

Diagnostic complémentaire de la qualité des sols et des gaz du sol

-

Evaluation quantitative des risques sanitaires

*351 Rue Salvador Allende,
59120 Loos*

**Affaire 20240604NG
GIPHAR GROUPE**

Suivie par

H. BONIN Tel : 0 679 379 679

HUB-Environnement – 3 rue des entrepôts, 69004 Lyon

Tel : 09 52 81 14 74

CERTIFIE



N° & version	Date	Rédacteur	Chef de projet	Vérificateur
20240718 RF	18 Juillet 2024	R. BOUSQUEYNAUD	N. JOULIA	H. BONIN

Sommaire

Sommaire	2
Liste des figures	3
Liste des tableaux	3
Glossaire	4
1. Contexte général de la mission	5
2. Contexte réglementaire et normatif	6
3. Localisation du site de l'étude	6
4. Résumé de l'étude précédente (CD Environnement, Aout 2022)	9
4.1. Résumé des contextes historique et environnemental	9
4.1.1. <i>Résumé du contexte historique</i>	9
4.1.2. <i>Résumé du contexte environnemental</i>	11
4.2. Investigations de terrain réalisées (CD Environnement, Aout 2022)	12
5. Intervention HUB-Environnement (Juin 2024)	14
5.1. Mesures préalables avant le démarrage des investigations	14
5.2. Méthodologies d'investigations	14
5.2.1. <i>Méthodologie des prélèvements des sols</i>	14
5.2.2. <i>Investigations des gaz du sol</i>	14
5.3. Programme des investigations	16
5.3.1. <i>Contraintes sur site</i>	16
5.4. Investigation des gaz du sol	17
5.4.1. <i>Investigation dans les sols</i>	18
6. Interprétation des résultats d'analyses	20
6.1. Résultats des gaz du sol	20
6.1.1. <i>Résultats des mesures directes des COV sur site</i>	20
6.1.2. <i>Résultats des mesures directes des CO, CH₄, O₂ et H₂S sur site</i>	20
6.1.3. <i>Représentation cartographique des COV dans les gaz du sol</i>	21
6.1.4. <i>Résultats d'analyse en laboratoire des composés volatils dans les gaz du sol</i>	22
6.2. Résultats d'analyse laboratoire des sols sur brut	24
6.2.1. <i>Résultats d'analyse des métaux lourds sur brut</i>	24
6.2.2. <i>Carte de répartition des métaux lourds dans les sols</i>	26
6.2.3. <i>Résultats d'analyse laboratoire des composés organiques sur brut</i>	27
6.2.4. <i>Carte de répartition des HCT C₁₀-C₄₀ dans les sols</i>	28
6.2.5. <i>Carte de répartition des HAP dans les sols</i>	29
6.2.6. <i>Résultats d'analyses des dioxines et/ou congénères organochlorés proches sur brut</i>	30
6.3. Résultats d'analyse laboratoire des sols sur lixiviat	32
7. Description de l'étude de risque	33
7.1. Méthodologie de l'EQRS	33
7.2. Evaluation de l'exposition	33
7.2.1. <i>Caractérisation du lieu d'exposition</i>	33
7.2.2. <i>Voies d'exposition retenues</i>	33
7.2.3. <i>Cibles retenues</i>	35
7.2.4. <i>Sélection des substances</i>	35
7.2.5. <i>Scénario d'exposition</i>	36
7.3. Evaluation de la relation dose-réponse	37
7.3.1. <i>Synthèse des données toxicologiques</i>	37
7.3.2. <i>Valeurs toxicologique retenues (VTR)</i>	38
7.4. Choix des modèles	38
8. Résultats de l'EQRS	39
8.1. Principe de calcul	39
8.1.1. <i>Estimation du risque pour les effets avec seuils (non cancérigènes)</i>	39
8.1.2. <i>Estimation du risque pour les effets sans seuil</i>	39
8.2. Résultats des calculs	40
9. Conclusions et préconisations	41
9.1. Conclusion	41
9.2. Préconisations	43
ANNEXES	45
Annexe 1 : Fiche de prélèvement des sols	46
Annexe 2 : Fiche de prélèvement des gaz du sol	52
Annexe 3 : Bordereaux d'analyse laboratoire des gaz du sol	53
Annexe 4 : Bordereaux d'analyses de laboratoire des sols	58
Annexe 5 : Méthodologie EQRS	72
Annexe 6 : Présentation du logiciel Modul'ERS	78
Annexe 7 : Données calculs	80
Annexe 8 : Evaluation des incertitudes	108

