 m					1.8 m	1.8 m	1.8 m
		Limon brun					D (1.8-2.8 m)	0	RAS
							2.8 m	2.8 m	2.8 m
3		3 m							
Les paramètres analysés sont indiqués dans le rapport									
soilcloud.tech									



Prof.	Lithologie	Descriptions	Echantillons	PID [ppm]	Indices organoleptiques
-------	------------	--------------	--------------	-----------	-------------------------

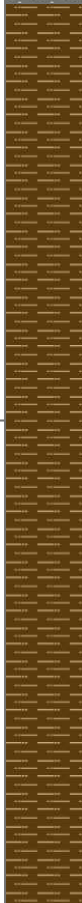
			E (0.1-11 m)	0	RAS
--	--	--	--------------	---	-----

[illegible]

2

soilcloud.tech

Début	Fin	Machine	Opérateur	
15/05/2025 11:03	15/05/2025 11:23	Tarière mécanique	Dominique Moity	
Conditions météorologiques	Flaconnage	Préleveur	Ref. PID	Ref. Piezo
Nuageux	Verre 370 mL	Nicolas Deblonde	3EL.E.06	3EL.B.31

G	Longitude	Latitude	Système de coordonnées	Précision des relevés		
	3,172188300	50,683504000	WGS 84	Pluricentimétrique		
	Élévation	Prof. atteinte	Nivellement	Précision des nivellements		
	Non renseigné	2,0 m	Non renseigné	Non renseigné		
Début		Fin	Machine	Opérateur		
15/05/2025 14:41		15/05/2025 14:53	Tarière mécanique	Dominique Moity		
Conditions météorologiques		Flaconnage	Préleveur	Ref. PID	Ref. Piezo	
Nuageux		Verre 370 mL	Nicolas Deblonde	3EL.E.06	3EL.B.31	
Prof.	Lithologie	Descriptions		Echantillons	PID [ppm]	Indices organoleptiques
0		Enrobé 0,05 m Remblais sablo-graveleux gris 0,15 m		0,15 m	0,15 m	0,15 m
1		Limon brun		G (0,15-1,1 m)	0	RAS
				1,1 m	1,1 m	1,1 m
				G (1,1-2 m)	0	RAS
2	2 m		2 m	2 m	2 m	
Les paramètres analysés sont indiqués dans le rapport						
soilcloud.tech						

ANNEXE 6 : BORDEREAUX D'ANALYSES DES ESSAIS DE LABORATOIRE SUR LES SOLS

Cette annexe contient 12 pages.

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



FONDASOL Environnement (59)
Adresse agence
Parc d'activités du Mélantois
59262 SAINGHIN-EN-MELANTOIS
FRANCE

N° de client: 35007257

RAPPORT D'ANALYSE 1558233 PR.DTEN.25.0189 - Aline NOWACKI - PO.DTEN.25.0319

Date: 22.05.2025

Commande	1558233 Solide / Eluat
Client	35007257 FONDASOL Environnement (59)
Date de validation	16.05.2025
Prélèvement par	Client

Madame, Monsieur,

Nous avons le plaisir de vous adresser ci-joint le rapport définitif des analyses chimiques provenant du laboratoire pour votre dossier en référence.

Nous signalons que le certificat d'analyses ne pourra être reproduit que dans sa totalité. Les annexes éventuelles font partie du rapport.

Nous vous informons que seules les conditions générales de AL-West, déposées à la Chambre du Commerce et de l'Industrie de Deventer, sont en vigueur.

Au cas où vous souhaiteriez recevoir des renseignements complémentaires, nous vous prions de prendre contact avec le service après-vente.

En vous remerciant pour la confiance que vous nous témoignez, nous vous prions d'agréer, Madame, Monsieur l'expression de nos sincères salutations.

Ce rapport d'analyse avec le numéro de commande 1558233 et la version du rapport d'analyse 1 contient l'analyse ou les analyses 878869-878875.

Respectueusement,

AL-West B.V. (AGROLAB GROUP), Mme Claire Mura, Tél : +33380680150

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 *).

page 1 de 12

Kamer van Koophandel Directeur
Nr. 08110898 ppa. Marc van Gelder
VAT/BTW-ID-Nr.: Dr. Paul Wimmer
NL 811132559 B01



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.

RAPPORT D'ANALYSE 1558233 PR.DTEN.25.0189 - Aline NOWACKI - PO.DTEN.25.0319

Date: 22.05.2025

Information sur l'échantillon

Numéro d'échantillon	Date de prélèvement	Nom d'échantillon
878869	15.05.2025 00:00	A (1-2 m)
878870	15.05.2025 00:00	B (0,05-1 m)
878871	15.05.2025 00:00	C (0,04-0,7 m)
878872	15.05.2025 00:00	D (1,8-2,8 m)

Prétraitement des échantillons

Paramètres	Unité	878869 A (1-2 m)	878870 B (0,05-1 m)	878871 C (0,04-0,7 m)	878872 D (1,8-2,8 m)
Masse échantillon total inférieure à 2 kg ⁷⁾	kg	0,88 ¹⁾	0,76 ¹⁾	0,69 ¹⁾	0,86 ¹⁾
Broyeur à mâchoires		-- ³⁾	++ ^{1),2)}	++ ^{1),2)}	-- ³⁾
Matière sèche	%	79,1 ¹⁾	93,8 ¹⁾	94,9 ¹⁾	81,3 ¹⁾
Prétraitement de l'échantillon		++ ^{1),2)}	++ ^{1),2)}	++ ^{1),2)}	++ ^{1),2)}

Lixiviation

Paramètres	Unité	878869 A (1-2 m)	878870 B (0,05-1 m)	878871 C (0,04-0,7 m)	878872 D (1,8-2,8 m)
Fraction >4mm (EN12457-2)	%	<0,1 ^{1),5)}	34,4 ¹⁾	37,1 ¹⁾	<0,1 ^{1),5)}
Masse brute Mh pour lixiviation ^{*)}	g	120 ¹⁾	96 ¹⁾	95 ¹⁾	110 ¹⁾
Lixiviation (EN 12457-2)		++ ^{1),2)}	++ ^{1),2)}	++ ^{1),2)}	++ ^{1),2)}
Volume de lixiviant L ajouté pour l'extraction ^{*)}	ml	900 ¹⁾	900 ¹⁾	900 ¹⁾	900 ¹⁾

Analyses Physico-chimiques

Paramètres	Unité	878869 A (1-2 m)	878870 B (0,05-1 m)	878871 C (0,04-0,7 m)	878872 D (1,8-2,8 m)
pH-H2O		8,7 ¹⁾	10,4 ¹⁾	8,2 ¹⁾	8,7 ¹⁾
COT Carbone Organique Total	mg/kg MS	<1000 ⁵⁾	3800	22000	3900

Prétraitement pour analyses des métaux

Paramètres	Unité	878869 A (1-2 m)	878870 B (0,05-1 m)	878871 C (0,04-0,7 m)	878872 D (1,8-2,8 m)
Minéralisation à l'eau régale		++ ^{1),2)}	++ ^{1),2)}	++ ^{1),2)}	++ ^{1),2)}

Métaux

Paramètres	Unité	878869 A (1-2 m)	878870 B (0,05-1 m)	878871 C (0,04-0,7 m)	878872 D (1,8-2,8 m)
Antimoine (Sb)	mg/kg MS	<0,5 ⁵⁾	<0,5 ⁵⁾	<0,5 ⁵⁾	<0,5 ⁵⁾
Arsenic (As)	mg/kg MS	5,5	2,6	7,1	6,0
Baryum (Ba)	mg/kg MS	47	96	75	45
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	0,2	<0,1 ⁵⁾	0,1	0,2
Chrome (Cr)	mg/kg MS	30	11	18	30
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	9,6	4,1	13	12
Mercure (Hg)	mg/kg MS	<0,05 ⁵⁾	<0,05 ⁵⁾	0,15	<0,05 ⁵⁾
Molybdène (Mo)	mg/kg MS	<1,0 ⁵⁾	<1,0 ⁵⁾	<1,0 ⁵⁾	<1,0 ⁵⁾
Nickel (Ni)	mg/kg MS	22	9,6	12	22
Plomb (Pb)	mg/kg MS	9,2	2,5	120	10
Sélénium (Se)	mg/kg MS	<1,0 ⁵⁾	<1,0 ⁵⁾	<1,0 ⁵⁾	<1,0 ⁵⁾

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 *).

page 2 de 12

RAPPORT D'ANALYSE 1558233 PR.DTEN.25.0189 - Aline NOWACKI - PO.DTEN.25.0319

Date: 22.05.2025

Information sur l'échantillon

Numéro d'échantillon	Date de prélèvement	Nom d'échantillon
878869	15.05.2025 00:00	A (1-2 m)
878870	15.05.2025 00:00	B (0,05-1 m)
878871	15.05.2025 00:00	C (0,04-0,7 m)
878872	15.05.2025 00:00	D (1,8-2,8 m)

Paramètres	Unité	878869 A (1-2 m)	878870 B (0,05-1 m)	878871 C (0,04-0,7 m)	878872 D (1,8-2,8 m)
Zinc (Zn)	mg/kg MS	35	10	37	52

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (ISO)

Paramètres	Unité	878869 A (1-2 m)	878870 B (0,05-1 m)	878871 C (0,04-0,7 m)	878872 D (1,8-2,8 m)
Naphtalène	mg/kg MS	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾	0,10	<0,050 ⁵⁾
Acénaphthylène	mg/kg MS	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾
Acénaphthène	mg/kg MS	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾
Fluorène	mg/kg MS	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾
Phénanthrène	mg/kg MS	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾	0,23	<0,050 ⁵⁾
Anthracène	mg/kg MS	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾
Fluoranthène	mg/kg MS	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾	0,33	<0,050 ⁵⁾
Pyrène	mg/kg MS	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾	0,24	<0,050 ⁵⁾
Benzo(a)anthracène	mg/kg MS	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾	0,14	<0,050 ⁵⁾
Chrysène	mg/kg MS	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾	0,16	<0,050 ⁵⁾
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg MS	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾	0,20	<0,050 ⁵⁾
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾	0,075	<0,050 ⁵⁾
Benzo(a)pyrène	mg/kg MS	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾	0,22	<0,050 ⁵⁾
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg MS	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾
Benzo(g,h,i)peryène	mg/kg MS	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾	0,12	<0,050 ⁵⁾
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	mg/kg MS	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾	0,15	<0,050 ⁵⁾
HAP (6 Borneff) - somme	mg/kg MS	n.d.⁵⁾	n.d.⁵⁾	1,10	n.d.⁵⁾
Somme HAP (VROM)	mg/kg MS	n.d.⁵⁾	n.d.⁵⁾	1,53⁴⁾	n.d.⁵⁾
HAP (EPA) - somme	mg/kg MS	n.d.⁵⁾	n.d.⁵⁾	1,97⁴⁾	n.d.⁵⁾

Composés aromatiques

Paramètres	Unité	878869 A (1-2 m)	878870 B (0,05-1 m)	878871 C (0,04-0,7 m)	878872 D (1,8-2,8 m)
Benzène	mg/kg MS	<0,050 ⁵⁾	0,075	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾
Toluène	mg/kg MS	<0,050 ⁵⁾	0,48	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾
Ethylbenzène	mg/kg MS	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾
m,p-Xylène	mg/kg MS	<0,10 ⁵⁾	0,27	<0,10 ⁵⁾	<0,10 ⁵⁾
o-Xylène	mg/kg MS	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾
Naphtalène	mg/kg MS	<0,10 ⁵⁾	<0,10 ⁵⁾	<0,10 ⁵⁾	<0,10 ⁵⁾
Somme Xylènes	mg/kg MS	n.d.⁵⁾	0,27⁴⁾	n.d.⁵⁾	n.d.⁵⁾
BTEX total*)	mg/kg MS	n.d.⁵⁾	0,83⁴⁾	n.d.⁵⁾	n.d.⁵⁾

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 *).

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

RAPPORT D'ANALYSE 1558233 PR.DTEN.25.0189 - Aline NOWACKI - PO.DTEN.25.0319

Date: 22.05.2025

Information sur l'échantillon

Número d'échantillon	Date de prélèvement	Nom d'échantillon
878869	15.05.2025 00:00	A (1-2 m)
878870	15.05.2025 00:00	B (0,05-1 m)
878871	15.05.2025 00:00	C (0,04-0,7 m)
878872	15.05.2025 00:00	D (1,8-2,8 m)

COHV

Paramètres	Unité	878869 A (1-2 m)	878870 B (0,05-1 m)	878871 C (0,04-0,7 m)	878872 D (1,8-2,8 m)
Chlorure de Vinyle	mg/kg MS	<0,02 ⁵⁾	<0,02 ⁵⁾	<0,02 ⁵⁾	<0,02 ⁵⁾
Dichlorométhane	mg/kg MS	<0,05 ⁵⁾	<0,05 ⁵⁾	<0,05 ⁵⁾	<0,05 ⁵⁾
Trichlorométhane	mg/kg MS	<0,05 ⁵⁾	<0,05 ⁵⁾	<0,05 ⁵⁾	<0,05 ⁵⁾
Tétrachlorométhane	mg/kg MS	<0,05 ⁵⁾	<0,05 ⁵⁾	<0,05 ⁵⁾	<0,05 ⁵⁾
Trichloroéthylène	mg/kg MS	<0,05 ⁵⁾	<0,05 ⁵⁾	<0,05 ⁵⁾	<0,05 ⁵⁾
Tétrachloroéthylène	mg/kg MS	<0,05 ⁵⁾	<0,05 ⁵⁾	<0,05 ⁵⁾	<0,05 ⁵⁾
1,1,1-Trichloroéthane	mg/kg MS	<0,05 ⁵⁾	<0,05 ⁵⁾	<0,05 ⁵⁾	<0,05 ⁵⁾
1,1,2-Trichloroéthane	mg/kg MS	<0,05 ⁵⁾	<0,05 ⁵⁾	<0,05 ⁵⁾	<0,05 ⁵⁾
1,1-Dichloroéthane	mg/kg MS	<0,10 ⁵⁾	<0,10 ⁵⁾	<0,10 ⁵⁾	<0,10 ⁵⁾
1,2-Dichloroéthane	mg/kg MS	<0,05 ⁵⁾	<0,05 ⁵⁾	<0,05 ⁵⁾	<0,05 ⁵⁾
1,1-Dichloroéthylène	mg/kg MS	<0,10 ⁵⁾	<0,10 ⁵⁾	<0,10 ⁵⁾	<0,10 ⁵⁾
Trans-1,2-Dichloroéthylène	mg/kg MS	<0,0250 ⁵⁾	<0,0250 ⁵⁾	<0,0250 ⁵⁾	<0,0250 ⁵⁾
cis-1,2-Dichloroéthylène	mg/kg MS	<0,0250 ⁵⁾	<0,0250 ⁵⁾	<0,0250 ⁵⁾	<0,0250 ⁵⁾
Somme cis/trans-1,2-Dichloroéthylènes	mg/kg MS	n.d. ⁵⁾	n.d. ⁵⁾	n.d. ⁵⁾	n.d. ⁵⁾

Hydrocarbures totaux (ISO)

Paramètres	Unité	878869 A (1-2 m)	878870 B (0,05-1 m)	878871 C (0,04-0,7 m)	878872 D (1,8-2,8 m)
Fraction aliphatique C5-C6	mg/kg MS	<0,40 ⁵⁾	0,71	<0,40 ⁵⁾	<0,40 ⁵⁾
Fraction aliphatique >C6-C8	mg/kg MS	<0,20 ⁵⁾	1,1	<0,20 ⁵⁾	<0,20 ⁵⁾
Fraction aliphatique >C8-C10	mg/kg MS	0,51	0,38	0,23	<0,20 ⁵⁾
Fraction aromatique >C6-C8	mg/kg MS	<0,20 ⁵⁾	0,91	<0,20 ⁵⁾	<0,20 ⁵⁾
Fraction aromatique >C8-C10	mg/kg MS	<0,20 ⁵⁾	<0,20 ⁵⁾	<0,20 ⁵⁾	<0,20 ⁵⁾
Fraction >C6-C8	mg/kg MS	<0,40 ^{4),5)}	2,0	<0,40 ^{4),5)}	<0,40 ^{4),5)}
Fraction C8-C10	mg/kg MS	0,51 ⁴⁾	<0,40 ^{4),5)}	<0,40 ^{4),5)}	<0,40 ^{4),5)}
Fraction C5-C10	mg/kg MS	<1,0 ^{4),5)}	2,7 ⁴⁾	<1,0 ^{4),5)}	<1,0 ^{4),5)}
Hydrocarbures totaux C10-C40	mg/kg MS	160	<20,0 ⁵⁾	390	<20,0 ⁵⁾
Fraction C10-C12 [*]	mg/kg MS	11,6	<4,0 ⁵⁾	5,5	<4,0 ⁵⁾
Fraction C12-C16 [*]	mg/kg MS	59,0	<4,0 ⁵⁾	8,2	<4,0 ⁵⁾
Fraction C16-C20 [*]	mg/kg MS	51,5	<2,0 ⁵⁾	8,0	<2,0 ⁵⁾
Fraction C20-C24 [*]	mg/kg MS	27,9	2,5	17,6	<2,0 ⁵⁾
Fraction C24-C28 [*]	mg/kg MS	11,1	5,5	41,0	<2,0 ⁵⁾
Fraction C28-C32 [*]	mg/kg MS	<2,0 ⁵⁾	3,6	100	<2,0 ⁵⁾
Fraction C32-C36 [*]	mg/kg MS	<2,0 ⁵⁾	4,3	130	<2,0 ⁵⁾
Fraction C36-C40 [*]	mg/kg MS	<2,0 ⁵⁾	<2,0 ⁵⁾	82,6	<2,0 ⁵⁾

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 *).



RAPPORT D'ANALYSE 1558233 PR.DTEN.25.0189 - Aline NOWACKI - PO.DTEN.25.0319

Date: 22.05.2025

Information sur l'échantillon

Número d'échantillon	Date de prélèvement	Nom d'échantillon
878869	15.05.2025 00:00	A (1-2 m)
878870	15.05.2025 00:00	B (0,05-1 m)
878871	15.05.2025 00:00	C (0,04-0,7 m)
878872	15.05.2025 00:00	D (1,8-2,8 m)

Polychlorobiphényles

Paramètres	Unité	878869 A (1-2 m)	878870 B (0,05-1 m)	878871 C (0,04-0,7 m)	878872 D (1,8-2,8 m)
Somme 6 PCB	mg/kg MS	n.d. ⁵⁾	n.d. ⁵⁾	0,0040 ⁴⁾	n.d. ⁵⁾
Somme 7 PCB (Ballschmitter)	mg/kg MS	n.d. ⁵⁾	n.d. ⁵⁾	0,0040 ⁴⁾	n.d. ⁵⁾
PCB (28)	mg/kg MS	<0,001 ⁵⁾	<0,001 ⁵⁾	<0,001 ⁵⁾	<0,001 ⁵⁾
PCB (52)	mg/kg MS	<0,001 ⁵⁾	<0,001 ⁵⁾	<0,001 ⁵⁾	<0,001 ⁵⁾
PCB (101)	mg/kg MS	<0,001 ⁵⁾	<0,001 ⁵⁾	<0,001 ⁵⁾	<0,001 ⁵⁾
PCB (118)	mg/kg MS	<0,001 ⁵⁾	<0,001 ⁵⁾	<0,001 ⁵⁾	<0,001 ⁵⁾
PCB (138)	mg/kg MS	<0,001 ⁵⁾	<0,001 ⁵⁾	0,002	<0,001 ⁵⁾
PCB (153)	mg/kg MS	<0,001 ⁵⁾	<0,001 ⁵⁾	0,002	<0,001 ⁵⁾
PCB (180)	mg/kg MS	<0,001 ⁵⁾	<0,001 ⁵⁾	<0,001 ⁵⁾	<0,001 ⁵⁾

Analyses sur éluat après lixiviation

Paramètres	Unité	878869 A (1-2 m)	878870 B (0,05-1 m)	878871 C (0,04-0,7 m)	878872 D (1,8-2,8 m)
L/S cumulé	ml/g	10,0 ¹⁾	10,0 ¹⁾	10,0 ¹⁾	10,0 ¹⁾
Conductivité électrique	µS/cm	150 ¹⁾	460 ¹⁾	660 ¹⁾	120 ¹⁾
Température	°C	20,5 ¹⁾	19,9 ¹⁾	20,2 ¹⁾	20,1 ¹⁾
pH		8,6 ¹⁾	11,0 ¹⁾	8,2 ¹⁾	8,6 ¹⁾

Calcul des Fractions solubles

Paramètres	Unité	878869 A (1-2 m)	878870 B (0,05-1 m)	878871 C (0,04-0,7 m)	878872 D (1,8-2,8 m)
Fraction soluble cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	0 - 1000	3300	5900	0 - 1000
Antimoine cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05
Arsenic cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05
Baryum cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	0 - 0,1	0,37	0,10	0 - 0,1
COT cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	0 - 200	0 - 200	0 - 200	0 - 200
Cadmium cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	0 - 0,001	0 - 0,001	0 - 0,001	0 - 0,001
Chlorures cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	48	99	15	37
Chrome cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	0 - 0,02	0 - 0,02	0 - 0,02	0 - 0,02
Cuivre cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	0 - 0,02	0 - 0,02	0 - 0,02	0 - 0,02
Fluorures cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	7,0	5,0	6,0	7,0
Indice phénol cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	0 - 0,2	0 - 0,2	0 - 0,2	0 - 0,2
Mercuré cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	0 - 0,0003	0 - 0,0003	0 - 0,0003	0 - 0,0003
Molybdène cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	0,06	0 - 0,05	0,05	0,10
Nickel cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05
Plomb cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05
Sulfates cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	130	780	3100	100
Sélénium cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05

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 *).