Liste des figures

Figure 1 : Localisation de la zone d'étude sur fond de carte IGN (géoportail.gouv.fr)	6
Figure 2 : Photographie aérienne du site (délimitation jaune, géoportail.gouv.fr)	7
Figure 3 : Plan de la zone d'étude sur fond de carte cadastrale (délimitation rouge, géoportail.gouv.fr)	8
Figure 4: Carte des installations potentiellement impactantes	10
Figure 5 : Investigations et résultats mis en évidence par CD Environnement (juin 2022)	12
Figure 6: Carte de la zone non investiguée	16
Figure 7 : Localisation des investigations dans les gaz du sol.....	17
Figure 8 : Localisation des investigations dans les sols	18
Figure 9 : Cartographie des teneurs en COV (ppmV).....	21
Figure 10 : Carte de répartition des anomalies en métaux lourds (0 – 1 m t/n)	26
Figure 11 : Carte de répartition des anomalies en HCT (0 – 1 m t/n)	28
Figure 12 : Carte de répartition des anomalies en HAP (0 – 1 m)	29
Figure 13 : Schéma conceptuel d'exposition	36
Figure 14 : Carte de synthèse des investigations	42

Liste des tableaux

Tableau 1 : Lithologie mise en évidence sur l'ouvrage BSS003JDIW	11
Tableau 2: Résultats d'analyse en laboratoire des sols sur brut (Aout 2022)	13
Tableau 3 : Programme des investigations du 19 juin 2024	16
Tableau 4 : Caractéristiques du prélèvement de gaz du sol	17
Tableau 5 : Justification de l'implantation des sondages du 19 juin 2024	18
Tableau 6 : Caractéristiques des sondages.....	19
Tableau 7 : Résultats d'analyses des COV sur site	20
Tableau 8: Résultats d'analyse des autres gaz sur site.....	20
Tableau 9 : Résultats des composés organiques dans les gaz du sols (µg/échantillon)	22
Tableau 10 : Résultats des analyses de métaux dans les sols (mg/kg MS)	24
Tableau 11 : Statistiques des métaux lourds présents (mg/kg MS) – couche 0-1 m (t/n).....	25
Tableau 12 : Résultats des analyses de composés organiques dans les sols (mg/kg MS)	27
Tableau 13 : Résultats des analyses des dioxines et/ou congénères organochlorés dans les sols	30
Tableau 14 : Valeurs guides disponibles pour interpréter les valeurs de PCDD/F	31
Tableau 15 : Résultats des dioxines et/ou congénères organochlorés en équivalent toxique (TEQ)	31
Tableau 16 : Résultats d'analyses laboratoire sur lixiviats de la DCO (mg O₂/L)	32
Tableau 17 : Caractérisation des voies d'exposition potentielles.....	34
Tableau 18 : Paramètres d'exposition retenus pour l'étude	35
Tableau 19 : Sélection des substances – inhalation.....	35
Tableau 20 : Données toxicologiques.....	37
Tableau 21 : VTR Inhalation retenues – INHALATION.....	38
Tableau 22 : Résultats des calculs de risques INHALATION	40

Glossaire

AEP : Alimentation en Eau Potable

ARIA : Analyse, Recherche et Information sur les Accidents (base de données)

ARR : Analyse des Risques Résiduels

ASPITET : Apports d'une Stratification Pédologique pour l'Interprétation des Teneurs en Eléments Traces

BASIAS : Base de données des anciens sites industriels et activités de services

BTEX : Benzène, Toluène, Ethylbenzène, Xylènes (solvants aromatiques).