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

RAPPORT D'ANALYSE 1558233 PR.DTEN.25.0189 - Aline NOWACKI - PO.DTEN.25.0319

Date: 22.05.2025

Information sur l'échantillon

Numéro d'échantillon	Date de prélèvement	Nom d'échantillon
878869	15.05.2025 00:00	A (1-2 m)
878870	15.05.2025 00:00	B (0,05-1 m)
878871	15.05.2025 00:00	C (0,04-0,7 m)
878872	15.05.2025 00:00	D (1,8-2,8 m)

Paramètres	Unité	878869 A (1-2 m)	878870 B (0,05-1 m)	878871 C (0,04-0,7 m)	878872 D (1,8-2,8 m)
Zinc cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	0,04	0 - 0,02	0 - 0,02	0 - 0,02

Analyses Physico-chimiques sur éluat

Paramètres	Unité	878869 A (1-2 m)	878870 B (0,05-1 m)	878871 C (0,04-0,7 m)	878872 D (1,8-2,8 m)
Résidu à sec	mg/l	<100 ^{1),5)}	327 ¹⁾	590 ¹⁾	<100 ^{1),5)}
Indice phénol	mg/l	<0,020 ^{1),5)}	<0,020 ^{1),5)}	<0,020 ^{1),5)}	<0,020 ^{1),5)}
Chlorures (Cl)	mg/l	4,8 ¹⁾	9,9 ¹⁾	1,5 ¹⁾	3,7 ¹⁾
Fluorures (F)	mg/l	0,7 ¹⁾	0,5 ¹⁾	0,6 ¹⁾	0,7 ¹⁾
Sulfates (SO ₄)	mg/l	13 ¹⁾	78 ¹⁾	310 ¹⁾	10 ¹⁾
COT	mg/l	<20 ^{1),5)}	<20 ^{1),5)}	<20 ^{1),5)}	<20 ^{1),5)}

Métaux sur éluat

Paramètres	Unité	878869 A (1-2 m)	878870 B (0,05-1 m)	878871 C (0,04-0,7 m)	878872 D (1,8-2,8 m)
Baryum (Ba)	µg/l	<10 ^{1),5)}	37 ¹⁾	10 ¹⁾	<10 ^{1),5)}
Chrome (Cr)	µg/l	<2,0 ^{1),5)}	<2,0 ^{1),5)}	<2,0 ^{1),5)}	<2,0 ^{1),5)}
Mercur	µg/l	<0,03 ^{1),5)}	<0,03 ^{1),5)}	<0,03 ^{1),5)}	<0,03 ^{1),5)}
Molybdène (Mo)	µg/l	5,6 ¹⁾	<5,0 ^{1),5)}	5,1 ¹⁾	9,5 ¹⁾
Sélénium (Se)	µg/l	<5,0 ^{1),5)}	<5,0 ^{1),5)}	<5,0 ^{1),5)}	<5,0 ^{1),5)}
Cuivre (Cu)	µg/l	<2,0 ^{1),5)}	<2,0 ^{1),5)}	<2,0 ^{1),5)}	<2,0 ^{1),5)}
Nickel (Ni)	µg/l	<5,0 ^{1),5)}	<5,0 ^{1),5)}	<5,0 ^{1),5)}	<5,0 ^{1),5)}
Antimoine (Sb)	µg/l	<5,0 ^{1),5)}	<5,0 ^{1),5)}	<5,0 ^{1),5)}	<5,0 ^{1),5)}
Zinc (Zn)	µg/l	3,9 ¹⁾	<2,0 ^{1),5)}	<2,0 ^{1),5)}	<2,0 ^{1),5)}
Arsenic (As)	µg/l	<5,0 ^{1),5)}	<5,0 ^{1),5)}	<5,0 ^{1),5)}	<5,0 ^{1),5)}
Cadmium (Cd)	µg/l	<0,1 ^{1),5)}	<0,1 ^{1),5)}	<0,1 ^{1),5)}	<0,1 ^{1),5)}
Plomb (Pb)	µg/l	<5,0 ^{1),5)}	<5,0 ^{1),5)}	<5,0 ^{1),5)}	<5,0 ^{1),5)}

Information sur l'échantillon

Numéro d'échantillon	Date de prélèvement	Nom d'échantillon
878873	15.05.2025 00:00	E (0,1-1,1 m)
878874	15.05.2025 00:00	F (0,6-1,6 m)
878875	15.05.2025 00:00	G (0,15-1,1 m)

Prétraitement des échantillons

Paramètres	Unité	878873 E (0,1-1,1 m)	878874 F (0,6-1,6 m)	878875 G (0,15-1,1 m)
Masse échantillon total inférieure à 2 kg ⁷⁾	kg	0,76 ¹⁾	0,82 ¹⁾	0,82 ¹⁾
Matière sèche	%	82,2 ¹⁾	81,9 ¹⁾	81,9 ¹⁾

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 *).

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

RAPPORT D'ANALYSE 1558233 PR.DTEN.25.0189 - Aline NOWACKI - PO.DTEN.25.0319

Date: 22.05.2025

Information sur l'échantillon

Numéro d'échantillon	Date de prélèvement	Nom d'échantillon
878873	15.05.2025 00:00	E (0,1-1,1 m)
878874	15.05.2025 00:00	F (0,6-1,6 m)
878875	15.05.2025 00:00	G (0,15-1,1 m)

Paramètres	Unité	878873 E (0,1-1,1 m)	878874 F (0,6-1,6 m)	878875 G (0,15-1,1 m)
Prétraitement de l'échantillon		++ ^{1),2)}	++ ^{1),2)}	++ ^{1),2)}

Lixiviation

Paramètres	Unité	878873 E (0,1-1,1 m)	878874 F (0,6-1,6 m)	878875 G (0,15-1,1 m)
Fraction >4mm (EN12457-2)	%	<0,1 ^{1),5)}	<0,1 ^{1),5)}	<0,1 ^{1),5)}
Masse brute Mh pour lixiviation*)	g	110 ¹⁾	110 ¹⁾	110 ¹⁾
Lixiviation (EN 12457-2)		++ ^{1),2)}	++ ^{1),2)}	++ ^{1),2)}
Volume de lixiviant L ajouté pour l'extraction*)	ml	900 ¹⁾	900 ¹⁾	900 ¹⁾

Analyses Physico-chimiques

Paramètres	Unité	878873 E (0,1-1,1 m)	878874 F (0,6-1,6 m)	878875 G (0,15-1,1 m)
pH-H2O		8,2 ¹⁾	8,8 ¹⁾	9,0 ¹⁾
COT Carbone Organique Total	mg/kg MS	1300	<1000 ⁵⁾	<1000 ⁵⁾

Prétraitement pour analyses des métaux

Paramètres	Unité	878873 E (0,1-1,1 m)	878874 F (0,6-1,6 m)	878875 G (0,15-1,1 m)
Minéralisation à l'eau régale		++ ^{1),2)}	++ ^{1),2)}	++ ^{1),2)}

Métaux

Paramètres	Unité	878873 E (0,1-1,1 m)	878874 F (0,6-1,6 m)	878875 G (0,15-1,1 m)
Antimoine (Sb)	mg/kg MS	<0,5 ⁵⁾	<0,5 ⁵⁾	<0,5 ⁵⁾
Arsenic (As)	mg/kg MS	8,4	8,1	6,8
Baryum (Ba)	mg/kg MS	74	60	54
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	0,2	0,1	0,2
Chrome (Cr)	mg/kg MS	36	30	29
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	12	14	13
Mercure (Hg)	mg/kg MS	<0,05 ⁵⁾	<0,05 ⁵⁾	<0,05 ⁵⁾
Molybdène (Mo)	mg/kg MS	<1,0 ⁵⁾	<1,0 ⁵⁾	<1,0 ⁵⁾
Nickel (Ni)	mg/kg MS	24	21	20
Plomb (Pb)	mg/kg MS	12	14	9,8
Sélénium (Se)	mg/kg MS	<1,0 ⁵⁾	<1,0 ⁵⁾	<1,0 ⁵⁾
Zinc (Zn)	mg/kg MS	44	44	36

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 *).

**RAPPORT D'ANALYSE 1558233 PR.DTEN.25.0189 - Aline NOWACKI - PO.DTEN.25.0319****Date: 22.05.2025****Information sur l'échantillon**

Número d'échantillon	Date de prélèvement	Nom d'échantillon
878873	15.05.2025 00:00	E (0,1-1,1 m)
878874	15.05.2025 00:00	F (0,6-1,6 m)
878875	15.05.2025 00:00	G (0,15-1,1 m)

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (ISO)

Paramètres	Unité	878873 E (0,1-1,1 m)	878874 F (0,6-1,6 m)	878875 G (0,15-1,1 m)
Naphtalène	mg/kg MS	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾
Acénaphthylène	mg/kg MS	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾
Acénaphène	mg/kg MS	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾
Fluorène	mg/kg MS	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾
Phénanthrène	mg/kg MS	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾
Anthracène	mg/kg MS	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾
Fluoranthène	mg/kg MS	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾
Pyrène	mg/kg MS	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾
Benzo(a)anthracène	mg/kg MS	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾
Chrysène	mg/kg MS	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg MS	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾
Benzo(a)pyrène	mg/kg MS	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg MS	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾
Benzo(g,h,i)pérylène	mg/kg MS	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	mg/kg MS	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾
HAP (6 Borneff) - somme	mg/kg MS	n.d.⁵⁾	n.d.⁵⁾	n.d.⁵⁾
Somme HAP (VROM)	mg/kg MS	n.d.⁵⁾	n.d.⁵⁾	n.d.⁵⁾
HAP (EPA) - somme	mg/kg MS	n.d.⁵⁾	n.d.⁵⁾	n.d.⁵⁾

Composés aromatiques

Paramètres	Unité	878873 E (0,1-1,1 m)	878874 F (0,6-1,6 m)	878875 G (0,15-1,1 m)
Benzène	mg/kg MS	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾
Toluène	mg/kg MS	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾
Ethylbenzène	mg/kg MS	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾
m,p-Xylène	mg/kg MS	<0,10 ⁵⁾	<0,10 ⁵⁾	<0,10 ⁵⁾
o-Xylène	mg/kg MS	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾
Naphtalène	mg/kg MS	<0,10 ⁵⁾	<0,10 ⁵⁾	<0,10 ⁵⁾
Somme Xylènes	mg/kg MS	n.d.⁵⁾	n.d.⁵⁾	n.d.⁵⁾
BTEX total*)	mg/kg MS	n.d.⁵⁾	n.d.⁵⁾	n.d.⁵⁾

COHV

Paramètres	Unité	878873 E (0,1-1,1 m)	878874 F (0,6-1,6 m)	878875 G (0,15-1,1 m)
Chlorure de Vinyle	mg/kg MS	<0,02 ⁵⁾	<0,02 ⁵⁾	<0,02 ⁵⁾
Dichlorométhane	mg/kg MS	<0,05 ⁵⁾	<0,05 ⁵⁾	<0,05 ⁵⁾
Trichlorométhane	mg/kg MS	<0,05 ⁵⁾	<0,05 ⁵⁾	<0,05 ⁵⁾
Tétrachlorométhane	mg/kg MS	<0,05 ⁵⁾	<0,05 ⁵⁾	<0,05 ⁵⁾
Trichloroéthylène	mg/kg MS	<0,05 ⁵⁾	<0,05 ⁵⁾	<0,05 ⁵⁾

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 *).

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.

RAPPORT D'ANALYSE 1558233 PR.DTEN.25.0189 - Aline NOWACKI - PO.DTEN.25.0319

Date: 22.05.2025

Information sur l'échantillon

Numéro d'échantillon	Date de prélèvement	Nom d'échantillon
878873	15.05.2025 00:00	E (0,1-1,1 m)
878874	15.05.2025 00:00	F (0,6-1,6 m)
878875	15.05.2025 00:00	G (0,15-1,1 m)

Paramètres	Unité	878873 E (0,1-1,1 m)	878874 F (0,6-1,6 m)	878875 G (0,15-1,1 m)
Tétrachloroéthylène	mg/kg MS	<0,05 ⁵⁾	<0,05 ⁵⁾	<0,05 ⁵⁾
1,1,1-Trichloroéthane	mg/kg MS	<0,05 ⁵⁾	<0,05 ⁵⁾	<0,05 ⁵⁾
1,1,2-Trichloroéthane	mg/kg MS	<0,05 ⁵⁾	<0,05 ⁵⁾	<0,05 ⁵⁾
1,1-Dichloroéthane	mg/kg MS	<0,10 ⁵⁾	<0,10 ⁵⁾	<0,10 ⁵⁾
1,2-Dichloroéthane	mg/kg MS	<0,05 ⁵⁾	<0,05 ⁵⁾	<0,05 ⁵⁾
1,1-Dichloroéthylène	mg/kg MS	<0,10 ⁵⁾	<0,10 ⁵⁾	<0,10 ⁵⁾
Trans-1,2-Dichloroéthylène	mg/kg MS	<0,0250 ⁵⁾	<0,0250 ⁵⁾	<0,0250 ⁵⁾
cis-1,2-Dichloroéthylène	mg/kg MS	<0,0250 ⁵⁾	<0,0250 ⁵⁾	<0,0250 ⁵⁾
Somme cis/trans-1,2-Dichloroéthylènes	mg/kg MS	n.d. ⁵⁾	n.d. ⁵⁾	n.d. ⁵⁾

Hydrocarbures totaux (ISO)

Paramètres	Unité	878873 E (0,1-1,1 m)	878874 F (0,6-1,6 m)	878875 G (0,15-1,1 m)
Fraction aliphatique C5-C6	mg/kg MS	<0,40 ⁵⁾	<0,40 ⁵⁾	<0,40 ⁵⁾
Fraction aliphatique >C6-C8	mg/kg MS	<0,20 ⁵⁾	<0,20 ⁵⁾	<0,20 ⁵⁾
Fraction aliphatique >C8-C10	mg/kg MS	<0,20 ⁵⁾	<0,20 ⁵⁾	<0,20 ⁵⁾
Fraction aromatique >C6-C8	mg/kg MS	<0,20 ⁵⁾	<0,20 ⁵⁾	<0,20 ⁵⁾
Fraction aromatique >C8-C10	mg/kg MS	<0,20 ⁵⁾	<0,20 ⁵⁾	<0,20 ⁵⁾
Fraction >C6-C8	mg/kg MS	<0,40 ^{4),5)}	<0,40 ^{4),5)}	<0,40 ^{4),5)}
Fraction C8-C10	mg/kg MS	<0,40 ^{4),5)}	<0,40 ^{4),5)}	<0,40 ^{4),5)}
Fraction C5-C10	mg/kg MS	<1,0 ^{4),5)}	<1,0 ^{4),5)}	<1,0 ^{4),5)}
Hydrocarbures totaux C10-C40	mg/kg MS	<20,0 ⁵⁾	<20,0 ⁵⁾	<20,0 ⁵⁾
Fraction C10-C12 ^{*)}	mg/kg MS	<4,0 ⁵⁾	<4,0 ⁵⁾	<4,0 ⁵⁾
Fraction C12-C16 ^{*)}	mg/kg MS	<4,0 ⁵⁾	<4,0 ⁵⁾	<4,0 ⁵⁾
Fraction C16-C20 ^{*)}	mg/kg MS	<2,0 ⁵⁾	<2,0 ⁵⁾	<2,0 ⁵⁾
Fraction C20-C24 ^{*)}	mg/kg MS	<2,0 ⁵⁾	<2,0 ⁵⁾	<2,0 ⁵⁾
Fraction C24-C28 ^{*)}	mg/kg MS	<2,0 ⁵⁾	<2,0 ⁵⁾	<2,0 ⁵⁾
Fraction C28-C32 ^{*)}	mg/kg MS	<2,0 ⁵⁾	<2,0 ⁵⁾	<2,0 ⁵⁾
Fraction C32-C36 ^{*)}	mg/kg MS	<2,0 ⁵⁾	<2,0 ⁵⁾	<2,0 ⁵⁾
Fraction C36-C40 ^{*)}	mg/kg MS	<2,0 ⁵⁾	<2,0 ⁵⁾	<2,0 ⁵⁾

Polychlorobiphényles

Paramètres	Unité	878873 E (0,1-1,1 m)	878874 F (0,6-1,6 m)	878875 G (0,15-1,1 m)
Somme 6 PCB	mg/kg MS	n.d. ⁵⁾	n.d. ⁵⁾	n.d. ⁵⁾
Somme 7 PCB (Ballschmiter)	mg/kg MS	n.d. ⁵⁾	n.d. ⁵⁾	n.d. ⁵⁾
PCB (28)	mg/kg MS	<0,001 ⁵⁾	<0,001 ⁵⁾	<0,001 ⁵⁾
PCB (52)	mg/kg MS	<0,001 ⁵⁾	<0,001 ⁵⁾	<0,001 ⁵⁾
PCB (101)	mg/kg MS	<0,001 ⁵⁾	<0,001 ⁵⁾	<0,001 ⁵⁾
PCB (118)	mg/kg MS	<0,001 ⁵⁾	<0,001 ⁵⁾	<0,001 ⁵⁾

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 *).

page 9 de 12

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

RAPPORT D'ANALYSE 1558233 PR.DTEN.25.0189 - Aline NOWACKI - PO.DTEN.25.0319

Date: 22.05.2025

Information sur l'échantillon

Numéro d'échantillon	Date de prélèvement	Nom d'échantillon
878873	15.05.2025 00:00	E (0,1-1,1 m)
878874	15.05.2025 00:00	F (0,6-1,6 m)
878875	15.05.2025 00:00	G (0,15-1,1 m)

Paramètres	Unité	878873 E (0,1-1,1 m)	878874 F (0,6-1,6 m)	878875 G (0,15-1,1 m)
PCB (138)	mg/kg MS	<0,001 ⁵⁾	<0,001 ⁵⁾	<0,001 ⁵⁾
PCB (153)	mg/kg MS	<0,001 ⁵⁾	<0,001 ⁵⁾	<0,001 ⁵⁾
PCB (180)	mg/kg MS	<0,001 ⁵⁾	<0,001 ⁵⁾	<0,001 ⁵⁾

Analyses sur éluat après lixiviation

Paramètres	Unité	878873 E (0,1-1,1 m)	878874 F (0,6-1,6 m)	878875 G (0,15-1,1 m)
L/S cumulé	ml/g	10,0 ¹⁾	10,0 ¹⁾	10,0 ¹⁾
Conductivité électrique	µS/cm	120 ¹⁾	110 ¹⁾	90,7 ¹⁾
Température	°C	20,6 ¹⁾	19,6 ¹⁾	19,2 ¹⁾
pH		8,1 ¹⁾	8,4 ¹⁾	8,7 ¹⁾

Calcul des Fractions solubles

Paramètres	Unité	878873 E (0,1-1,1 m)	878874 F (0,6-1,6 m)	878875 G (0,15-1,1 m)
Fraction soluble cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	0 - 1000	0 - 1000	0 - 1000
Antimoine cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05
Arsenic cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05
Baryum cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	0 - 0,1	0 - 0,1	0 - 0,1
COT cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	0 - 200	0 - 200	0 - 200
Cadmium cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	0 - 0,001	0 - 0,001	0 - 0,001
Chlorures cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	11	0 - 10	31
Chrome cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	0 - 0,02	0 - 0,02	0 - 0,02
Cuivre cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	0 - 0,02	0 - 0,02	0 - 0,02
Fluorures cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	5,0	8,0	9,0
Indice phénol cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	0 - 0,2	0 - 0,2	0 - 0,2
Mercure cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	0 - 0,0003	0 - 0,0003	0 - 0,0003
Molybdène cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	0 - 0,05	0 - 0,05	0,06
Nickel cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05
Plomb cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05
Sulfates cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	220	0 - 50	0 - 50
Sélénium cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05
Zinc cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	0 - 0,02	0 - 0,02	0 - 0,02

Analyses Physico-chimiques sur éluat

Paramètres	Unité	878873 E (0,1-1,1 m)	878874 F (0,6-1,6 m)	878875 G (0,15-1,1 m)
Résidu à sec	mg/l	<100 ^{1),5)}	<100 ^{1),5)}	<100 ^{1),5)}
Indice phénol	mg/l	<0,020 ^{1),5)}	<0,020 ^{1),5)}	<0,020 ^{1),5)}
Chlorures (Cl)	mg/l	1,1 ¹⁾	<1,0 ^{1),5)}	3,1 ¹⁾
Fluorures (F)	mg/l	0,5 ¹⁾	0,8 ¹⁾	0,9 ¹⁾

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 *).

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

RAPPORT D'ANALYSE 1558233 PR.DTEN.25.0189 - Aline NOWACKI - PO.DTEN.25.0319

Date: 22.05.2025

Information sur l'échantillon

Numéro d'échantillon	Date de prélèvement	Nom d'échantillon
878873	15.05.2025 00:00	E (0,1-1,1 m)
878874	15.05.2025 00:00	F (0,6-1,6 m)
878875	15.05.2025 00:00	G (0,15-1,1 m)

Paramètres	Unité	878873 E (0,1-1,1 m)	878874 F (0,6-1,6 m)	878875 G (0,15-1,1 m)
Sulfates (SO ₄)	mg/l	22 ¹⁾	<5,0 ^{1),5)}	<5,0 ^{1),5)}
COT	mg/l	<20 ^{1),5)}	<20 ^{1),5)}	<20 ^{1),5)}

Métaux sur éluat

Paramètres	Unité	878873 E (0,1-1,1 m)	878874 F (0,6-1,6 m)	878875 G (0,15-1,1 m)
Baryum (Ba)	µg/l	<10 ^{1),5)}	<10 ^{1),5)}	<10 ^{1),5)}
Chrome (Cr)	µg/l	<2,0 ^{1),5)}	<2,0 ^{1),5)}	<2,0 ^{1),5)}
Mercure	µg/l	<0,03 ^{1),5)}	<0,03 ^{1),5)}	<0,03 ^{1),5)}
Molybdène (Mo)	µg/l	<5,0 ^{1),5)}	<5,0 ^{1),5)}	5,5 ¹⁾
Sélénium (Se)	µg/l	<5,0 ^{1),5)}	<5,0 ^{1),5)}	<5,0 ^{1),5)}
Cuivre (Cu)	µg/l	<2,0 ^{1),5)}	<2,0 ^{1),5)}	<2,0 ^{1),5)}
Nickel (Ni)	µg/l	<5,0 ^{1),5)}	<5,0 ^{1),5)}	<5,0 ^{1),5)}
Antimoine (Sb)	µg/l	<5,0 ^{1),5)}	<5,0 ^{1),5)}	<5,0 ^{1),5)}
Zinc (Zn)	µg/l	<2,0 ^{1),5)}	<2,0 ^{1),5)}	<2,0 ^{1),5)}
Arsenic (As)	µg/l	<5,0 ^{1),5)}	<5,0 ^{1),5)}	<5,0 ^{1),5)}
Cadmium (Cd)	µg/l	<0,1 ^{1),5)}	<0,1 ^{1),5)}	<0,1 ^{1),5)}
Plomb (Pb)	µg/l	<5,0 ^{1),5)}	<5,0 ^{1),5)}	<5,0 ^{1),5)}

¹⁾ Tous les résultats obtenus à partir de l'analyse de la matière solide sont basés sur la matière sèche (MS), à l'exception des paramètres marqués du signe ¹⁾ qui sont basés sur la matière brute (MB).