CASIAS : Carte des Anciens Sites Industriels et Activités de Services

COHV : Composés Organo-Halogénés Volatils (solvants chlorés).

COV : Composés Organo-Volatils

DCO : Demande Chimique en Oxygène (mesure de la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder complètement les matières organiques présentes dans un échantillon d'eau)

DJE : Dose Journalière d'Exposition

EQRS : Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires

ERI : Excès de Risque Individuel.

ERU : Excès de Risque Unitaire

ETM : Eléments Traces Métalliques

FOD : Fuel oil domestique (en français, fioul domestique)

HAP : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques

HCT : Hydrocarbures : Composés constitués d'atomes de carbone et d'hydrogène uniquement. Ce terme est donc utilisé pour désigner les hydrocarbures dits « pétroliers » constitués d'une chaîne carbonée soit linéaire saturée ou insaturée, soit cyclique autrement dit les hydrocarbures aromatiques et aliphatiques. La coupe analysée sera précisée

ICPE : Installation Classé pour la Protection de l'Environnement

ISD : Installation de Stockage des Déchets (Inertes, Non Dangereux, Dangereux).

OEHHA: Agence américaine: Office of Environmental Health Hazard Assessment

OMS : Organisation Mondiale de la Santé.

PID : Photolonization Detector (détecteur à photoionisation, permet de connaître la composition d'un gaz).

PCB : PolyChloroBiphényles

PEHD : PolyÉthylène Haute Densité

QD : Quotient de Danger

RDC : Rez-de-chaussée

RIVM: Agence sanitaire hollandaise: Rijksinstituut voor Volksgezondheit en Milieu

SIS : Secteurs d'Information sur les Sols

US EPA: United States Environmental Protection Agency.

VGAI : Valeur Guide de gestion de l'Air Ambiant

VLEP : Valeurs Limites d'Exposition Professionnelle

VTR : Valeur Toxicologique de Référence.

1. Contexte général de la mission

- **Objectif et résumé de la demande :** GIPHAR GROUPE a missionné HUB-Environnement pour réaliser un diagnostic complémentaire de la qualité environnementale des sols afin de déterminer les extensions de pollutions ainsi qu'une évaluation quantitative des risques sanitaires (EQRS) pour vérifier la compatibilité du site avec l'usage futur (usage résidentiel). Les investigations précédentes avaient mis en évidence des anomalies en COV, hydrocarbures (HCT, HAP), métaux lourds et PCB dans les sols.
- **Donneur d'ordre :**

GIPHAR GROUPE
38 bis rue du Fer à Moulin – 75005 PARIS
- **Localisation étude :** 351 Rue Salvador Allende, 59120 LOOS – parcelle n°AO335 – surface d'environ 6000 m² ;
- **Contexte de l'étude :** Dans le cadre de la vente du site ;
- **Documents à disposition :**
 - Mail demande du client ;
 - Rapport de diagnostic de CD Environnement d'Aout 2022.
- **Usages du site :**
 - Activité ancienne et actuelle : Activité de recyclage de produits médicaux et actuellement bureaux ;
 - Activité future : Bureaux – usage tertiaire ;
- **Risques identifiés :**
 - Site non classée CASIAS, BASOL ou ICPE (d'après rapport CD Environnement) ;
 - Présence d'une ancienne cuve enterrée, inertée et dégazée et potentiellement aire de lavage ;
 - Le bâtiment a brûlé en 2006 ;
 - Mesures PID jusqu'à 34 ppmV ;
 - Présence de métaux lourds (notamment Cd, Pb, Cu, Zn et Hg) ;
 - Impact en HCT jusqu'à 350 mg/kg MS et en HAP jusqu'à 34,2 au droit de C2 ;
 - Présence de PCB et de BTEX ;
 - Absence de détection de COHV.
- **Prestations réalisées :**

Afin de répondre aux objectifs de la demande, la présente mission comporte les prestations suivantes :

 - Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses des sols (A200) ;
 - Prélèvements, mesures et analyses sur les gaz du sol (A230) ;
 - Interprétation des résultats et investigations (A270) ;
 - Analyse des enjeux sanitaires : Evaluer les risques sanitaires en fonction des contextes de gestion (A320).
- **Résumé non technique :** Afin d'éviter tout risque de mauvaise interprétation concernant nos résultats, le chapitre « Conclusions et préconisations » a été rédigé dans un esprit de synthèse et tient lieu de résumé non technique.
- **Résumé technique :** Afin d'éviter tout risque de mauvaise interprétation concernant nos résultats, nous recommandons de parcourir la totalité du rapport comprenant des illustrations fondamentales (cf. schéma conceptuel, carte de synthèse des zones d'impacts). Des commentaires de synthèse sont disponibles à la fin de chaque chapitre (cf. encadrés bleus) pour une lecture plus rapide. Ce sont ces encadrés bleus qui tiennent lieu de résumé technique.

2. Contexte réglementaire et normatif

La démarche suivie pour le diagnostic est basée sur :

- Méthodologie de ministère de l'Environnement applicable aux sites et sols pollués en date du 08 février 2007 révisée par la circulaire du 19 avril 2017 ;
- Norme AFNOR NF X 31-620 « Qualité du sol – Prestations de service relatives aux sites et sols pollués » ;
- Norme NF ISO 18400-202 d'avril 2019 « Qualité du sol - Échantillonnage - Partie 202 : investigations préliminaires - Qualité du sol - Échantillonnage - Partie 202 : Diagnostics préliminaires » ;
- Norme NF ISO 18400-203 « Qualité du sol – Échantillonnage - Partie 203 : investigations des sites potentiellement contaminés » ;
- Norme NF ISO 18400-204 « Qualité du sol – Échantillonnage – Partie 204 : lignes directrices l'échantillonnage des gaz du sol » (07/2017) ;
- Norme AFNOR NF X50-110 de mai 2003 sur les « prescriptions générales de compétence pour une expertise », pouvant prévaloir sur les normes précédentes.
- Le guide INERIS du 21/11/2016 « 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 ».

3. Localisation du site de l'étude

Le site d'étude est localisé au 351 Rue Salvador Allende sur la commune de Loos dans le département du Nord (59). La zone d'étude comprend les parcelles cadastrales n°335 de la section AO pour une surface d'environ 6000 m² dont 950 m² de bâtis. Le site est globalement plat avec une altitude moyenne de 41 mNGF.