²⁾ "+" Signifie que le traitement requis a été effectué en laboratoire.

³⁾ "-" Signifie "non demandé".

⁴⁾ Les résultats ne tiennent pas compte des teneurs en dessous des seuils de quantification.

⁵⁾ Explication : "<" ou "n.d." indiquent que la concentration de l'analyte est inférieure à la limite de quantification (LQ).

⁶⁾ Tous les résultats d'analyse se rapportent à la matière sèche (MS), à l'exception des paramètres marqués d'un signe ⁶⁾, qui sont basés sur la matière brute (MB).

⁷⁾ Des différences sont notées par rapport aux lignes directrices si moins de 2 kg d'échantillon ont été livrés

Début de l'analyse : 16.05.2025

Fin de l'analyse : 22.05.2025

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'analyse 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. (AGROLAB GROUP), Mme Claire Mura, Tél : +33380680150

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 *).



RAPPORT D'ANALYSE 1558233 PR.DTEN.25.0189 - Aline NOWACKI - PO.DTEN.25.0319

Date: 22.05.2025

Liste des méthodes

Conforme a NF ISO 10390 (sol et sédiment)	pH-H2O
conforme EN 16192 (2011)	COT
conforme ISO 10694 (2008)	COT Carbone Organique Total
conforme NEN-EN 16192 (2011)	Indice phénol
Conforme à EN-ISO 17294-2	Baryum (Ba) [µg/l] • Chrome (Cr) [µg/l] • Molybdène (Mo) [µg/l] • Sélénium (Se) [µg/l] • Cuivre (Cu) [µg/l] • Nickel (Ni) [µg/l] • Antimoine (Sb) [µg/l] • Zinc (Zn) [µg/l] • Arsenic (As) [µg/l] • Cadmium (Cd) [µg/l] • Plomb (Pb) [µg/l]
Conforme à ISO 10359-1, conforme à EN 16192	Fluorures (F)
conforme à NEN 6950 (digestion conf. à NEN 6961/NEN-EN-ISO 54321, mesure conforme à NEN-ISO 16772)	Mercuré (Hg)
Conforme à NEN-EN 16179	Prétraitement de l'échantillon
conforme à NEN-EN-ISO 16558-1	Fraction aliphatique C5-C6 • Fraction aliphatique >C6-C8 • Fraction aliphatique >C8-C10 • Fraction aromatique >C6-C8 • Fraction aromatique >C8-C10 • Fraction >C6-C8 • Fraction C8-C10 • Fraction C5-C10
Conforme à NEN-ISO 15923-1, équivalent à NEN-EN 16192	Chlorures (Cl) • Sulfates (SO4)
Equivalent à NF EN ISO 15216	Résidu à sec
ISO 16703	Hydrocarbures totaux C10-C40
ISO 16703*)	Fraction C10-C12*) • Fraction C12-C16*) • Fraction C16-C20*) • Fraction C20-C24*) • Fraction C24-C28*) • Fraction C28-C32*) • Fraction C32-C36*) • Fraction C36-C40*)
ISO 22155	Benzène • Toluène • Ethylbenzène • m,p-Xylène • o-Xylène • Naphtalène [878869-878875] • Somme Xylènes • Chlorure de Vinyle • Dichlorométhane • Trichlorométhane • Tétrachlorométhane • Trichloroéthylène • Tétrachloroéthylène • 1,1,1-Trichloroéthane • 1,1,2-Trichloroéthane • 1,1-Dichloroéthane • 1,2-Dichloroéthane • 1,1-Dichloroéthylène • Trans-1,2-Dichloroéthylène • cis-1,2-Dichloroéthylène • Somme cis/trans-1,2-Dichloroéthylènes
ISO 22155*)	BTEX total*)
Minéralisation conforme à NEN-EN-ISO 54321, mesure conforme à NEN-EN-ISO 11885	Antimoine (Sb) [mg/kg MS] • Arsenic (As) [mg/kg MS] • Baryum (Ba) [mg/kg MS] • Cadmium (Cd) [mg/kg MS] • Chrome (Cr) [mg/kg MS] • Cuivre (Cu) [mg/kg MS] • Molybdène (Mo) [mg/kg MS] • Nickel (Ni) [mg/kg MS] • Plomb (Pb) [mg/kg MS] • Sélénium (Se) [mg/kg MS] • Zinc (Zn) [mg/kg MS]
méthode interne	Broyeur à mâchoires
Méthode interne	Masse échantillon total inférieure à 2 kg ⁷⁾
méthode interne (conforme NEN-EN-ISO 12846)	Mercuré
NEN-EN 15934	Matière sèche
NEN-EN 16167	Somme 6 PCB • Somme 7 PCB (Ballschmiter) • PCB (28) • PCB (52) • PCB (101) • PCB (118) • PCB (138) • PCB (153) • PCB (180)
NF EN 12457-2	Lixiviation (EN 12457-2)
NF-EN 16174; NF EN 13657 (déchets)	Minéralisation à l'eau régale
Selon norme lixiviation	Fraction >4mm (EN12457-2) • L/S cumulé • Conductivité électrique • Température • pH • Fraction soluble cumulé (var. L/S) • Antimoine cumulé (var. L/S) • Arsenic cumulé (var. L/S) • Baryum cumulé (var. L/S) • COT cumulé (var. L/S) • Cadmium cumulé (var. L/S) • Chlorures cumulé (var. L/S) • Chrome cumulé (var. L/S) • Cuivre cumulé (var. L/S) • Fluorures cumulé (var. L/S) • Indice phénol cumulé (var. L/S) • Mercure cumulé (var. L/S) • Molybdène cumulé (var. L/S) • Nickel cumulé (var. L/S) • Plomb cumulé (var. L/S) • Sulfates cumulé (var. L/S) • Sélénium cumulé (var. L/S) • Zinc cumulé (var. L/S)
Selon norme lixiviation*)	Masse brute Mh pour lixiviation*) • Volume de lixiviant L ajouté pour l'extraction*)
équivalent à NF EN 16181	Naphtalène [878869-878875] • Acénaphthylène • Acénaphthène • Fluorène • Phénanthrène • Anthracène • Fluoranthène • Pyrène • Benzo(a)anthracène • Chrysène • Benzo(b)fluoranthène • Benzo(k)fluoranthène • Benzo(a)pyrène • Dibenzo(a,h)anthracène • Benzo(g,h,i)peryène • Indéno(1,2,3-cd)pyrène • HAP (6 Borneff) - somme • Somme HAP (VROM) • HAP (EPA) - somme

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 *).

ANNEXE 7 : COUPES ET SCHEMAS DES PIEZAIRES

Cette annexe contient 14 pages.

Le géo-référencement des ouvrages, la gestion des cuttings et des rebouchages, le protocole de prélèvement, la date d'envoi des échantillons et les conditions de transport sont indiqués dans le rapport.

PG-S1

Début

prof.

1

PG-S1

Longitude	Latitude	Système de coordonnées		
3,1717	50,6840	WGS 84		
Élévation	Nivellement	Angle	Azimut	Prof. atteinte
Non renseigné	Non renseigné	-	-	1,0 m

Données	Type	Début	Fin	Machine	Opérateur
PG-S1	Piézair	15/05/2025 13:37:00	15/05/2025 13:50:00	Tarière mécanique	Dominique Moity

Sondage

Prof.	P	1,0 m
Diamètre	D	64,0 mm

Niveau d'eau

En cours de forage	H _w	- m
Avant équipement	H _w	- m

Tube

☒ PEHD

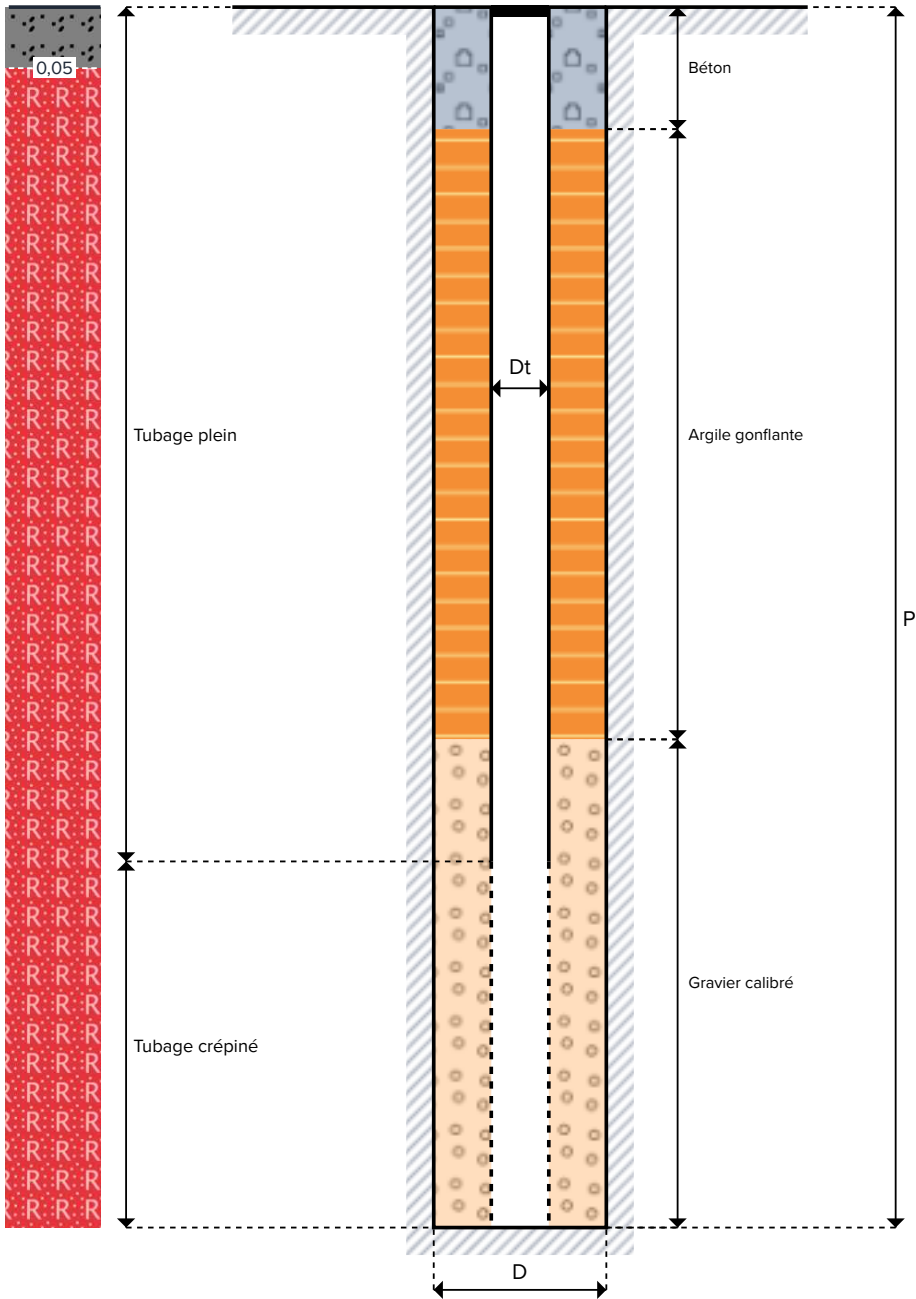
Diamètre intérieur	D _t	24,0 mm
Diamètre extérieur	D _t	32,0 mm
Crépines	De	0,7 à 1,0 m
Développement	☒ Non	
Bouchon de fond	☒ Non	
Hauteur hors sol	H _t	0,0 m

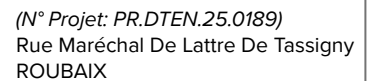
Remblais

Béton	De	0,0 à 0,1 m
Argile gonflante	De	0,1 à 0,6 m
Gravier calibré	De	0,6 à 1,0 m

Protection

Tête métallique	☒ Non	
Cadenas	☒ Non	
Bouche à clef	☒ Oui	
Regard béton	☒ Non	
Diamètre protection	D _p	- mm
Hauteur hors sol	H _p	0,0 m





PG-S2		Longitude	Latitude	Système de coordonnées	Précision des relevés					
		3,1712	50,6840	WGS 84	Plurimétrique					
		Élévation	Prof. atteinte	Nivellement	Précision des nivellements					
		Non renseigné	1,5 m	Non renseigné	Non renseigné					
Début			Fin		Machine		Opérateur			
15/05/2025 13:22			15/05/2025 13:35		Tarière mécanique		Dominique Moity			
Conditions météorologiques				Flaconnage		Préleveur		Ref. PID	Ref. Piezo	
Nuageux				Non renseigné		Nicolas DEBLONDE		—	3EL.B.31	
Prof.	Lithologie	Descriptions					Remblais	Indices organoleptiques		Niveau d'eau
0		Enrobé 0,05 m					Béton			
							0,1 m			
							Argile gonflante	RAS		
		Remblais sablo-graveleux gris-rougeâtre avec passages limoneux brun et béton					0,9 m			
1							Gravier calibré			
		1,5 m					1,5 m	1,5 m		
Les paramètres analysés sont indiqués dans le rapport										
soilcloud.tech										

PG-S2

Longitude	Latitude	Système de coordonnées		
3,1712	50,6840	WGS 84		
Élévation	Nivellement	Angle	Azimut	Prof. atteinte
Non renseigné	Non renseigné	-	-	1,5 m

Données	Type	Début	Fin	Machine	Opérateur
PG-S2	Piézair	15/05/2025 13:22:00	15/05/2025 13:35:00	Tarière mécanique	Dominique Moity

Sondage

Prof.	P	1,5 m
Diamètre	D	64,0 mm

Niveau d'eau

En cours de forage	H _w	- m
Avant équipement	H _w	- m

Tube

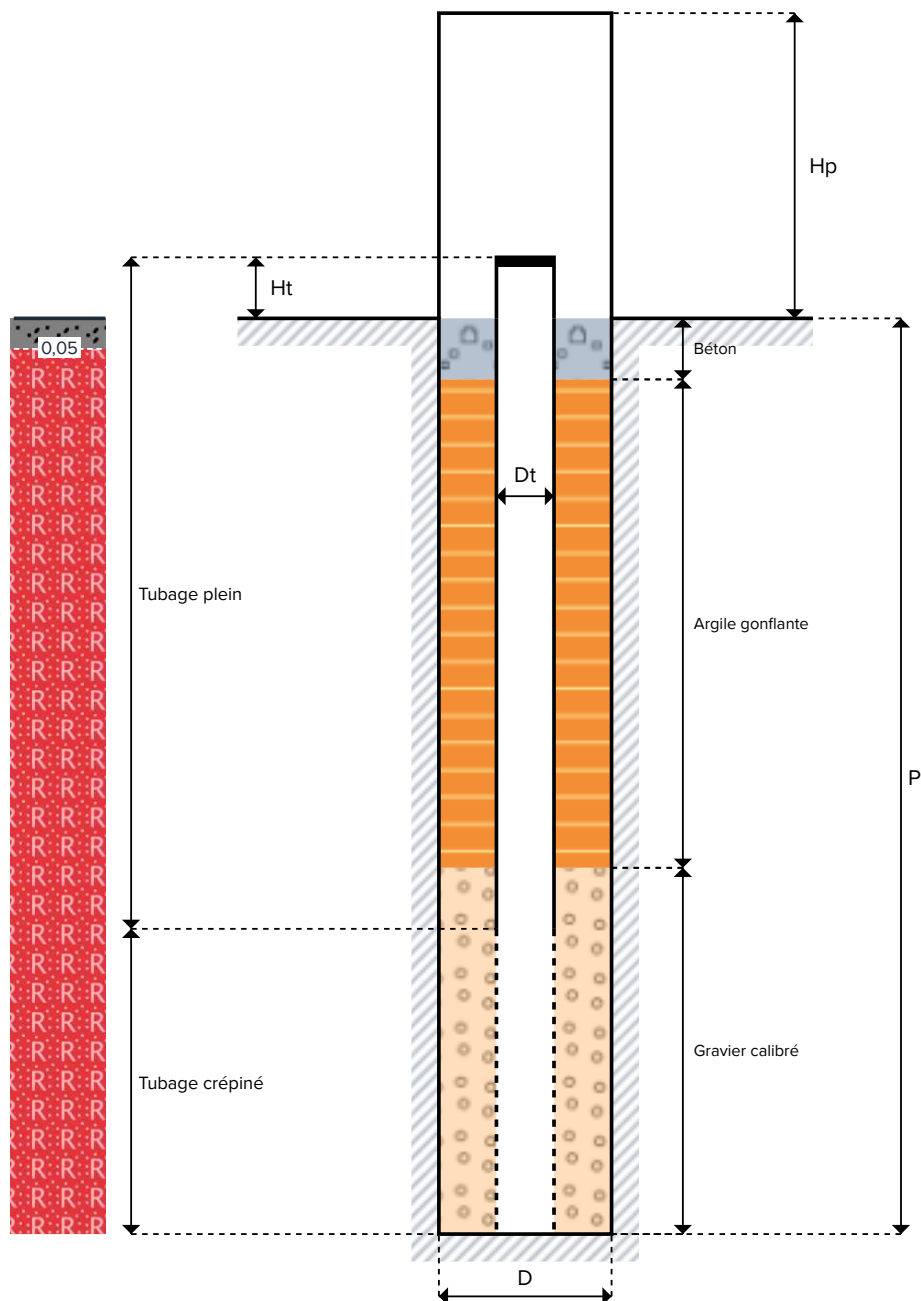
☒ PEHD		
Diamètre intérieur	D _t	24,0 mm
Diamètre extérieur	D _t	32,0 mm
Crépines	De	1,0 à 1,5 m
Développement	☒ Non	
Bouchon de fond	☒ Non	
Hauteur hors sol	H _t	0,1 m

Remblais

Béton	De	0,0 à 0,1 m
Argile gonflante	De	0,1 à 0,9 m
Gravier calibré	De	0,9 à 1,5 m

Protection

Tête métallique	☒ Non	
Cadenas	☒ Non	
Bouche à clef	☒ Non	
Regard béton	☒ Non	
Diamètre protection	D _p	- mm
Hauteur hors sol	H _p	- m



PG-S5

Début

cf.1

PG-S5

Longitude	Latitude	Système de coordonnées		
3,1727	50,6830	WGS 84		
Élévation	Nivellement	Angle	Azimut	Prof. atteinte
Non renseigné	Non renseigné	-	-	1,0 m

Données	Type	Début	Fin	Machine	Opérateur
PG-S5	Piézair	15/05/2025 08:52:00	15/05/2025 09:24:00	Tarière mécanique	Dominique Moity

Sondage

Prof.	P	1,0 m
Diamètre	D	64,0 mm

Niveau d'eau

En cours de forage	H _w	- m
Avant équipement	H _w	- m

Tube

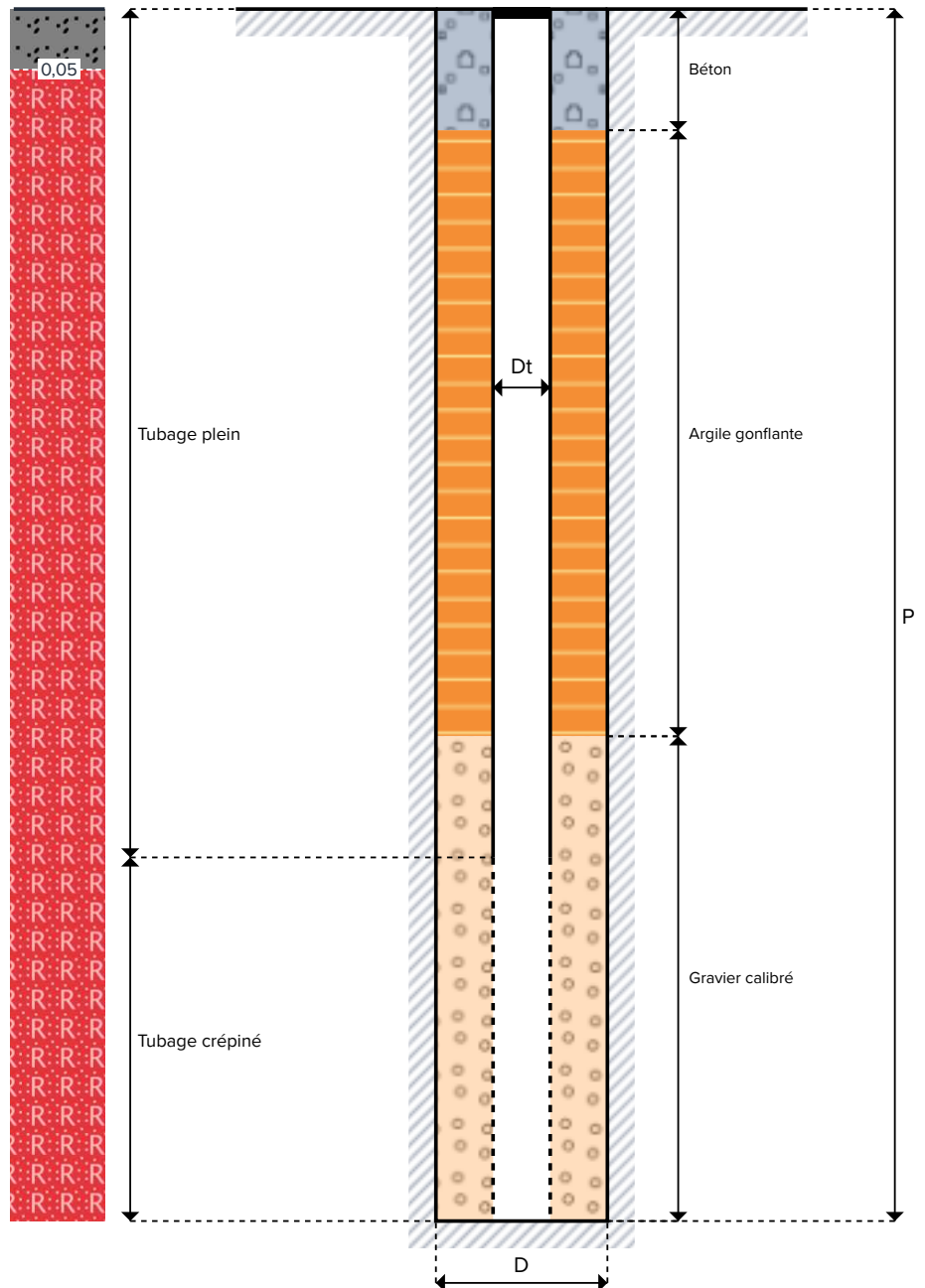
☒ PEHD		
Diamètre intérieur	D _t	24,0 mm
Diamètre extérieur	D _t	32,0 mm
Crépines	De	0,7 à 1,0 m
Développement	☒ Non	
Bouchon de fond	☒ Non	
Hauteur hors sol	H _t	0,0 m