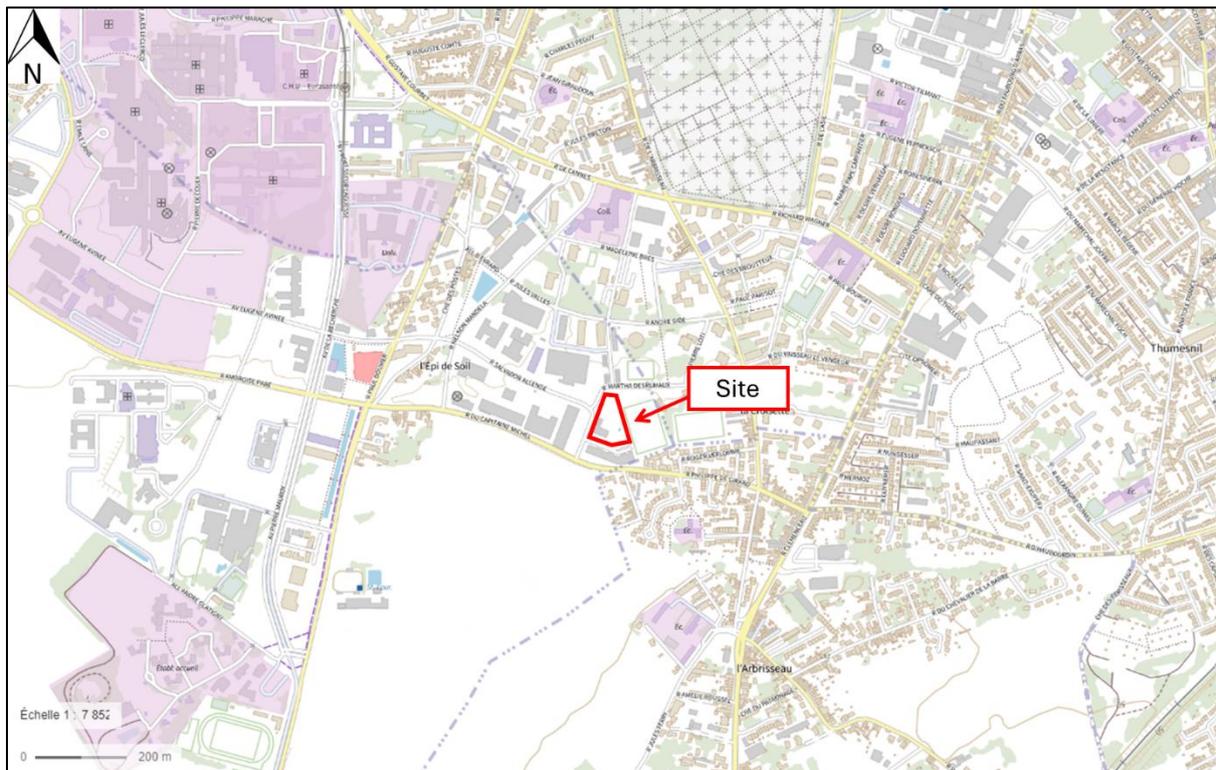


Figure 1 : Localisation de la zone d'étude sur fond de carte IGN (géoportail.gouv.fr)