Remblais

Béton	De	0,0 à 0,1 m
Argile gonflante	De	0,1 à 0,6 m
Gravier calibré	De	0,6 à 1,0 m

Protection

Tête métallique	☒ Non	
Cadenas	☒ Non	
Bouche à clef	☒ Oui	
Regard béton	☒ Non	
Diamètre protection	D _p	- mm
Hauteur hors sol	H _p	0,0 m



1	
Les paramètres analysés sont indiqués dans le rapport	
soilcloud.tech	

PG-S7

Longitude	Latitude	Système de coordonnées		
3,1719	50,6829	WGS 84		
Élévation	Nivellement	Angle	Azimut	Prof. atteinte
Non renseigné	Non renseigné	-	-	1,0 m

Données	Type	Début	Fin	Machine	Opérateur
PG-S7	Piézair	15/05/2025 10:03:00	15/05/2025 10:22:00	Tarière mécanique	Dominique Moity

Sondage

Prof.	P	1,0 m
Diamètre	D	64,0 mm

Niveau d'eau

En cours de forage	H _w	- m
Avant équipement	H _w	- m

Tube

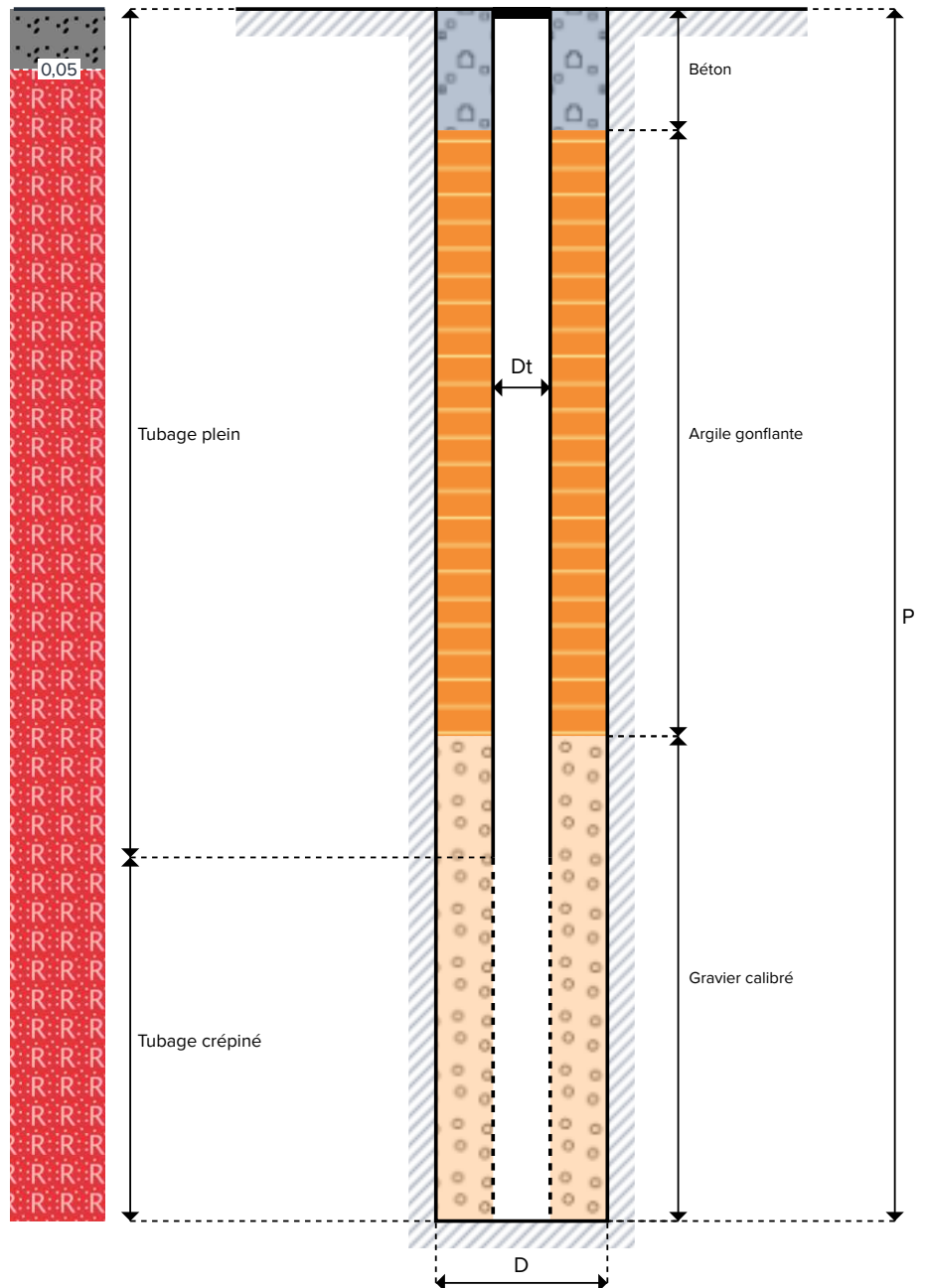
☒ PEHD		
Diamètre intérieur	D _t	24,0 mm
Diamètre extérieur	D _t	32,0 mm
Crépines	De	0,7 à 1,0 m
Développement	☒ Non	
Bouchon de fond	☒ Non	
Hauteur hors sol	H _t	0,0 m

Remblais

Béton	De	0,0 à 0,1 m
Argile gonflante	De	0,1 à 0,6 m
Gravier calibré	De	0,6 à 1,0 m

Protection

Tête métallique	☒ Non	
Cadenas	☒ Non	
Bouche à clef	☒ Oui	
Regard béton	☒ Non	
Diamètre protection	D _p	- mm
Hauteur hors sol	H _p	0,0 m



PG-S13

Début

cf.

Lithologie

Descriptions

Remblais

Indices organoleptiques

Niveau d'eau

0

Enrobé
0.05 m

Remblai sablo-graveleux gris sombre avec passages limoneux brun et béton

0.1 Béton

Argile gonflante

RAS

0.9 m

1

1.3 m

Limon brun remblavé avec cailloux, béton et briques

Gravier calibre

1.5 m

1.5 m

PG-S13

Données		Type	Début	Fin	Machine	Opérateur
PG-S13		Piézair	15/05/2025 12:49:00	15/05/2025 13:18:00	Tarière mécanique	Dominique Moity

Sondage

Prof.	P	1,5 m
Diamètre	D	64,0 mm

Niveau d'eau

En cours de forage	H _w	- m
Avant équipement	H _w	- m

Tube

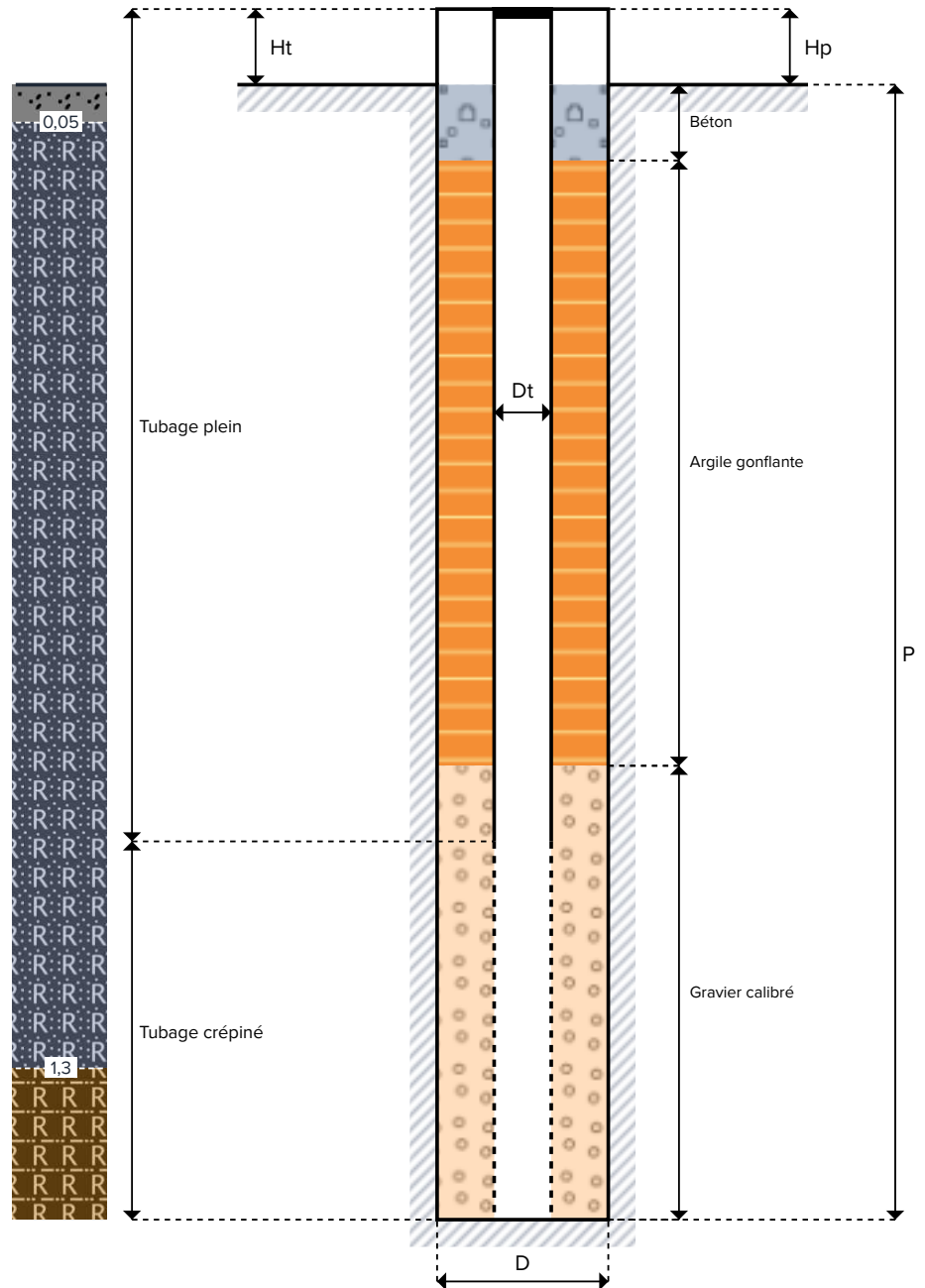
☒ PEHD		
Diamètre intérieur	D _t	24,0 mm
Diamètre extérieur	D _t	32,0 mm
Crépines	De	1,0 à 1,5 m
Développement		☒ Non
Bouchon de fond		☒ Non
Hauteur hors sol	H _t	0,1 m

Remblais

Béton	De	0,0 à 0,1 m
Argile gonflante	De	0,1 à 0,9 m
Gravier calibré	De	0,9 à 1,5 m

Protection

Tête métallique		☒ Non
Cadenas		☒ Non
Bouche à clef		☒ Non
Regard béton		☒ Non
Diamètre protection	D _p	- mm
Hauteur hors sol	H _p	0,0 m



PG-A

Début

Conditions météorologiques

cf.

Les paramètres analysés sont indiqués dans le rapport

		Projet de construction d'un ensemble immobilier de logements et de bureaux			<i>(N° Projet: PR.DTEN.25.0189)</i> Rue Maréchal De Lattre De Tassigny ROUBAIX			
PG-B	Longitude		Latitude	Système de coordonnées	Précision des relevés			
	3,171304		50,682756	WGS 84	Pluricentimétrique			
	Élévation		Prof. atteinte	Nivellement	Précision des nivellements			
	Non renseigné		1,0 m	Non renseigné	Non renseigné			
Début		Fin		Machine		Opérateur		
31/07/2025 15:24		31/07/2025 16:07		EMCI 50.1 (Tarière mécanique)		Giovanni GRAVINA		
Conditions météorologiques			Flaconnage		Préleveur		Ref. PID	Ref. Piezo
Couvert / Pluvieux			Non renseigné		Nicolas DEBLONDE		—	3EL.B.31
Prof.	Lithologie	Descriptions				Niveau d'eau	Remblais	Indices organoleptiques
0		Enrobé 0,05 m					Béton	
		Ciment/Béton					Argile gonflante	RAS
		1 m					0,1 m	
							0,6 m	
							Gravier calibré	
							1 m	1 m
1								
Les paramètres analysés sont indiqués dans le rapport								
soilcloud.tech								

PG-A

Longitude		Latitude		Système de coordonnées		
3,171787		50,683785		WGS 84		
Élévation		Nivellement		Angle	Azimut	Prof. atteinte
Non renseigné		Non renseigné		-	-	1,5 m
Données	Type	Début	Fin	Machine		Opérateur
PG-A	Piézair	31/07/2025 14:31:00	31/07/2025 15:02:00	EMCI 50.1 (Tarière mécanique)		Giovanni GRAVINA

Sondage

Prof.	P	1,5 m
Diamètre	D	64,0 mm

Niveau d'eau

En cours de forage	H _w	- m
Avant équipement	H _w	- m

Tube

☒ PEHD

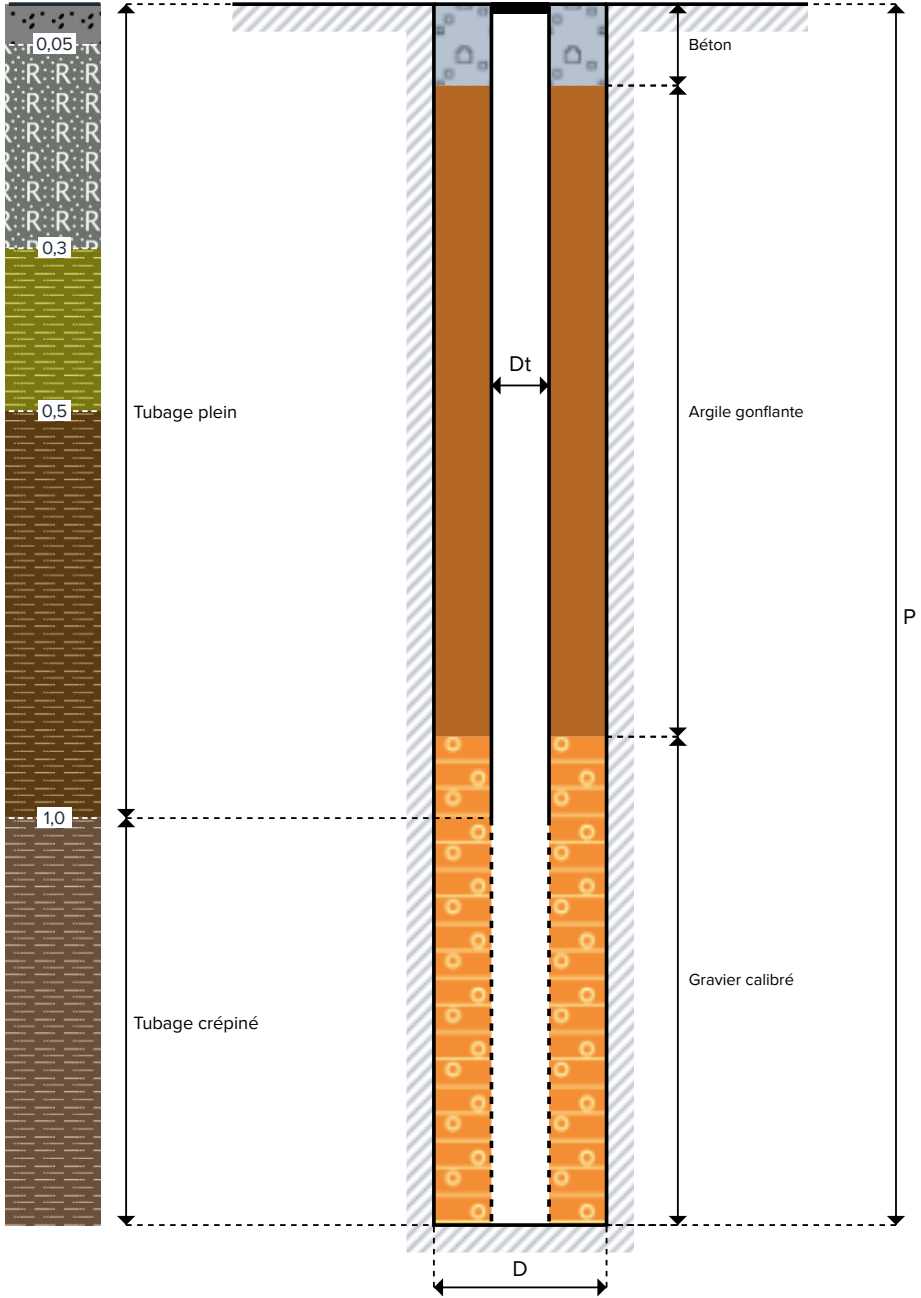
Diamètre intérieur	D _t	24,0 mm
Diamètre extérieur	D _t	32,0 mm
Crépines	De	1,0 à 1,5 m
Développement		☒ Non
Bouchon de fond		☒ Non
Hauteur hors sol	H _t	0,0 m

Remblais

Béton	De	0,0 à 0,1 m
Argile gonflante	De	0,1 à 0,9 m
Gravier calibré	De	0,9 à 1,5 m

Protection

Tête métallique		☒ Non
Cadenas		☒ Non
Bouche à clef		☒ Non
Regard béton		☒ Non
Diamètre protection	D _p	- mm
Hauteur hors sol	H _p	0,0 m



PG-B

Longitude		Latitude		Système de coordonnées		
3,171304		50,682756		WGS 84		
Élévation		Nivellement		Angle	Azimut	Prof. atteinte
Non renseigné		Non renseigné		-	-	1,0 m
Données	Type	Début	Fin	Machine		Opérateur
PG-B	Piézair	31/07/2025 15:24:00	31/07/2025 16:07:00	EMCI 50.1 (Tarière mécanique)		Giovanni GRAVINA

Sondage

Prof.	P	1,0 m
Diamètre	D	64,0 mm

Niveau d'eau

En cours de forage	H _w	- m
Avant équipement	H _w	- m

Tube

☒ PEHD

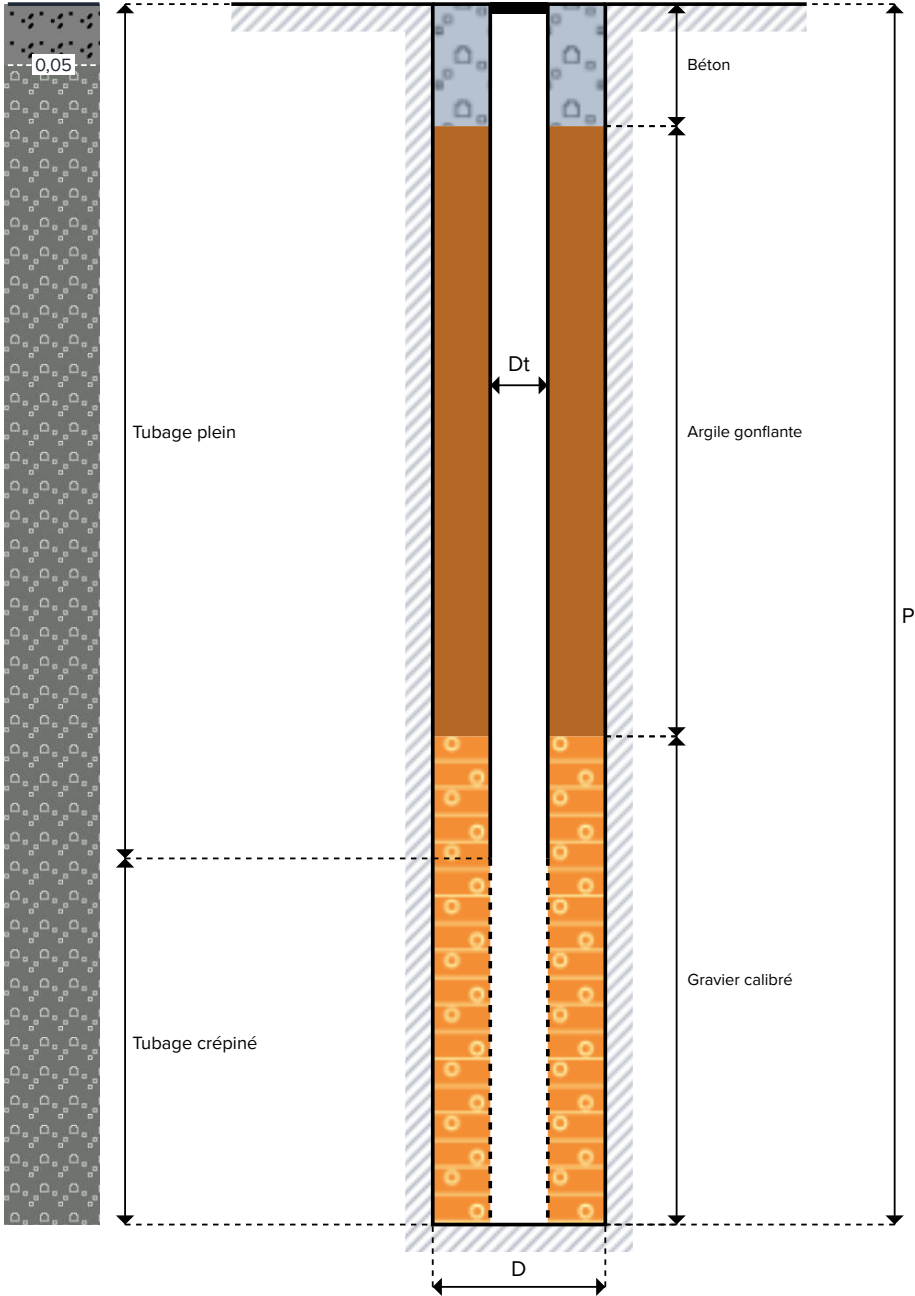
Diamètre intérieur	D _t	24,0 mm
Diamètre extérieur	D _t	32,0 mm
Crépines	De	0,7 à 1,0 m
Développement		☒ Non
Bouchon de fond		☒ Non
Hauteur hors sol	H _t	0,0 m

Remblais

Béton	De	0,0 à 0,1 m
Argile gonflante	De	0,1 à 0,6 m
Gravier calibré	De	0,6 à 1,0 m

Protection

Tête métallique		☒ Non
Cadenas		☒ Non
Bouche à clef		☒ Non
Regard béton		☒ Non
Diamètre protection	D _p	- mm
Hauteur hors sol	H _p	0,0 m



ANNEXE 8 : FICHES DE PRELEVEMENT DES GAZ DU SOL

Cette annexe contient 7 pages.

FICHE DE PRELEVEMENT DES GAZ DES SOLS



Nom ouvrage

PG S1

N° de projet	PR.DTEN.25.0189	CARACTERISTIQUE DE L'OUVRAGE		
Date de prélèvement	19.05.2025	Type d'ouvrage	Piézair	
Opérateur	Nicolas DEBLONDE	Type de revêtement	Enrobé	
Référence 4 gaz actif	DTEN.011	Etat de l'ouvrage	Bon état	
Référence pompe	3EL.A.07	Protection de surface	Bouche à clé ras le sol	
Référence débitmètre	3EL.A.06	Présence d'eau dans l'ouvrage	Non	
Référence station météo	/	Niveau d'eau dans l'ouvrage	/	m / sol
PURGE DE L'OUVRAGE		Diamètre intérieur de l'ouvrage	24.0	mm
Durée purge	4 min	Profondeur de l'ouvrage	1.0	m / haut du tube PEHD
Débit de purge *	1 L / min	Volume de l'ouvrage	0.45	L
Volume purgé	4.00 L	Volume minimum à purger	2.26	L

SUIVI DES PARAMETRES GAZEUX du début à la fin de la purge

	PID (ppmV)	CH4 (%)	CO (ppmV)	H2S (ppmV)	O2 (%)	Humidité (%)	Température (°C)
Début de purge	0	/	0	0	10.8	/	16
Fin de purge	0	/	0	0	8.6	/	16.1
Etanchéité de l'ouvrage					Oui		

CONDITIONS METEOROLOGIQUES

	Météo extérieure	Humidité (%)	Direction vent	Vitesse du vent (si extérieur) (km/h)	Pression (hPa)	Température (°C)
Arrivée sur site	Ensoleillé	83	ENE	5	1020	11
Départ du site	Ensoleillé	33	ENE	15	1018	21

PRELEVEMENT

Type de support	Référence tube	Nom échantillon	Heure (hh:min)	Débit (L/min)
Charbon actif	Tube (100/50 mg) Réf SKC : 226-01	PG S1	Heure début	9:12
			Heure intermédiaire	10:25
			Heure fin	11:27
			Durée réelle de prélèvement lue sur la pompe	130.000
			Débit moyen	0.313
			Ecart débit (%)	5.26
			Heure début	
			Heure intermédiaire	
			Heure fin	
			Durée réelle de prélèvement lue sur la pompe	
			Débit moyen	#DIV/0!
			Ecart débit (%)	#DIV/0!

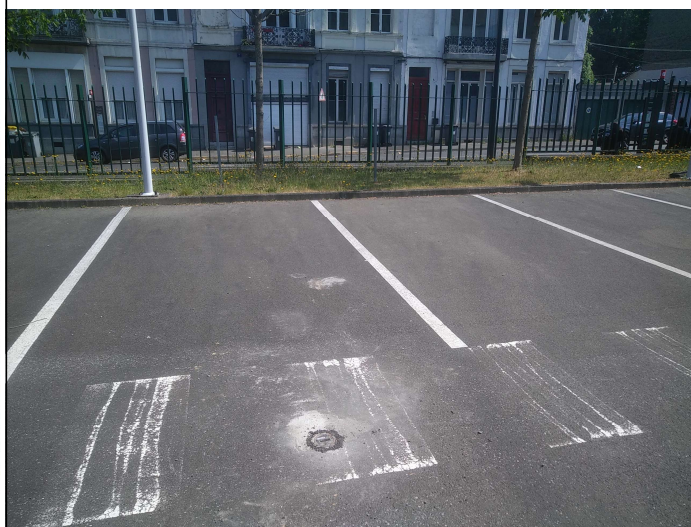
OBSERVATIONS

Casse de l'hygromètre durant la campagne

PLAN DE LOCALISATION DE L'OUVRAGE



PHOTOGRAPHIE DE L'OUVRAGE



* : le débit de purge ne doit pas dépasser 1 L/min pour les tubes carulite (mercure) et doit être compris entre 0.3 et 0.5 L/min pour le charbon actif 100/50 mg (TPH-BTEX-COHV)

FTQ-233-303-D

FICHE DE PRELEVEMENT DES GAZ DES SOLS



Nom ouvrage

PG S2

N° de projet	PR.DTEN.25.0189	CARACTERISTIQUE DE L'OUVRAGE		
Date de prélèvement	19.05.2025	Type d'ouvrage	Piézair	
Opérateur	Nicolas DEBLONDE	Type de revêtement	Enrobé	
Référence 4 gaz actif	DTEN.011	Etat de l'ouvrage	Bon état	
Référence pompe	3EL.A.05	Protection de surface	Autre	
Référence débitmètre	3EL.A.07	Présence d'eau dans l'ouvrage	Non	
Référence station météo	/	Niveau d'eau dans l'ouvrage	/	m / sol
PURGE DE L'OUVRAGE		Diamètre intérieur de l'ouvrage	24.0	mm
Durée purge	4	min	Profondeur de l'ouvrage	1.5 m / haut du tube PEHD
Débit de purge *	1	L / min	Volume de l'ouvrage	0.68 L
Volume purgé	4.00	L	Volume minimum à purger	3.39 L

SUIVI DES PARAMETRES GAZEUX du début à la fin de la purge

	PID (ppmV)	CH4 (%)	CO (ppmV)	H2S (ppmV)	O2 (%)	Humidité (%)	Température (°C)
Début de purge	0	/	0	0	19.8	/	16.1
Fin de purge	0	/	0	0	18.2	/	16.4
Etanchéité de l'ouvrage					Oui		

CONDITIONS METEOROLOGIQUES

	Météo extérieure	Humidité (%)	Direction vent	Vitesse du vent (si extérieur) (km/h)	Pression (hPa)	Température (°C)
Arrivée sur site	Ensoleillé	83	ENE	5	1020	11
Départ du site	Ensoleillé	33	ENE	15	1018	21

PRELEVEMENT

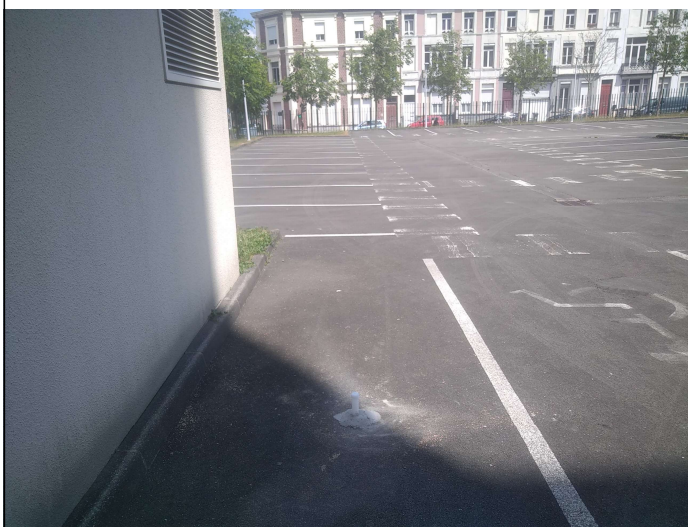
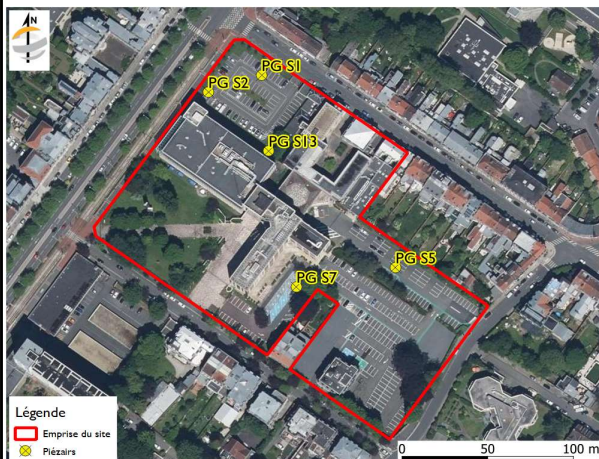
Type de support	Référence tube	Nom échantillon	Heure (hh:min)	Débit (L/min)
Charbon actif	Tube (100/50 mg) Réf SKC : 226-01	PG S2	Heure début	8:26
			Heure intermédiaire	9:32
			Heure fin	10:39
			Durée réelle de prélèvement lue sur la pompe	130.000
			Débit moyen	0.322
			Ecart débit (%)	7.37
Carulite	Anasorb C300/500 mg/226-17-3A	PG S2-Hg	Heure début	10:53
			Heure intermédiaire	12:11
			Heure fin	13:31
			Durée réelle de prélèvement lue sur la pompe	150.000
			Débit moyen	0.914
			Ecart débit (%)	2.21

OBSERVATIONS

Blanc de terrain	Tube (100/50 mg) Réf SKC : 226-01	Blanc de terrain	Casse de l'hygromètre durant la campagne
Blanc de transport	Tube (100/50 mg) Réf SKC : 226-01	Blanc de transport	

PLAN DE LOCALISATION DE L'OUVRAGE

PHOTOGRAPHIE DE L'OUVRAGE



* : le débit de purge ne doit pas dépasser 1 L/min pour les tubes carulite (mercure) et doit être compris entre 0.3 et 0.5 L/min pour le charbon actif 100/50 mg (TPH-BTEX-COHV)

FTQ-233-303-D

FICHE DE PRELEVEMENT DES GAZ DES SOLS



Nom ouvrage

PG S5

N° de projet	PR.DTEN.25.0189	CARACTERISTIQUE DE L'OUVRAGE		
Date de prélèvement	19.05.2025	Type d'ouvrage	Piézair	
Opérateur	Nicolas DEBLONDE	Type de revêtement	Enrobé	
Référence 4 gaz actif	DTEN.011	Etat de l'ouvrage	Bon état	
Référence pompe	3EL.A.06	Protection de surface	Bouche à clé ras le sol	
Référence débitmètre	3EL.A.07	Présence d'eau dans l'ouvrage	Non	
Référence station météo	/	Niveau d'eau dans l'ouvrage	/	m / sol
PURGE DE L'OUVRAGE		Diamètre intérieur de l'ouvrage	24.0	mm
Durée purge	3	min	Profondeur de l'ouvrage	1.0
Débit de purge *	1	L / min	Volume de l'ouvrage	0.45
Volume purgé	3.00	L	Volume minimum à purger	2.26

SUIVI DES PARAMETRES GAZEUX du début à la fin de la purge

	PID (ppmV)	CH4 (%)	CO (ppmV)	H2S (ppmV)	O2 (%)	Humidité (%)	Température (°C)
Début de purge	0	0	0	0	18.1	/	17.3
Fin de purge	0	0	0	0	16.7	/	17.3
Etanchéité de l'ouvrage					Oui		

CONDITIONS METEOROLOGIQUES

	Météo extérieure	Humidité (%)	Direction vent	Vitesse du vent (si extérieur) (km/h)	Pression (hPa)	Température (°C)
Arrivée sur site	Ensoleillé	83	ENE	5	1020	11
Départ du site	Ensoleillé	33	ENE	15	1018	21

PRELEVEMENT

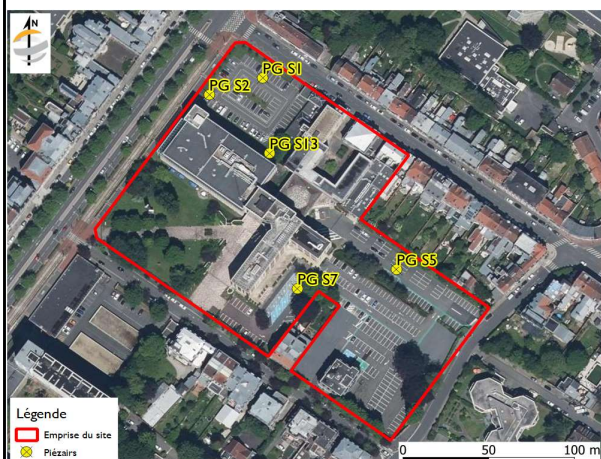
Type de support	Référence tube	Nom échantillon	Heure (hh:min)	Débit (L/min)
Charbon actif	Tube (100/50 mg) Réf SKC : 226-01	PG S5	Heure début	12:02
			Heure intermédiaire	13:04
			Heure fin	14:15
			Durée réelle de prélèvement lue sur la pompe	130.000
			Débit moyen	0.310
			Ecart débit (%)	4.28
			Heure début	
			Heure intermédiaire	
			Heure fin	
			Durée réelle de prélèvement lue sur la pompe	
			Débit moyen	#DIV/0!
			Ecart débit (%)	#DIV/0!

OBSERVATIONS

Casse de l'hygromètre durant la campagne

PLAN DE LOCALISATION DE L'OUVRAGE

PHOTOGRAPHIE DE L'OUVRAGE



* : le débit de purge ne doit pas dépasser 1 L/min pour les tubes carulite (mercure) et doit être compris entre 0.3 et 0.5 L/min pour le charbon actif 100/50 mg (TPH-BTEX-COHV)

FTQ-233-303-D

FICHE DE PRELEVEMENT DES GAZ DES SOLS



Nom ouvrage

PG S7

N° de projet	PR.DTEN.25.0189	CARACTERISTIQUE DE L'OUVRAGE		
Date de prélèvement	19.05.2025	Type d'ouvrage	Piézair	
Opérateur	Nicolas DEBLONDE	Type de revêtement	Enrobé	
Référence 4 gaz actif	DTEN.011	Etat de l'ouvrage	Bon état	
Référence pompe		Protection de surface	Bouche à clé ras le sol	
Référence débitmètre	3EL.A.07	Présence d'eau dans l'ouvrage	Non	
Référence station météo	/	Niveau d'eau dans l'ouvrage	/	m / sol
PURGE DE L'OUVRAGE		Diamètre intérieur de l'ouvrage	24.0	mm
Durée purge	3	min	Profondeur de l'ouvrage	1.0 m / haut du tube PEHD
Débit de purge *	1	L / min	Volume de l'ouvrage	0.45 L
Volume purgé	3.00	L	Volume minimum à purger	2.26 L

SUIVI DES PARAMETRES GAZEUX du début à la fin de la purge

	PID (ppmV)	CH4 (%)	CO (ppmV)	H2S (ppmV)	O2 (%)	Humidité (%)	Température (°C)
Début de purge	0	/	0	0	19.3	/	16.6
Fin de purge	0	/	0	0	18.1	/	16.7
Etanchéité de l'ouvrage					Oui		

CONDITIONS METEOROLOGIQUES

	Météo extérieure	Humidité (%)	Direction vent	Vitesse du vent (si extérieur) (km/h)	Pression (hPa)	Température (°C)
Arrivée sur site	Ensoleillé	83	ENE	5	1020	11
Départ du site	Ensoleillé	33	ENE	15	1018	21

PRELEVEMENT

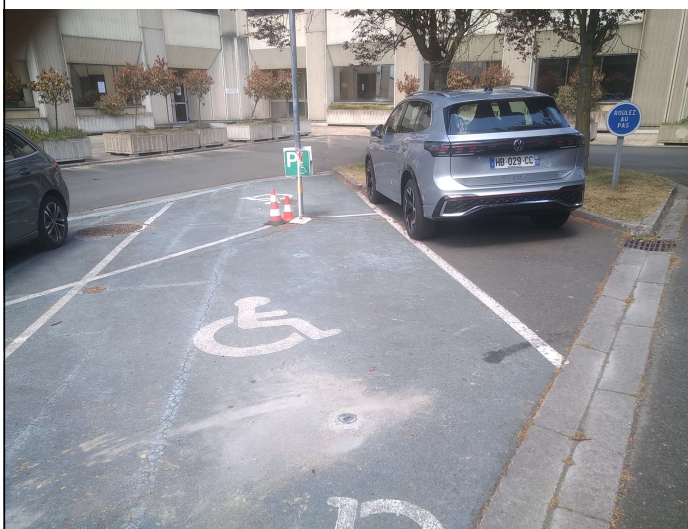
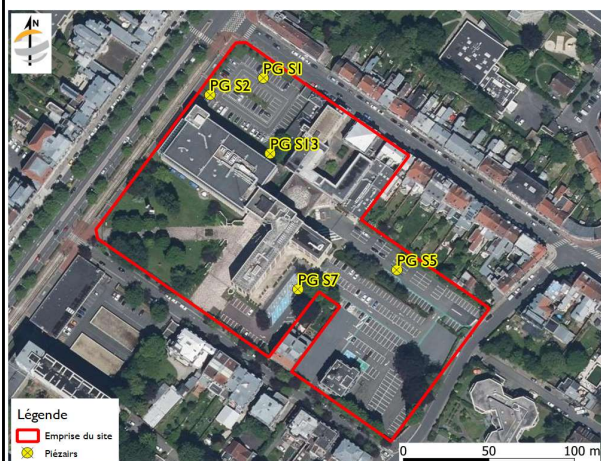
Type de support	Référence tube	Nom échantillon	Heure (hh:min)	Débit (L/min)
Charbon actif	Tube (100/50 mg) Réf SKC : 226-01	PG S7	Heure début	12:20
			Heure intermédiaire	13:25
			Heure fin	14:36
			Durée réelle de prélèvement lue sur la pompe	130.000
			Débit moyen	0.307
			Ecart débit (%)	2.97
			Heure début	
			Heure intermédiaire	
			Heure fin	
			Durée réelle de prélèvement lue sur la pompe	
			Débit moyen	#DIV/0!
			Ecart débit (%)	#DIV/0!

OBSERVATIONS

Casse de l'hygromètre durant la campagne

PLAN DE LOCALISATION DE L'OUVRAGE

PHOTOGRAPHIE DE L'OUVRAGE



* : le débit de purge ne doit pas dépasser 1 L/min pour les tubes carulite (mercure) et doit être compris entre 0.3 et 0.5 L/min pour le charbon actif 100/50 mg (TPH-BTEX-COHV)

FTQ-233-303-D

FICHE DE PRELEVEMENT DES GAZ DES SOLS



Nom ouvrage

PG S13

N° de projet	PR.DTEN.25.0189	CARACTERISTIQUE DE L'OUVRAGE		
Date de prélèvement	19.05.2025	Type d'ouvrage	Piézair	
Opérateur	Nicolas DEBLONDE	Type de revêtement	Enrobé	
Référence 4 gaz actif	DTEN.011	Etat de l'ouvrage	Bon état	
Référence pompe	3EL.A.08	Protection de surface	Autre	
Référence débitmètre	3EL.A.07	Présence d'eau dans l'ouvrage	Non	
Référence station météo	/	Niveau d'eau dans l'ouvrage	/	m / sol
PURGE DE L'OUVRAGE		Diamètre intérieur de l'ouvrage	24.0	mm
Durée purge	4	min	Profondeur de l'ouvrage	1.5 m / haut du tube PEHD
Débit de purge *	1	L / min	Volume de l'ouvrage	0.68 L
Volume purgé	4.00	L	Volume minimum à purger	3.39 L

SUIVI DES PARAMETRES GAZEUX du début à la fin de la purge

	PID (ppmV)	CH4 (%)	CO (ppmV)	H2S (ppmV)	O2 (%)	Humidité (%)	Température (°C)
Début de purge	0	/	0	0	19.7	/	15.8
Fin de purge	0	/	0	0	17.4	/	16
Etanchéité de l'ouvrage					Oui		

CONDITIONS METEOROLOGIQUES

	Météo extérieure	Humidité (%)	Direction vent	Vitesse du vent (si extérieur) (km/h)	Pression (hPa)	Température (°C)
Arrivée sur site	Ensoleillé	83	ENE	5	1020	11
Départ du site	Ensoleillé	33	ENE	15	1018	21

PRELEVEMENT

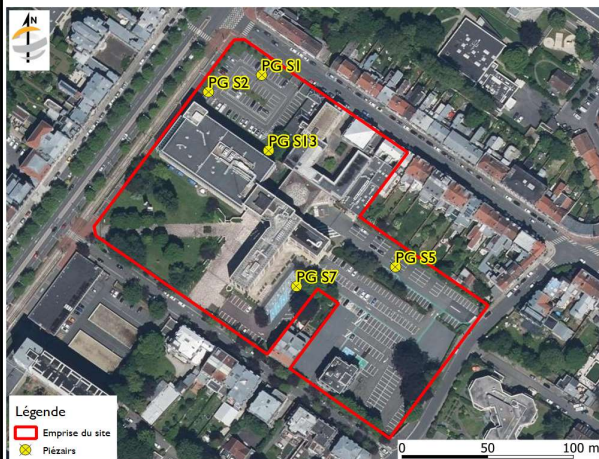
Type de support	Référence tube	Nom échantillon	Heure (hh:min)	Débit (L/min)
Charbon actif	Tube (100/50 mg) Réf SKC : 226-01	PG S13	Heure début	8:51
			Heure intermédiaire	9:58
			Heure fin	11:07
			Durée réelle de prélèvement lue sur la pompe	130.000
			Débit moyen	0.322
			Ecart débit (%)	8.14
			Heure début	
			Heure intermédiaire	
			Heure fin	
			Durée réelle de prélèvement lue sur la pompe	
			Débit moyen	#DIV/0!
			Ecart débit (%)	#DIV/0!