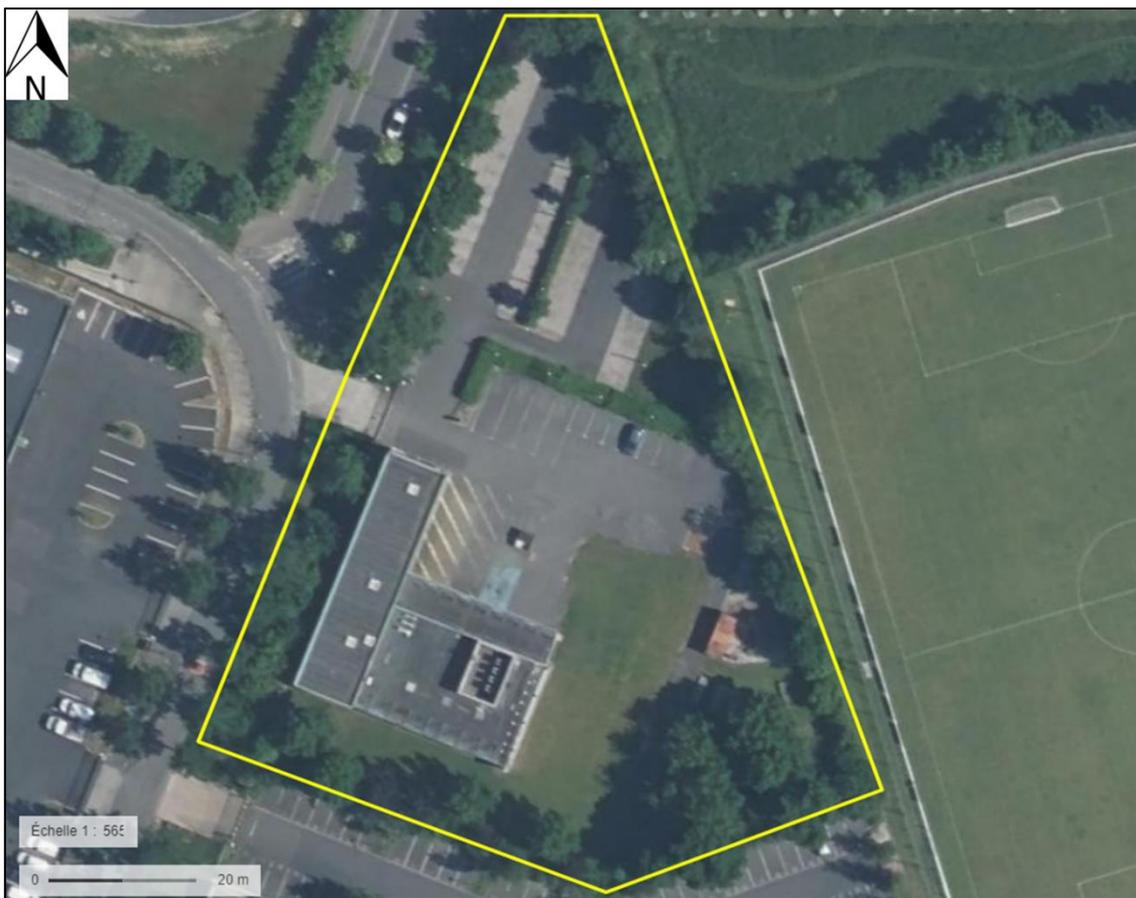


Figure 2 : Photographie aérienne du site (délimitation jaune, géoportail.gouv.fr)

L'étude concerne la totalité de la parcelle cadastrale n°335 de la section AO. Le périmètre exact de l'étude est présenté ci-dessous.



Figure 3 : Plan de la zone d'étude sur fond de carte cadastrale (délimitation rouge, géoportail.gouv.fr)

4. Résumé de l'étude précédente (CD Environnement, Aout 2022)

4.1. Résumé des contextes historique et environnemental

Les contextes historique et environnemental ont été décrits par CD-Environnement dans le rapport référencé « Dossier 422022 », datant d'aout 2022.

4.1.1. Résumé du contexte historique

D'après les photographies aériennes anciennes, le bâtiment principal a été construit au début des années 2000 pour une activité de recyclage de produits médicaux, puis de bureaux. Le site est déjà dans sa typologie actuelle depuis 2006 et la destruction d'une partie du bâtiment dans un incendie. La typologie actuelle présente donc le bâtiment faisant office de bureaux avec espaces extérieurs.

Avant la construction du bâtiment, les photographies aériennes ont mis en évidence une parcelle agricole et une parcelle avec bâtiment à usage inconnu et jardins entre 1950 et fin des années 1990.

Des installations et activités potentiellement impactantes ont été mises en évidence lors de la visite du site avec la présence d'une cuve enterrée à usage non défini (inertée et dégazée aujourd'hui) et de la présence potentielle d'une aire de lavage au centre du site.

Comme cité auparavant, un accident a eu lieu en 2006 au droit du site avec l'incendie d'un bâtiment localisé en situation Est de l'actuel. Les composés traces engendrés par cet accident sont les HAP, métaux lourds et dioxines.

Le site d'étude n'est pas recensé sur les bases de données CASIAS, BASOL, SIS et ICPE.

Aux alentours du site, quelques sites CASIAS sont recensés à moins de 500 m pour des activités de forgerie, garages, etc...

Le site est également entouré à l'Est d'une zone résidentielle et à l'ouest et nord d'une zone industrielle. La parcelle voisine en situation Ouest de la zone d'étude faisait office de garage et stockage de véhicules entre 1950 et 1990.