OBSERVATIONS

Casse de l'hygromètre durant la campagne

PLAN DE LOCALISATION DE L'OUVRAGE

PHOTOGRAPHIE DE L'OUVRAGE



* : le débit de purge ne doit pas dépasser 1 L/min pour les tubes carulite (mercure) et doit être compris entre 0.3 et 0.5 L/min pour le charbon actif 100/50 mg (TPH-BTEX-COHV)

FTQ-233-303-D

FICHE DE PRELEVEMENT DES GAZ DES SOLS



Nom ouvrage

PG-A

N° de projet	PR.DTEN.25.0189	CARACTERISTIQUE DE L'OUVRAGE	
Date de prélèvement	08/08/2025	Type d'ouvrage	Piézair
Opérateur	Nicolas DEBLONDE	Type de revêtement	Enrobé
Référence 4 gaz actif	DTEN.011	Etat de l'ouvrage	Bon état
Référence pompe	3EL.A.05	Protection de surface	Bouche à clé ras le sol
Référence débitmètre	3EL.A.07	Présence d'eau dans l'ouvrage	Non
Référence station météo	/ (meteociel)	Niveau d'eau dans l'ouvrage	/
PURGE DE L'OUVRAGE		Diamètre intérieur de l'ouvrage	24.0
Durée purge	1 min	Profondeur de l'ouvrage	1.5
Débit de purge *	4 L / min	Volume de l'ouvrage	0.68
Volume purgé	4.00 L	Volume minimum à purger	3.39

SUIVI DES PARAMETRES GAZEUX du début à la fin de la purge							
	PID (ppmV)	CH4 (%)	CO (ppmV)	H2S (ppmV)	O2 (%)	Humidité (%)	Température (°C)
Début de purge	0.96	/	0	0	16.3	88	23.2
Fin de purge	0.54	/	0	0	15.8	88	23.1
Etanchéité de l'ouvrage	Oui						

CONDITIONS METEOROLOGIQUES							
	Météo extérieure	Humidité (%)	Direction vent	Vitesse du vent (si extérieur) (km/h)	Pression (hPa)	Température (°C)	
Arrivée sur site	Couvert	87	OSO	10	1018	19	
Départ du site	Couvert	65	OSO	15	1019	21	

PRELEVEMENT							
Type de support	Référence tube	Nom échantillon	Heure (hh:min)	Débit (L/min)			
Charbon actif	Tube (100/50 mg) Réf SKC : 226-01	PG-A	Heure début	9:03	0.305		
			Heure intermédiaire	10:02	0.311		
			Heure fin	11:18	0.312		
			Durée réelle de prélèvement lue sur la pompe	130.000			
				Débit moyen	0.309		
				Ecart débit (%)	2.30		
			Heure début				
			Heure intermédiaire				
			Heure fin				
			Durée réelle de prélèvement lue sur la pompe				
				Débit moyen	#DIV/0!		
				Ecart débit (%)	#DIV/0!		

Blanc de terrain	Tube (100/50 mg) Réf SKC : 226-01	Blanc terrain	OBSERVATIONS				
Blanc de transport	Tube (100/50 mg) Réf SKC : 226-01	Blanc transport					

PLAN DE LOCALISATION DE L'OUVRAGE				PHOTOGRAPHIE DE L'OUVRAGE			
				#INCONNU!			

* : le débit de purge ne doit pas dépasser 1 L/min pour les tubes carulite (mercure) et doit être compris entre 0.3 et 0.5 L/min pour le charbon actif 100/50 mg (TPH-BTEX-COHV)

FTQ-233-303-D

FICHE DE PRELEVEMENT DES GAZ DES SOLS



Nom ouvrage

PG-B

N° de projet	PR.DTEN.25.0189			CARACTERISTIQUE DE L'OUVRAGE			
Date de prélèvement	08/08/2025			Type d'ouvrage	Piézair		
Opérateur	Nicolas DEBLONDE			Type de revêtement	Enrobé		
Référence 4 gaz actif	DTEN.011			Etat de l'ouvrage	Bon état		
Référence pompe	3EL.A.05			Protection de surface	Bouche à clé ras le sol		
Référence débitmètre	3EL.A.07			Présence d'eau dans l'ouvrage	Non		
Référence station météo	/ (météociel)			Niveau d'eau dans l'ouvrage	/	m / sol	
PURGE DE L'OUVRAGE				Diamètre intérieur de l'ouvrage	24.0	mm	
Durée purge	1	min		Profondeur de l'ouvrage	1.0	m / haut du tube PEHD	
Débit de purge *	4	L / min		Volume de l'ouvrage	0.45	L	
Volume purgé	4.00	L		Volume minimum à purger	2.26	L	
SUIVI DES PARAMETRES GAZEUX du début à la fin de la purge							
	PID (ppmV)	CH4 (%)	CO (ppmV)	H2S (ppmV)	O2 (%)	Humidité (%)	Température (°C)
Début de purge	0.73	/	0	0	18.3	71	22.7
Fin de purge	0.68	/	0	0	17.1	70	22.5
Etanchéité de l'ouvrage					Oui		
CONDITIONS METEOROLOGIQUES							
	Météo extérieure	Humidité (%)	Direction vent	Vitesse du vent (si extérieur) (km/h)	Pression (hPa)	Température (°C)	
Arrivée sur site	Couvert	87	OSO	10	1018	19	
Départ du site	Couvert	65	OSO	15	1019	21	
PRELEVEMENT							
Type de support	Référence tube	Nom échantillon		Heure (hh:min)	Débit (L/min)		
Charbon actif	Tube (100/50 mg) Réf SKC : 226-01	PG-B	Heure début	8:38	0.298		
			Heure intermédiaire	10:08	0.303		
			Heure fin	10:53	0.304		
			Durée réelle de prélèvement lue sur la pompe	130.000			
				Débit moyen	0.302		
				Ecart débit (%)	2.01		
			Heure début				
			Heure intermédiaire				
			Heure fin				
			Durée réelle de prélèvement lue sur la pompe				
				Débit moyen	#DIV/0!		
				Ecart débit (%)	#DIV/0!		
Blanc de terrain	Tube (100/50 mg) Réf SKC : 226-01	Blanc terrain		OBSERVATIONS			
Blanc de transport	Tube (100/50 mg) Réf SKC : 226-01	Blanc transport					
PLAN DE LOCALISATION DE L'OUVRAGE				PHOTOGRAPHIE DE L'OUVRAGE			
				#INCONNU!			

* : le débit de purge ne doit pas dépasser 1 L/min pour les tubes carulite (mercure) et doit être compris entre 0.3 et 0.5 L/min pour le charbon actif 100/50 mg (TPH-BTEX-COHV)

FTQ-233-303-D

ANNEXE 9 : BORDEREAUX D'ANALYSES DES ESSAIS DE LABORATOIRE SUR LES GAZ DU SOL

Cette annexe contient 5 pages.

ANNEXE 10 : SELECTION DES VTR

Démarche nationale pour le choix des VTR

Les Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) sont recherchées parmi les 8 bases de données nationales et internationales suivantes :

- **Anses** (Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail),
- **US EPA** (United States Environmental Protection Agency – Etat Unis) dont dépend la base de données **IRIS** – Integrated Risk Information System),
- **ATSDR** (Agency for Toxic Substances and Disease Registry – Etats-Unis),
- **OMS** (Organisation Mondiale de la Santé – Bureau régional de l'Europe).

Ces organismes établissent leurs propres VTR à partir d'études expérimentales ou épidémiologiques.

Mais aussi :

- **Health Canada = Santé canada** (Ministère Fédéral de la Santé – Canada),
- **RIVM** (Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu – Institut National de Santé Publique et de l'Environnement – Pays Bas),
- **OEHHA** (Office of Environmental Health Hazard Assessment of Californie – Etat Unis),
- **EFSA** (European Food Safety Authority).

La méthodologie proposée par la circulaire DGS du 31 octobre 2014 et utilisée dans la présente étude pour la sélection des VTR est sur la Figure 30 ci-après.

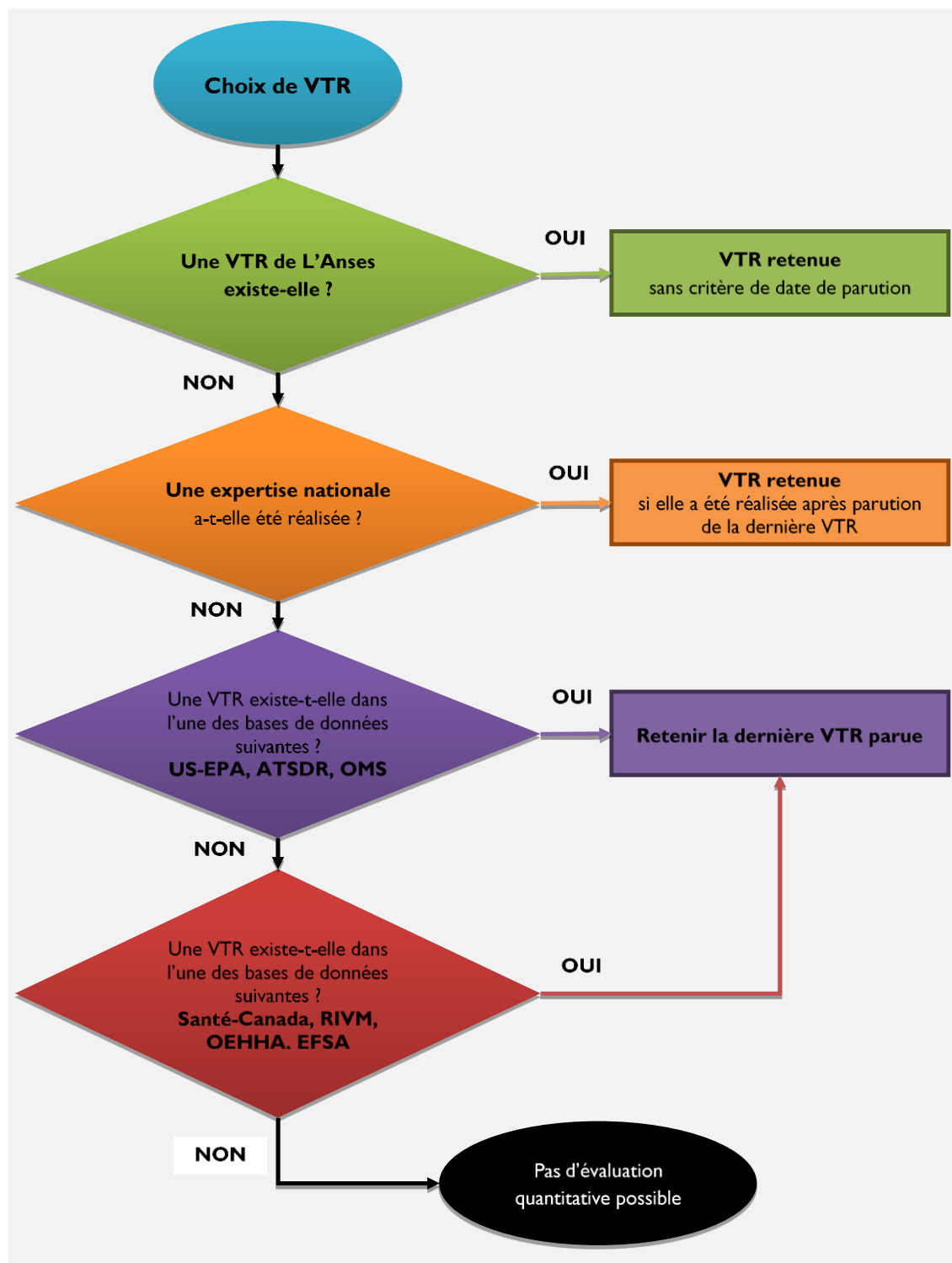


Figure 30 : Logigramme de sélection des VTR

Identification des dangers

Lors de l'identification du potentiel dangereux d'une substance, on vérifiera si la substance provoque :

- des effets cancérigènes (apparition de tumeurs) ;
- des effets systémiques (effets sur l'organisme se produisant à distance par rapport au point d'introduction) et le cas échéant lesquels ;
- des effets mutagènes (modification de l'ADN en particulier) ;

- des effets sur la reproduction (reprotoxicité) et sur le développement.

Concernant les substances considérées comme cancérogènes, il convient de les classer selon le degré de certitude associé à leur éventuel pouvoir cancérogène. Cette classification est effectuée par des organismes nationaux ou internationaux dont la Communauté Européenne, le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC) et l'Agence Américaine de Protection de l'Environnement (US EPA) (Annexe 3).

Dans l'évaluation du rapport dose-réponse, deux approches existent :

- l'une où l'on parle d'effets à seuil (effets pour lesquels une dose ou concentration, à partir de laquelle un effet néfaste se manifeste, peut être déterminée) ;
- l'autre où l'on considère qu'il n'existe pas de seuil d'effet.

Tous les modes d'exposition sont traités en **effets chroniques**, correspondant à de longues durées d'exposition (supérieures à 7 ans pour l'US-EPA et supérieures à 1 an pour l'ATSDR).

Types d'effets distingués

Différents organismes internationaux (l'OMS, l'Union Européenne (UE) et l'US-EPA) ont défini plusieurs classes des différents effets. Seule la classification de l'Union Européenne a un caractère réglementaire. C'est également la seule qui classe les substances chimiques quant à leur caractère mutagène et reprotoxique.

Tableau 28 : Classification en termes de cancérogénicité

UE	US-EPA	CIRC
CIA : Substance dont le potentiel cancérogène pour l'être humain est avéré CIB : Substance dont le potentiel cancérogène pour l'être humain est supposé	A : Preuves suffisantes chez l'homme	I : Agent cancérogène pour l'homme
C2 : Substance suspectée d'être cancérogène pour l'homme	B1 : Preuves limitées chez l'homme B2 : Preuves non adéquates chez l'homme et preuves suffisantes chez l'animal	2A : Agent probablement cancérogène pour l'homme
Carc.3 : Substance préoccupante pour l'homme en raison d'effets cancérogènes possibles (R40)	C : Preuves inadéquates chez l'homme et preuves limitées chez l'animal	2B : Agent peut-être cancérogène pour l'homme
	D : Preuves insuffisantes chez l'homme et l'animal E : Indications d'absence de cancérogénicité chez l'homme et chez l'animal	3 : Agent inclassable quant à sa cancérogénicité pour l'homme 4 : Agent probablement non cancérogène chez l'homme -

Tableau 29 : Classification en termes de mutagénicité (UE)

M1A : substances dont la capacité d'induire des mutations héréditaires dans les cellules germinales des êtres humains est avérée.
M1B : substances dont la capacité d'induire des mutations héréditaires dans les cellules germinales des êtres humains est supposée.
M2 : Substances préoccupantes du fait qu'elles pourraient induire des mutations héréditaires dans les cellules germinales des êtres humains

Tableau 30 : Classification en termes d'effets toxiques pour la reproduction (UE)

R1A : Substances dont la toxicité pour la reproduction humaine est avérée.
R1B : Substances présumées toxiques pour la reproduction humaine.
R2 : Substance suspectée d'être toxique pour la reproduction humaine.

Cas des Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

Pour les effets cancérogènes

- Pour une exposition par voie orale à un mélange d'Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques, l'INERIS propose d'utiliser l'approche substance par substance par le biais d'un **Facteur d'Equivalent Toxique (FET)**, car malgré les inconvénients que présente cette approche, elle est standardisée et permet d'évaluer le risque induit par tous les types de mélanges.
- De plus, l'approche par mélanges (approche par comparaison des potentiels toxiques des mélanges analogues et utilisation du benzo[a]pyrène comme indicateur d'un mélange) a été essentiellement élaborée dans le cas d'une exposition par inhalation.
- Pour une exposition par inhalation à un mélange d'Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques, l'INERIS conseille de prendre en compte le seul Excès de Risque Unitaire (ERUi) spécifique du benzo[a]pyrène et de lui appliquer les FET.

Dans le cas où une analyse du mélange de HAPs est réalisée et que le profil de ce mélange est similaire à celui de l'étude critique retenue par l'OMS, il est plus approprié de retenir, sans application des FET, la valeur de $8,7 \cdot 10^{-2} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$ proposée par l'OMS (le benzo[a]pyrène est alors considéré comme un indicateur d'un mélange de HAPs issu de cokeries). Cependant, ce cas est rarement rencontré en raison de la forte variabilité de la composition des mélanges en HAPs, même issus d'émissions de cokeries.

Enfin, il convient de remarquer que compte tenu des incertitudes liées à l'établissement de ces valeurs, la valeur de l'OMS ($8,7 \cdot 10^{-2} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$) n'est pas significativement différente de celle proposée par l'OEHA ($1,1 \cdot 10^{-3} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$).

- En ce qui concerne le choix parmi les différentes tables de FET actuellement disponibles, l'INERIS propose d'utiliser celle établie par Nisbet et LaGoy en 1992 en attribuant au dibenzo[a,h]anthracène un FET de 1 au lieu de 5.

Composé	Nisbet et Lagoy (1992)	US-EPA (1993)	Proposition INERIS
Acénaphène	0.001	nr	0.001
Acénaphylène	0.001	nr	0.001
Anthracène	0.01	nr	0.01
Benzo(a)anthracène	0.1	0.1	0.1
Benzo(a)pyrène	1	1	1
benzo(b)fluoranthène	0.1	0.1	0.1
benzo(k)fluoranthène	0.1	0.01	0.1
benzo(g,h,i) pérylène	0.01	nr	0.01
Chrysène	0.01	0.001	0.01
Dibenzo(a,h)anthracène	5	1	1
Fluoranthène	0.001	nr	0.001
Fluorène	0.001	nr	0.001
indéno(1,2,3-c,d)pyrène	0.1	0.1	0.1
Naphtalène	0.001	nr	0.001
Phénanthrène	0.001	nr	0.001
Pyrène	0.001	nr	0.001

Voie inhalation, risques toxiques, non cancérigènes

Tableau 31 : Sélection des Valeurs Toxicologiques de Référence retenues pour la voie inhalation (effet à seuil)

Dénomination	Numéro CAS	DJT Inhalation en ng/m ³		Année	Nom source d'information	Commentaire	Valeur retenue	Etude portant sur	Facteur d'incertitude	Organe cible
		Valeur adultes	Valeur Enfants							
Métaux et métalloïdes										
Mercure	7439-97-6	0.00003	0.00003	2008	OEHA	Mercure élémentaire, choix INERIS 2023	oui	homme	300	Système nerveux
		0.0002	0.0002	2003	OMS	Mercure élémentaire		homme	30	Neurotoxicité (homme)
		0.0002	0.0002	2001	RIVM	Mercure élémentaire		homme	30	Neurotoxicité (homme)
		0.0002	0.0002	1999	ATSDR	Mercure élémentaire		homme	30	Neurotoxicité (homme)
		0.0003	0.0003	1995	US-EPA	Mercure élémentaire		homme	30	Neurotoxicité (homme)
BTEx & CAV										
Benzène	71-43-2	0.0097	0.0097	2024	ANSES	retenue ANSES 2024	oui	homme	200	Hématotoxicité (homme)
		0.003	0.003	2014	OEHA			homme	200	Hématotoxicité (homme)
		0.002	0.002	2011	Décret 2011-1727	choix INERIS 2018				
		0.01	0.01	2010	HCSP	valeur action rapide				
		0.01	0.01	2008	ANSES	retenue ANSES 2022	oui			
		0.028	0.028	2007	ATSDR			homme	10	Immunotoxicité (homme)
		0.03	0.03	2003	US-EPA			homme	300	Lymphopénie (homme)
Toluène	108-88-3	19	19	2017	Anses	retenue ANSES 2024	oui		5	Neurotoxicité (homme)
		0.01	0.01	2010	HCSP					
		0.28	0.28	2007	ATSDR					
		5	5	2005	US-EPA			homme	10	Neurotoxicité (homme)
		0.3	0.3	2003	OEHA			rat/homme	300	Neurotoxicité(rat)
		0.4	0.4	2001	RIVM			homme	300	Neurotoxicité centrale (homme)
		0.3	0.3	2000	ATSDR			homme	100	Perte d'acuité visuelle (homme)
		0.26	0.26	2000	OMS					
		3.75	3.75	1991	Health Canada				10	Neurotoxicité centrale (homme)
		Ethylbenzène	100-41-4	1.5	1.5	2016	Anses	retenue ANSES 2024, choix INERIS 2018 (effets cancérogènes à seuil)	oui	rat
0.26	0.26			2010	ATSDR			rat	300	Néphrotoxicité
2	2			2003	OEHA			animal	30	Hépatotoxicité, néphrotoxicité (rat,
0.77	0.77			2001	RIVM			animal	100	Hépatotoxicité et néphrotoxicité (rat,
1	1			1991	US-EPA			rat et lapin	300	Atteintes du développement (rat, lapin)
Xylènes	1330-20-7 108-38-3 95-47-6 106-42-3	0.2	0.2	2007	ATSDR	choix INERIS				
		0.22	0.22	2007	ATSDR			homme	300	
		0.1	0.1	2003	US-EPA	retenue ANSES 2024	oui	rat	300	
		0.18	0.18	2010	Health Canada			rat	100	
		0.7	0.7	2003	OEHA			homme	10	Toxicité respiratoire (homme)
		0.87	0.87	2001	RIVM	choix INERIS 2017		rat	1000	Atteintes du développement (rat)
Hydrocarbures aliphatiques										
Hydrocarbures aliphatiques C6-C8	Aliph>6-8	18.4	18.4	1997	Volumes 3 et 4 du Total Petroleum Hydrocarbons Working Group.	valeur retenue pour établissements sensibles	oui		100	Neurotoxicité
		18.4	18.4	1999	RIVM					Neurotoxicité
Hydrocarbures aliphatiques C8-C10	Aliph>8-10	1	1	1997	Volumes 3 et 4 du Total Petroleum Hydrocarbons Working Group.	valeur retenue pour établissements sensibles	oui		1000	Modifications hépatiques et hématologiques
		1	1	1999	RIVM					Modifications hépatiques et hématologiques
Hydrocarbures aliphatiques C10-C12	Aliph>10-12	1	1	1997	Volumes 3 et 4 du Total Petroleum Hydrocarbons Working Group.	valeur retenue pour établissements sensibles	oui		1000	Modifications hépatiques et hématologiques
		1	1	1999	RIVM					Modifications hépatiques et hématologiques
Hydrocarbures aliphatiques C12-C16	Aliph>12-16	1	1	1997	Volumes 3 et 4 du Total Petroleum Hydrocarbons Working Group.	valeur retenue pour établissements sensibles	oui		1000	Modifications hépatiques et hématologiques
		1	1	1999	RIVM					Modifications hépatiques et hématologiques
Hydrocarbures aromatiques										
Hydrocarbures aromatiques C8-C10	Aroma>8-10	0.2	0.2	1997	Volumes 3 et 4 du Total Petroleum Hydrocarbons Working Group.	valeur retenue pour établissements sensibles	oui		1000	Diminution pondérale
		0.2	0.2	1999	RIVM					Diminution pondérale
Hydrocarbures aromatiques C10-C12	Aroma>10-12	0.2	0.2	1997	Volumes 3 et 4 du Total Petroleum Hydrocarbons Working Group.	valeur retenue pour établissements sensibles	oui		1000	Diminution pondérale
		0.2	0.2	1999	RIVM					Diminution pondérale
Hydrocarbures aromatiques C12-C16	Aroma>12-16	0.2	0.2	1997	Volumes 3 et 4 du Total Petroleum Hydrocarbons Working Group.	valeur retenue pour établissements sensibles	oui		1000	Diminution pondérale
		0.2	0.2	1999	RIVM					Diminution pondérale
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)										
Naphtalène	91-20-3	0.037	0.037	2013	Anses	choix INERIS 2023 retenue ANSES 2024	oui	rats	250	système respiratoire et olfactif
		0.009	0.009	2003	OEHA			souris	1000	Toxicité respiratoire (souris)
		0.003	0.003	1998	US-EPA			souris	3000	Toxicité appareil respiratoire supérieur

Voie inhalation, risques cancérigènes

Tableau 32 : Sélection des Valeurs Toxicologiques de Référence retenues pour la voie inhalation (effet sans seuil)

Dénomination	Numéro CAS	ERU Inhalation en (mg/m ³) ^{h⁻¹}		Année	Nom source d'information	Commentaire	Valeur retenue	Etude portant sur	Classification UE	Classification IARC	Classification US EPA
		Valeur adultes	Valeur Enfants								
BTEx & CAV											
Benzène	71-43-2	0.0016	0.0016	2024	Anses	retenue ANSES 2024	oui	homme	CIA MIB	I	A
		0.026	0.026	2013	Anses	retenue ANSES 2022		homme			
		0.005	0.005	2011	Décret 2011-1727						
		0.029	0.029	2009	OEHHA						
		0.0078	0.0078	2000	US-EPA			homme			
		0.0022	0.0022	1998	US-EPA			homme			
		0.0022	0.0022	1998	US-EPA			homme			
		0.006	0.006	1997	OMS			homme			
Ethylbenzène	100-41-4			2018	Choix INERIS nov 2019 Rapport INERIS-20-200358-2173530-V1.0 de juin 2020	Pas de VTR - choix INERIS 2018	oui	Absence de VTR	-	2B	-
		0.0025	0.0025	2007	OEHHA			rat			
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)											
Naphtalène	91-20-3	0.0006	0.0006	2018	INERIS	Choix INERIS 2023			C2	2B	C
		0.0056	0.0056	2013	Anses	Retenu ANSES 2024 Choix INERIS 2023	oui	rats			
		0.01	0.01	2012	HCSP (VGA)						
		0.034	0.034	2009	OEHHA			rats			
		0.0011	0.0011	2003	Fiches de données toxicologiques de l'INERIS	selon OEHHA					



ANNEXE II : PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES DES SUBSTANCES

Impression Bibliothèque	Hexachlorobenzène	N° CAS	Solubilité dans l'eau		coefficient de partage carbone organique/eau		Constante de Henry à température ambiante				Coefficient de diffusion dans l'air	Coefficient de diffusion dans l'eau
	Symbole		S	Solubilité	Koc	logKoc	H'	T _R	H	H ₂ Ta	D _{air}	D _{eau}
	Unité		(mg/L)		(l/Kg)	/	(unitless)	(°C)	(atm·m ³ /mol)	(Pa·m ³ /mol)	(cm ² /s)	(cm ² /s)
	Paramètre (Eng)		Pure component water solubility		Organic carbon partition coefficient		Henry's law constant	Henry's law constant reference	Henry's law constant reference	Henry's law constant at	Diffusivity in air	Diffusivity in water
Définition					potentiel de rétention de cette substance active sur la matière organique du sol							
Sources d'informations consultées												
Sources d'informations consultées :		drc-15-149181-04282a			=10*logKoc	=logKoc						
calcul théorique		MODUL'ERS										
		Verschueren										
INERIS à 20 °C		RAIS										
INERIS à 25 °C		ATSDR										
INRS		HSDB										
INRS à 20°C		Soil Screening Guidance										
INRS à 25°C		HHRAP										
TPH working Group (1997-07)		EPI Suite										

	Rédacteur	FONDASOL / PB	FONDASOL	FONDASOL	FONDASOL	FONDASOL	FONDASOL	FONDASOL	FONDASOL	FONDASOL	FONDASOL	FONDASOL
	Date de Mise à jour		Avril 2022	Avril 2022	Avril 2022	Avril 2022	Avril 2022	Avril 2022	Avril 2022	Avril 2022	Avril 2022	Avril 2022
Substances (Dénomination int)												
Métaux et métalloïdes												
Mercur	7439-97-6	0.0567	-	85 000	4.9	2.99E-01	20.00	7.20E-03	729.36	0.0307	6.30E-06	
BTEx & CAV												
Benzène	71-43-2	1830	++	134.1	2.1	2.25E-01	25	5.51E-03	558	9.70E-02	1.02E-05	
Toluène	108-88-3	515	++	100	2.0	2.72E-01	25	6.64E-03	673	8.70E-02	8.60E-06	
Ethylbenzène	100-41-4	175	++	241.9	2.4	3.31E-01	25	8.09E-03	820	7.50E-02	7.80E-06	
Xylènes	1330-20-7 108-38-3 95-47-6 106-42-3	169	++	236	2.4	2.74E-01	25	6.71E-03	680	7.08E-02	8.12E-06	
Hydrocarbures aliphatiques												
Hydrocarbures aliphatiques C5-C6	Aliph>5-6	36.00	+	7.94E+02	2.90	3.30E+01				1.00E-01	1.00E-05	
Hydrocarbures aliphatiques C6-C8	Aliph>6-8	5.40	+	3.98E+03	3.60	5.00E+01				1.00E-01	1.00E-05	
Hydrocarbures aliphatiques C8-C10	Aliph>8-10	0.43	-	3.16E+04	4.50	8.00E+01				1.00E-01	1.00E-05	
Hydrocarbures aliphatiques C10-C12	Aliph>10-12	3.40E-02	-	2.51E+05	5.40	1.20E+02				1.00E-01	1.00E-05	
Hydrocarbures aliphatiques C12-C16	Aliph>12-16	7.60E-04	--	5.01E+06	6.70	5.20E+02				1.00E-01	1.00E-05	
Hydrocarbures aliphatiques C16-C21	Aliph>16-21	2.50E-06	--	6.31E+08	8.80	4.90E+03				1.00E-01	1.00E-05	
Hydrocarbures aliphatiques C21-C35	Aliph>21-35											
Hydrocarbures aromatiques												
Hydrocarbures aromatiques C6-C7 Benzène	Aroma>6-7	1800.00	++	7.94E+01	1.90	2.30E-01				1.00E-01	1.00E-05	
Hydrocarbures aromatiques C7-C8 Toluène	Aroma>7-8	520.00	++	2.51E+02	2.40	2.70E-01				1.00E-01	1.00E-05	
Hydrocarbures aromatiques C8-C10	Aroma>8-10	65.00	+	1.58E+03	3.20	4.80E-01				1.00E-01	1.00E-05	
Hydrocarbures aromatiques C10-C12	Aroma>10-12	25.00	+	2.51E+03	3.40	1.40E-01				1.00E-01	1.00E-05	
Hydrocarbures aromatiques C12-C16	Aroma>12-16	5.80	+	5.01E+03	3.70	5.30E-02				1.00E-01	1.00E-05	
Hydrocarbures aromatiques C16-C21	Aroma>16-21	0.65	-	1.58E+04	4.20	1.30E-02				1.00E-01	1.00E-05	
Hydrocarbures aromatiques C21-C35	Aroma>21-35	6.60E-03	--	1.26E+05	5.1	6.70E-04				1.00E-01	1.00E-05	
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)												
Naphtalène	91-20-3	31.8	+	1250	3.1	1.97E-02	25	4.83E-04	48.9	5.40E-02	7.20E-06	

ANNEXE 12 : ESTIMATION DES CONCENTRATIONS DANS LES DIFFERENTS MILIEUX

CONCENTRATION DANS L'AIR INTERIEUR

Trois modèles d'émission de vapeurs depuis les sols vers l'air intérieur sont classiquement utilisés en France :

- le modèle de Johnson et Ettinger (1991), recommandé par l'US EPA (2004a), qui prend en compte la convection et la diffusion des vapeurs dans le sol et **au niveau du plancher d'un bâtiment** ;
- le modèle VOLASOIL (Waitz et al., 1996), actuellement recommandé par le RIVM (institut néerlandais pour la protection de la santé et de l'environnement). Ce modèle conçu pour représenter le transfert des polluants dans l'air intérieur d'un bâtiment construit sur **vide sanitaire** à partir d'une source dans le sol ou dans une nappe peu profonde, prend en compte la convection et la diffusion des vapeurs dans le sol et la convection à travers le plancher ;
- le modèle anciennement recommandé par le RIVM, et utilisé dans la version de 1994 de CSOIL (van den Berg, 1994), dans HESP (Veerkamp et ten Berge, 1994, Shell Global Solutions, 1995) ou dans Risc Human (Van Hall Larestein). Ce modèle prend en compte l'évaporation des contaminants et la diffusion des vapeurs du sol vers le vide sanitaire.

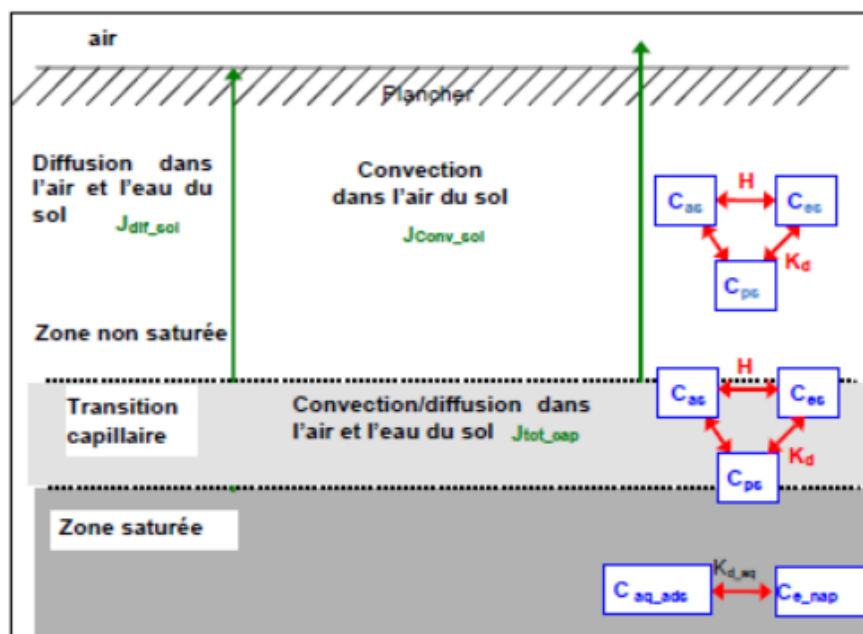


Figure 6: Schéma de principe du modèle d'émission de vapeur du sol vers l'air d'un bâtiment

BATIMENT DE PLAIN-PIED, SANS SOUS-SOL

Issu de "User's guide for evaluation subsurface vapor intrusion into building" version révisée du 22 février 2004.

En grisé : paramètre calculé, avec détail des calculs dans ce paragraphe.

La concentration dans l'air intérieur (C_{int}) d'un bâtiment de plain-pied, en régime permanent (source infinie) est calculée à partir de la concentration dans l'air des sols (C_{vs}) à la source comme suit :

$$C_{int} = \alpha \cdot C_{vs} \quad \text{[Equation 1]}$$

Avec :

$$\alpha = \frac{\left[\left(\frac{D_T^{eff} A_B}{Q_{building} L_T} \right) \times \exp\left(\frac{Q_{soil} L_{crack}}{D_{crack} A_{crack}} \right) \right]}{\left[\exp\left(\frac{Q_{soil} L_{crack}}{D_{crack} A_{crack}} \right) + \left(\frac{D_T^{eff} A_B}{Q_{building} L_T} \right) + \left(\frac{D_T^{eff} A_B}{Q_{soil} L_T} \right) \left[\exp\left(\frac{Q_{soil} L_{crack}}{D_{crack} A_{crack}} \right) - 1 \right] \right]}$$

[Equation 2]

- C_{vs} : concentration de vapeur dans la source (g/cm³) (équations 3 et 4)
- D_T^{eff} : coefficient de diffusion effectif (cm²/s) – voir ci-après son calcul à partir des équations de Millington et Quirk (équations 5 à 8)
- Q_{soil} : débit de gaz en provenance du sol dans le bâtiment (cm³/s), calculé à partir de la différence de pression et de la perméabilité des sols sous dallage (équation 10)
- 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 Quirk (équations 5 à 8)
- 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
- L_{crack} : épaisseur de la dalle (cm)
- A_B : surface des bâtiments (cm²)
- L_T : distance de la source au dallage (cm)
- $Q_{building}$: débit de renouvellement d'air du bâtiment (cm³/s), calculé à partir du nombre d'échanges d'air par jour et du volume du bâtiment (équation 15)

Quand le terme en exponentiel dans l'équation 2 suivant $\left(\frac{Q_{sol} \times L_{crack}}{D_{crack} \times A_{crack}} \right)$ représentant le transport à travers les fondations du dallage **tend vers l'infini (quand $D_{Crack} < 0,007 \text{ cm}^2/\text{s}$)**, la résolution de l'équation 2 approche comme suit :

$$\alpha = \frac{\left[\frac{D_{eff} \times A_B}{Q_B \times L_T} \right]}{\left[\left[\frac{D_{eff} \times A_B}{Q_{sol} \times L_T} \right] + 1 \right]} \quad \text{[Equation 2 bis]}$$

La concentration dans l'air du sol, à partir d'une source sols, est calculée de la manière suivante :

Si $C_{\text{eau sol}} < \text{solubilité}$ alors $C_{\text{air sol}} = C_w * H * 1000$ [Equation 3a]

et si $C_{\text{eau sol}} > \text{solubilité}$ alors $C_{\text{air sol}} = S * H * 1000$ [Equation 3b]

où $C_{\text{eau sol}} = (C_t \times \rho_b) / (\theta_a \times H + \theta_w + \rho_b \times F_{oc} \times K_{oc})$ [Equation 3c]

Avec $C_{\text{eau sol}}$: concentration de la substance i dans l'eau du sol (mg/l),
 C_t : concentration en polluant dans le sol (mg/kg)
 ρ_b : densité du sol (g/cm³)
 F_{oc} : fraction de carbone organique dans le sol (-)
 K_{oc} : coefficient de partition du carbone organique (l/kg)
 H : constante de Henry (-)
 θ_a : teneur en air dans les sols (-)
 θ_w : teneur en eau dans les sols (-)

La concentration dans l'air du sol, à partir d'une source nappe, correspond à

$$C_{\text{air sol}} = C_{\text{nappe}} * H \times 1000 \text{ [Equation 4]}$$

Avec $C_{\text{air sol}}$: concentration de la substance dans l'air des sols (mg/m³),
 H : constante de Henry (-)
 C_{nappe} : concentration dans la nappe (mg/L)

Calcul des coefficients de diffusion effectifs

Le coefficient de diffusion réel (appelé diffusion effective, D_{sa} dans l'air et D_w 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.

$$D_{\text{eff}} = D_{sa} + D_w$$

avec

$$D_{sa} = D_{\text{air}} \times \theta_{\text{air}} \times \tau_{\text{air}}^{-1} \text{ [Equation 5]}$$

$$D_w = (D_{\text{eau}} / H) \times \theta_{\text{eau}} \times \tau_{\text{eau}}^{-1} \text{ [Equation 6]}$$

avec $\tau_{\text{air}}^{-1} = \theta_{\text{air}}^{7/3} / n^2$ [Equation 7]

$$\tau_{\text{eau}}^{-1} = \theta_{\text{eau}}^{7/3} / n^2 \text{ [Equation 8]}$$

où : D_{sa} : diffusion effective dans l'air (cm²/s)
 D_{air} : coefficient de diffusion de la substance dans l'air (cm²/s)
 D_w : diffusion effective dans l'eau (cm²/s)
 D_{eau} : coefficient de diffusion de la substance dans l'eau (cm²/s)
 H : constante de Henry (-),
 n : porosité totale (-),
 θ_{eau} : teneur en eau du sol / du dallage (-)
 θ_{air} : teneur en gaz du sol / du dallage (-)

En cas de multicouches (couche 1, couche 2, couche 3 et couche 4), les formules sont les suivantes [Equations 9] :

- si la profondeur de la source est inférieure ou égale à l'épaisseur de la couche 1 :

$$D_{\text{eff totale}} = D_{\text{eff couche 1}} * 10\,000 / 86\,400 \text{ [Equation 9a]}$$

- si la profondeur de la source est inférieure ou égale à l'épaisseur de la couche 1 + couche 2 :

$$D_{\text{eff totale}} = \frac{\text{Prof source}}{\frac{\text{ép.couche 1}}{D_{\text{eff couche 1}}} + \frac{\text{prof source} - (\text{ép.couche 1} + \text{couche 2})}{D_{\text{eff couche 2}}}} * 10\,000 / 86\,400 \text{ [Equation 9b]}$$

- si la profondeur de la source est inférieure ou égale à l'épaisseur de la couche 1 + couche 2 + couche 3 :

$$D_{\text{eff totale}} = \frac{10\,000}{\frac{\text{Prof source}}{\frac{\text{ép.couche 1}}{D_{\text{eff couche 1}}} + \frac{(\text{ép.couche 2})}{D_{\text{eff couche 2}}} + \frac{\text{prof source} - (\text{ép.couche 1} + \text{couche 2} + \text{couche 3})}{D_{\text{eff couche 3}}}}} / 86\,400 * \text{ [Equation 9c]}$$

- si la profondeur de la source est inférieure ou égale à l'épaisseur de la couche 1 + couche 2 + couche 3 + couche 4 :

$$D_{\text{eff totale}} = \frac{10\,000}{\frac{\text{Prof source}}{\frac{\text{ép.couche 1}}{D_{\text{eff couche 1}}} + \frac{\text{ép.couche 2}}{D_{\text{eff couche 2}}} + \frac{\text{ép.couche 3}}{D_{\text{eff couche 3}}} + \frac{\text{prof source} - (\text{ép.couche 1} + \text{couche 2} + \text{couche 3} + \text{couche 4})}{D_{\text{eff couche 4}}}}} / 86\,400 * \text{ [Equation 9d]}$$

Calcul du débit de gaz en provenance du sol dans le bâtiment

Le débit Q_{soil} est calculé à partir de l'équation suivante :

$$Q_{\text{soil}} = \frac{2 \pi \Delta P k_v X_{\text{crack}}}{\mu \ln(2 Z_{\text{crack}} / r_{\text{crack}})} \text{ [Equation 10]}$$

Avec	Q_{soil} :	débit de gaz en provenance du sol dans le bâtiment (cm ³ /s)
	ΔP :	gradient de pression entre le bâtiment et l'extérieur (g/cm ² -s ²)
	k_v :	perméabilité des sols (cm ²) – voir équation 11
	μ :	viscosité des vapeurs (g/cm-s) - voir équation 10b
	X_{crack} :	longueur du cylindre représentant la fissure, correspondant au périmètre du bâtiment considéré (cm)
	r_{crack} :	rayon équivalent de la fissure, calculé par le rapport entre (fraction des fissures dans le dallage (η) x surface du dallage) et le périmètre du bâtiment considéré
	Z_{crack} :	profondeur des fissures sous le sol (cm)
	π :	3,14159

Calcul de la viscosité à l'air

$$\mu = 0,00018 \times (T_{\text{sol}} + 273,1)/298)^{1/2} \text{ [Equation 10b]}$$

Avec μ : viscosité des vapeurs (g/cm-s)
 T_{sol} : température des sols (°C), généralement considérée comme valant 12,5°C

Calcul de la perméabilité des sols

La perméabilité des sols sous le dallage k_v est calculée à partir de l'équation suivante :

$$k_v = k_i \times k_{rg} \text{ [Equation 11]}$$

où : k_v : perméabilité des sols sous la dallage (cm²)
 k_i : perméabilité intrinsèque du sol sous la dallage (cm²) – voir équation 12
 k_{rg} : perméabilité relative à l'air (-), $0 \leq k_{rg} \leq 1$ – voir équation 13

avec

$$k_i = \frac{K_s \times \mu_w}{\rho_w \times g} \text{ [Equation 12]}$$

où : K_s : conductivité hydraulique du sol saturé (donnée d'entrée J&E – cf. Table 5) (cm/s)
 μ_w : viscosité dynamique de l'eau (g/cm-s) = 0,01307 à 10°C
 ρ_w : densité de l'eau (g/cm³) = 0,999
 g : accélération de la pesanteur à la surface de la Terre (cm/s²) = 980,665

TABLE 5. CLASS AVERAGE VALUES OF SATURATED HYDRAULIC CONDUCTIVITY FOR THE 12 SCS SOIL TEXTURAL CLASSIFICATIONS

Soil texture , USDA	Class average saturated hydraulic conductivity, cm/h
Sand	26.78
Loamy sand	4.38
Sandy loam	1.60
Sandy clay loam	0.55
Sandy clay	0.47
Loam	0.50
Clay loam	0.34
Silt loam	0.76
Clay	0.61
Silty clay loam	0.46
Silt	1.82
Silty clay	0.40

et

$$k_{rg} = (1 - Ste)^{1/2} * (1 - Ste^{1/M})^{2M} \text{ [Equation 13]}$$

où : Ste : saturation totale efficace (-) – voir équation 14
 M : paramètre de van Genuchten (donnée d'entrée J&E – cf. Table 3) (-)

et

$$Ste = \frac{(\theta_{eau} - \theta_r)}{(n - \theta_r)} \text{ [Equation 14]}$$

où : θ_{eau} : porosité à l'eau (-)
 θ_r : porosité résiduelle à l'eau (donnée d'entrée J&E – cf. Table 3) (-)
 n : porosité totale (-)

TABLE 3. CLASS AVERAGE VALUES OF THE VAN GENUCHTEN SOIL WATER RETENTION PARAMETERS FOR THE 12 SCS SOIL TEXTURAL CLASSIFICATIONS

Soil texture (USDA)	Saturated water content, θ_s	Residual water Content, θ_r	van Genuchten parameters		
			α_1 (1/cm)	N	M
Clay	0.459	0.098	0.01496	1.253	0.2019
Clay loam	0.442	0.079	0.01581	1.416	0.2938
Loam	0.399	0.061	0.01112	1.472	0.3207
Loamy sand	0.390	0.049	0.03475	1.746	0.4273
Silt	0.489	0.050	0.00658	1.679	0.4044
Silty loam	0.439	0.065	0.00506	1.663	0.3987
Silty clay	0.481	0.111	0.01622	1.321	0.2430
Silty clay loam	0.482	0.090	0.00839	1.521	0.3425
Sand	0.375	0.053	0.03524	3.177	0.6852
Sandy clay	0.385	0.117	0.03342	1.208	0.1722
Sandy clay loam	0.384	0.063	0.02109	1.330	0.2481
Sandy loam	0.387	0.039	0.02667	1.449	0.3099

(dans ce tableau, $\theta_{\text{eau}} = \theta_s$)

Calcul du taux de ventilation du bâtiment

Le débit Q_{building} (taux de ventilation du bâtiment) est calculé à partir de l'équation suivante :

$$Q_{\text{building}} = l_{\text{building}} \times L_{\text{building}} \times h_{\text{building}} \times \tau_p \quad [\text{Equation 15}]$$

où : Q_{building} : taux de ventilation du bâtiment (m^3/s)

l_{building} : largeur du bâtiment (m)

L_{building} : longueur du bâtiment (m)

h_{building} : hauteur du bâtiment (m)

τ_p : taux de ventilation d'air de la pièce considérée (s^{-1})

BATIMENT SUR UN NIVEAU DE SOUS-SOL

La concentration dans l'air intérieur du sous-sol est calculé de la même manière que celle présentée dans le § ci-avant pour les bâtiments de plain-pied.

Il est ensuite appliqué un facteur d'abattement pour prendre en compte la contribution du sous-sol vers le rez-de-chaussée que nous avons considéré de 15% entre l'air du niveau inférieur et l'air du niveau supérieur (Fab).

Cette valeur est issue d'une étude sur les contributions du vide sanitaire vers l'habitat dans 77 maisons ont été évaluées par Fast et al¹⁵, 1987 à 10,6% en moyenne (la valeur médiane est de 15,3% et le centile 95 de 39%). Dans 700 maisons neuves, les contributions du vide sanitaire vers l'habitat a été mesurée en moyenne à 7% par Stoop and al¹⁶. 1998.

¹⁵ Fast and al. 1987. De bijdrage van verontreiniging dan de lucht in woningen. Report n°6 in de publicatiereeks milieubeheer. VROM The Netherlands

¹⁶ Stoop and al. 1998. Results of the second Dutch National survey on radon in dwellings. RIVM n°610058006

CONCENTRATION DANS L'AIR EXTERIEUR

Les formules sont issues du « Standard Guide for Risk-Based Corrective Action Applied at Petroleum Release Sites. Elles correspondent principalement à l'équation CM-3a du modèle RBCA, scindée en 2 pour la clarté des justifications.

Le point d'exposition est l'atmosphère de surface. La concentration au point d'exposition à partir de la source s'obtient par la formule suivante :

$$C_{\text{air ambiant}} = FA * C_{\text{air sol}} \text{ [Equation 1]}$$

où :
 $C_{\text{air ambiant}}$: concentration dans l'air ambiant (mg/m³)
 FA : facteur d'atténuation de la concentration entre l'air du sol et l'air ambiant (-) (cf. équation 2)
 $C_{\text{air sol}}$: concentration dans l'air du sol (mg/m³) (cf. équations 8, 9 et 10)

Le coefficient FA s'exprime de la manière suivante :

$$FA = \frac{1}{1 + \frac{vit_v \times h_{mel}}{long_{zp}}} \times \left(\frac{Ls}{Deff_{sol}} + \frac{h-couv}{Deff_{couv}} \right) \text{ [Equation 2]}$$

où :
 vit_v : vitesse du vent (m/s)
 h_{mel} : hauteur de la zone de mélange dans l'air ambiant (m)
 Ls : profondeur de la source (m)
 $Deff_{sol}$: coefficient de diffusion effectif équivalent du sol (m²/s) (cf. équations 3 à 7)
 $long_{zp}$: longueur de la zone d'émission c'est-à-dire la longueur de la zone polluée (m)
 $h-couv$: épaisseur de la couverture (m)
 $Deff_{couv}$: coefficient de diffusion effectif équivalent de la couverture (m²/s) (cf. équations 3 à 6)

Calcul des coefficients de diffusion effectifs

Le coefficient de diffusion réel (appelé diffusion effective, D_{sa} dans l'air et D_w 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.

$$D_{eff} = D_{sa} + D_w$$

avec

$$D_{sa} = D_{air} \times \theta_{air} \times \tau_{air}^{-1} \text{ [Equation 3]}$$

$$D_w = (D_{eau} / H) \times \theta_{eau} \times \tau_{eau}^{-1} \text{ [Equation 4]}$$

$$\text{avec } \tau_{air}^{-1} = \theta_{air}^{7/3} / n^2 \text{ [Equation 5]}$$

$$\tau_{eau}^{-1} = \theta_{eau}^{7/3} / n^2 \text{ [Equation 6]}$$

où :
 D_{sa} : diffusion effective dans l'air (cm²/s)
 D_{air} : coefficient de diffusion de la substance dans l'air (cm²/s)
 D_w : diffusion effective dans l'eau (cm²/s)
 D_{eau} : coefficient de diffusion de la substance dans l'eau (cm²/s)
 H : constante de Henry (-),
 n : porosité totale (-),
 θ_{eau} : teneur en eau du sol / de la couverture (-)

θ_{air} teneur en gaz du sol / de la couverture (-)

En cas de multicouches y compris recouvrement (couche 1, couche 2, couche 3 et couche 4), la formule est la suivante [Equations 7] :

- si la profondeur de la source est inférieure ou égale à l'épaisseur de la couche 1 :

$$\text{Deff totale} = \text{Deff couche 1} * 10\,000 / 86\,400 \text{ [Equation 7a]}$$

- si la profondeur de la source est inférieure ou égale à l'épaisseur de la couche 1 + couche 2 :

$$\text{Deff totale} = \frac{\frac{\text{Prof source}}{\frac{\text{ép.couche 1}}{\text{Deff couche 1}} + \frac{\text{prof source} - (\text{ép.couche 1} + \text{couche 2})}{\text{Deff couche 2}}}} * 10\,000 / 86\,400 \text{ [Equation 7b]}$$

- si la profondeur de la source est inférieure ou égale à l'épaisseur de la couche 1 + couche 2 + couche 3 :

$$\text{Deff totale} = \frac{10\,000}{\frac{\text{Prof source}}{\frac{\text{ép.couche 1}}{\text{Deff couche 1}} + \frac{\text{ép.couche 2}}{\text{Deff couche 2}} + \frac{\text{prof source} - (\text{ép.couche 1} + \text{couche 2} + \text{couche 3})}{\text{Deff couche 3}}}} * 86\,400 \text{ [Equation 7c]}$$

- si la profondeur de la source est inférieure ou égale à l'épaisseur de la couche 1 + couche 2 + couche 3 + couche 4 :

$$\text{Deff totale} = \frac{10\,000}{\frac{\text{Prof source}}{\frac{\text{ép.couche 1}}{\text{Deff couche 1}} + \frac{\text{ép.couche 2}}{\text{Deff couche 2}} + \frac{\text{ép.couche 3}}{\text{Deff couche 3}} + \frac{\text{prof source} - (\text{ép.couche 1} + \text{couche 2} + \text{couche 3} + \text{couche 4})}{\text{Deff couche 4}}}} * 86\,400 \text{ [Equation 7d]}$$

La concentration dans l'air du sol, à partir d'une source sols, est calculée de la manière suivante :

Si $C_{\text{eau sol}} < \text{solubilité}$ alors $C_{\text{air sol}} = C_w * H * 1000 \text{ [Equation 3a]}$

et si $C_{\text{eau sol}} > \text{solubilité}$ alors $C_{\text{air sol}} = S * H * 1000 \text{ [Equation 3b]}$

où $C_{\text{eau sol}} = (C_t \times \rho_b) / (\theta_a \times H + \theta_w + \rho_b \times F_{oc} \times K_{oc}) \text{ [Equation 3c]}$

Avec $C_{\text{eau sol}}$: concentration de la substance i dans l'eau du sol (mg/l),
 C_t : concentration en polluant dans le sol (mg/kg)
 ρ_b : densité du sol (g/cm³)
 F_{oc} : fraction de carbone organique dans le sol (-)
 K_{oc} : coefficient de partition du carbone organique (l/kg)
 H : constante de Henry (-)
 θ_a : teneur en air dans les sols (-)
 θ_w : teneur en eau dans les sols (-)

La concentration dans l'air du sol, à partir d'une source nappe, correspond à

$$C_{\text{air sol}} = C_{\text{nappe}} * H \times 1000 \text{ [Equation 8d]}$$

Avec $C_{\text{air sol}}$: concentration de la substance dans l'air des sols (mg/m³),
 H : constante de Henry (-)
 C_{nappe} : concentration dans la nappe (mg/L)

Caractéristique des recouvrements :

Les terrains naturels pollués sont considérés comme recouverts par une couche d'enrobé : Un enrobé (ou enrobé bitumineux ou béton bitumineux) est un mélange de graviers, de sable et de liant hydrocarboné (type goudron ou bitume) appliqué en une ou plusieurs couches pour constituer la chaussée des routes, la piste des aéroports et d'autres zones de circulation. Un enrobé drainant ou béton bitumineux drainant est un revêtement routier bitumineux, utilisé pour constituer la chaussée des routes. Il fait partie de la famille des enrobés bitumineux.

Les caractéristiques en termes de porosités et teneur en eau des enrobés asphaltés sont diverses dépendant de la typologie des enrobés.

La teneur en gaz doit être comprise entre 3 et 5%, en dessous de 3 %, le revêtement serait sujet à des déformations permanentes trop importantes (Roberts et al. 1996). En dessous de 2%, le volume de vide n'est pas suffisant pour la dilatation du matériau en cas de fortes chaleurs¹⁷

Une seule référence mentionne la teneur en eau (VDOT, 2011) qui doit être suivie lors du séchage du matériau et ne pas dépasser 1% sur le mélange fini. La teneur en eau peut avoir des effets délétères sur la performance à long terme du recouvrement. Pour Parker (1996), les seuils à partir desquels de tels effets peuvent se produire varient de 0,5 à 2%.

Dans l'application des calculs de risques à la réutilisation des terres excavées, Blanc et al. (2012) retiennent pour l'enrobé extérieur (parking) une porosité de 3% et une teneur en eau nulle, aucun argumentaire n'est cependant donné sur la source de ces valeurs.

Le tableau suivant présente ces rapports pour différentes hypothèses.

	Gamme enrobé asphalté (hors enrobé poreux)							bétons (pour mémoire)
porosité	2%	2%	3%	3%	4%	5%	5%	12%
teneur en gaz	1%	2%	2%	3%	3%	3%	4%	5%
teneur en eau	1%	0%	1%	0%	1%	2%	1%	7%
D0/ Deff	1856	184	414	107	191	298	114	312

¹⁷ <http://www.asphaltinstitute.org/engineering/frequently-asked-questions-faqs/asphalt-pavement-construction/>

Cible I : Enfant résident

Inhalation

Lieu d'exposition		Inhalation												
Enfant		Cible 1	VTR inh		Inhalation de vapeurs en intérieur Lieu de vie de plain-pied / sur vide sanitaire				Inhalation de vapeurs en extérieur					
			VTR _{ss,inh}	VTR _{ss,inh}	C _i	Cl _{cible1,s}	Cl _{cible1,ss}	QD _{cible1}	ERI _{cible1}	C _i	Cl _{cible1,s}	Cl _{cible1,ss}	QD _{cible1}	ERI _{cible1}
Calcul des Concentration inhalées et/ou ingérées et Valeurs de risques		VTR (seuil d'effet) inh		VTR (sans seuil d'effet) orale ou ERU _{inh}	Concentration dans l'air pendant la fraction de temps t _i	Concentration journalière inhalée Cl = (Ci x t _i) / F _i x T/T _m		Quotien de Danger Qd = CIs / VTR _{ss,i}	Excès de Risque individuel ERI = CIs x VTR _{ss,i}	Concentration dans l'air pendant la fraction de temps t _i	Concentration journalière inhalée Cl = (Ci x t _i) / F _i x T/T _m		Quotien de Danger Qd = CIs / VTR _{ss,i}	Excès de Risque individuel ERI = CIs x VTR _{ss,i}
		mg/m3	(mg/m3)-1	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	sans unité	sans unité	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	sans unité	sans unité	
Substance	N°CAS													
Métaux et métalloïdes														
Mercur	7439-97-6		3.00E-05		5.27E-07	3.97E-07	3.40E-08	1.32E-02		5.23E-10	1.97E-11	1.69E-12	1.65E-07	
BTEX & CAV														
Benzène	71-43-2		9.70E-03	1.60E-03	1.44E-04	1.09E-04	9.32E-06	1.32E-02	1.49E-08	3.09E-07	1.17E-08	9.99E-10	1.20E-06	1.60E-12
					QD _{cible1}		ERI _{cible1}				QD _{cible1}		ERI _{cible1}	
					2.44E-02		1.49E-08				1.86E-06		1.60E-12	
					QD _{cible1,canc}						QD _{cible1,canc}			
					0.00E+00						0.00E+00			

Cible 2 : Adulte résident

Lieu d'exposition	
Adulte	Cible 2
Calcul des Concentration inhalées et/ou ingérées et Valeurs de risques	
Unité	
Substance	N°CACES
Métaux et métalloïdes	
Mercur	7439-97-6
BTEX & CAV	
Benzène	71-43-2

VTR inh		Inhalation de vapeurs en intérieur Lieu de vie de plain-pied / sur vide sanitaire						Inhalation de vapeurs en extérieur				
VTR _{s,inh}	VTR _{ss,inh}	C _i	Cl _{cible2,s}	Cl _{cible2,ss}	QD _{cible2}	ERI _{cible2}		C _i	Cl _{cible2,s}	Cl _{cible2,ss}	QD _{cible2}	ERI _{cible2}
VTR (seuil d'effet) inh	VTR (sans seuil d'effet) orale ou ERU _{inh}	Concentration dans l'air pendant la fraction de temps t _i	Concentration journalière inhalée CI = (CI x t _i) / F _i x T _m		Quotien de Danger Qd = CIs / VTR _{s,i}	Excès de Risque Individuel ERI = CIs x VTR _{ss,i}		Concentration dans l'air pendant la fraction de temps t _i	Concentration journalière inhalée CI = (CI x t _i) / F _i x T _m		Quotien de Danger Qd = CIs / VTR _{s,i}	Excès de Risque Individuel ERI = CIs x VTR _{ss,i}
mg/m ³	(mg/m ³)-1	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	sans unité	sans unité		mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	sans unité	sans unité
3.00E-05		5.27E-07	3.97E-07	1.36E-07	1.32E-02			3.48E-10	1.31E-11	4.50E-12	4.3E-07	
9.70E-03	1.60E-03	1.44E-04	1.09E-04	3.73E-05	1.12E-03	5.96E-08		2.06E-07	7.77E-09	2.66E-09	8.01E-07	4.26E-12

QD _{cible2}	ERI _{cible2}
2.44E-02	5.96E-08
QD _{cible2,canc}	
0.00E+00	

QD _{cible2}	ERI _{cible2}
1.24E-06	4.26E-12
QD _{cible2,canc}	
0.00E+00	

Cible 3 : Enfant en crèche

Lieu d'exposition	
Enfant	Cible 3
Calcul des Concentration inhalées et/ou ingérées et Valeurs de risques	
Unité	
Substance	N°CACES
Métaux et métalloïdes	
Mercur	7439-97-6
BTEX & CAV	
Benzène	71-43-2

VTR inh		Inhalation de vapeurs en intérieur Lieu de vie de plain-pied / sur vide sanitaire						Inhalation de vapeurs en extérieur				
VTR _{s,inh}	VTR _{ss,inh}	C _i	Cl _{cible3,s}	Cl _{cible3,ss}	QD _{cible3}	ERI _{cible3}		C _i	Cl _{cible3,s}	Cl _{cible3,ss}	QD _{cible3}	ERI _{cible3}
VTR (seuil d'effet) inh	VTR (sans seuil d'effet) orale ou ERU _{inh}	Concentration dans l'air pendant la fraction de temps t _i	Concentration journalière inhalée CI = (CI x t _i) / F _i x T _m		Quotien de Danger Qd = CIs / VTR _{s,i}	Excès de Risque Individuel ERI = CIs x VTR _{ss,i}		Concentration dans l'air pendant la fraction de temps t _i	Concentration journalière inhalée CI = (CI x t _i) / F _i x T _m		Quotien de Danger Qd = CIs / VTR _{s,i}	Excès de Risque Individuel ERI = CIs x VTR _{ss,i}
mg/m ³	(mg/m ³)-1	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	sans unité	sans unité		mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	sans unité	sans unité
3.00E-05		5.27E-07	1.32E-07	5.67E-09	4.41E-03			5.23E-10	1.31E-11	5.62E-13	4.3E-07	
9.70E-03	1.60E-03	1.44E-04	3.62E-05	1.55E-06	3.74E-03	2.49E-09		3.09E-07	7.77E-09	3.33E-10	8.04E-07	5.33E-13

QD _{cible3}	ERI _{cible3}
8.14E-03	2.49E-09
QD _{cible3,canc}	
0.00E+00	

QD _{cible3}	ERI _{cible3}
1.24E-06	5.33E-13
QD _{cible3,canc}	
0.00E+00	

Cible 4 : Employé de bureaux

Lieu d'exposition	
Adulte	Cible 4
Calcul des Concentration inhalées et/ou ingérées et Valeurs de risques	
Unité	
Substance	N°CACES
Métaux et métalloïdes	
Mercur	7439-97-6
BTEX & CAV	
Benzène	71-43-2

Inhalation

VTR inh		Inhalation de vapeurs en intérieur Lieu de vie de plain-pied / sur vide sanitaire					Inhalation de vapeurs en extérieur				
VTR _{inh}	VTR _{ss,inh}	C _i	C _{icible4,s}	C _{icible4,ss}	QD _{cible4}	ERI _{cible4}	C _i	C _{icible4,s}	C _{icible4,ss}	QD _{cible4}	ERI _{cible4}
VTR (seuil d'effet) inh	VTR (sans seuil d'effet) orale ou ERU _{inh}	Concentration dans l'air pendant la fraction de temps t _i	Concentration journalière inhalée CI = (C _i x t _i) / F _i x T/T _m		Quotient de Danger Qd = C _{is} / VTR _{s,i}	Excès de Risque Individuel ERI = C _{iss} x VTR _{ss,i}	Concentration dans l'air pendant la fraction de temps t _i	Concentration journalière inhalée CI = (C _i x t _i) / F _i x T/T _m		Quotient de Danger Qd = C _{is} / VTR _{s,i}	Excès de Risque Individuel ERI = C _{iss} x VTR _{ss,i}
mg/m3	(mg/m3)-1	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	sans unité	sans unité	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	sans unité	sans unité
3.00E-05		5.27E-07	1.06E-07	6.35E-08	3.53E-03		3.48E-10	8.75E-12	5.25E-12	2.50E-07	
9.70E-03	1.60E-03	1.44E-04	2.90E-05	1.74E-05	2.99E-05	2.78E-08	2.06E-07	5.18E-09	3.11E-09	5.44E-07	4.97E-12

QD _{cible4}	ERI _{cible4}
6.52E-03	2.78E-08
QD _{cible4,canc}	
0.00E+00	

QD _{cible4}	ERI _{cible4}
8.26E-07	4.97E-12
QD _{cible4,canc}	
0.00E+00	

The logo graphic consists of a large, stylized letter 'S' shape. The top curve of the 'S' is a solid orange arc. The middle section of the 'S' is a white, arrow-like shape pointing to the right, containing the text 'fondasel'. The bottom curve of the 'S' is a grey arc. Inside the 'S' shape, there is a collage of images: a modern glass skyscraper, a building with lush greenery on its facade, and an aerial view of a city with orange location pins.

fondasel

www.groupefondasol.com