La carte des installations potentiellement impactantes et de l'ancien bâtiment incendié est également présentée ci-dessous.



Figure 4: Carte des installations potentiellement impactantes

- **Le bâtiment a été construit au début des années 2000 pour une activité de recyclage de produits médicaux, puis pour de l'activité de bureaux (usage tertiaire). Le site est présent dans sa typologie actuelle depuis 2006 et la destruction du bâtiment incendié.**
- **Les visites de site ont permis de mettre en évidence la présence d'une cuve enterrée à usage non défini et d'une potentielle aire de lavage. Un bâtiment a également été détruit à la suite d'un incendie en 2006. Une pollution en HAP, HCT, métaux lourds et dioxines/furanes est donc possible sur la zone incendiée.**
- **Le site n'est pas recensé sur les bases de données CASIAS, ICPE, SIS et BASOL.**
- **3 sites CASIAS pour des activités de forgerie et garage ont été recensés à moins de 500 m du site. Une zone industrielle en situation ouest du site a été recensée avec une activité de garage et stockage de VHU entre 1950 et 1990 sur la parcelle voisine du site.**

4.1.2. Résumé du contexte environnemental

- **Contexte géologique**

L'examen de la carte géologique du BRGM 1/50 000 indique que le site repose sur la formation suivante : « Limons de plateaux sur craie blanche du Sénonien », noté LP/c4 et de composition principalement fine. Ces limons se sont déposés sur la formation des « Craies blanches, Sénonien » noté c4.

Concernant la lithologie du site, l'ouvrage BSS003JDIW, forage de 10 m de profondeur situé à 150 m à l'Est de la zone d'étude présente la lithologie suivante :

Tableau 1 : Lithologie mise en évidence sur l'ouvrage BSS003JDIW

Profondeur	Lithologie	Stratigraphie
De 0 à 0,4 m	Remblai de limon et de brique	
De 0,4 à 0,8 m	Limon beige	
De 0,8 à 2,5 m	Limon silteux beige	
De 2,5 à 3,5 m	Silt gris-beige	
De 3,5 à 3,8 m	Sable limoneux beige, fin	
De 3,8 à 5,2 m	Silt gris	
De 5,2 à 7 m	Sable argileux gris	
De 7 à 7,5 m	Sable argileux gris avec des traces de rouilles	
De 7,5 à 8,5 m	Limon sableux beige grisâtre	
De 8,5 à 10 m	Argile plastique grise	

- **Contexte hydrogéologique**

Le site d'étude repose sur la nappe correspondant à la masse d'eau souterraine FRAG30 : « Craie de la Vallée de la Deûle », possédant une masse d'eau de type sédimentaire non alluviale avec un écoulement libre. La perméabilité est de l'ordre de $2 \cdot 10^{-5}$ m/s et aucune information sur la transmissivité de la masse d'eau n'a été recensée.

D'après l'ouvrage BSS003JDIW, la nappe a été mise en évidence à environ 1,5 m de profondeur, ouvrage situé à 150 m à l'est de la zone d'étude. Le sens d'écoulement est supposé Sud-Est / Nord-Ouest.

Plusieurs puits industriels sont présents à l'ouest du site à moins de 500 m et le site est localisé sur l'aire de captage nommé « AAC du sud de Lille » avec les puits de pompage localisés à Emmerin, 350 m en amont du site.

- **Contexte hydrologique :**

Au niveau hydrologique, le site est entouré de plans d'eau artificiels et d'une station d'épuration en amont hydraulique du site. Les cours d'eau les plus proches (Canal de la Deûle) sont localisés à plus de 5 km.

- **Espaces protégés :**

La zone d'étude est située à 3,5 km au nord-est d'une ZNIEFF II : « Basse Vallée de la Deûle entre Wingles et Emmerin ».

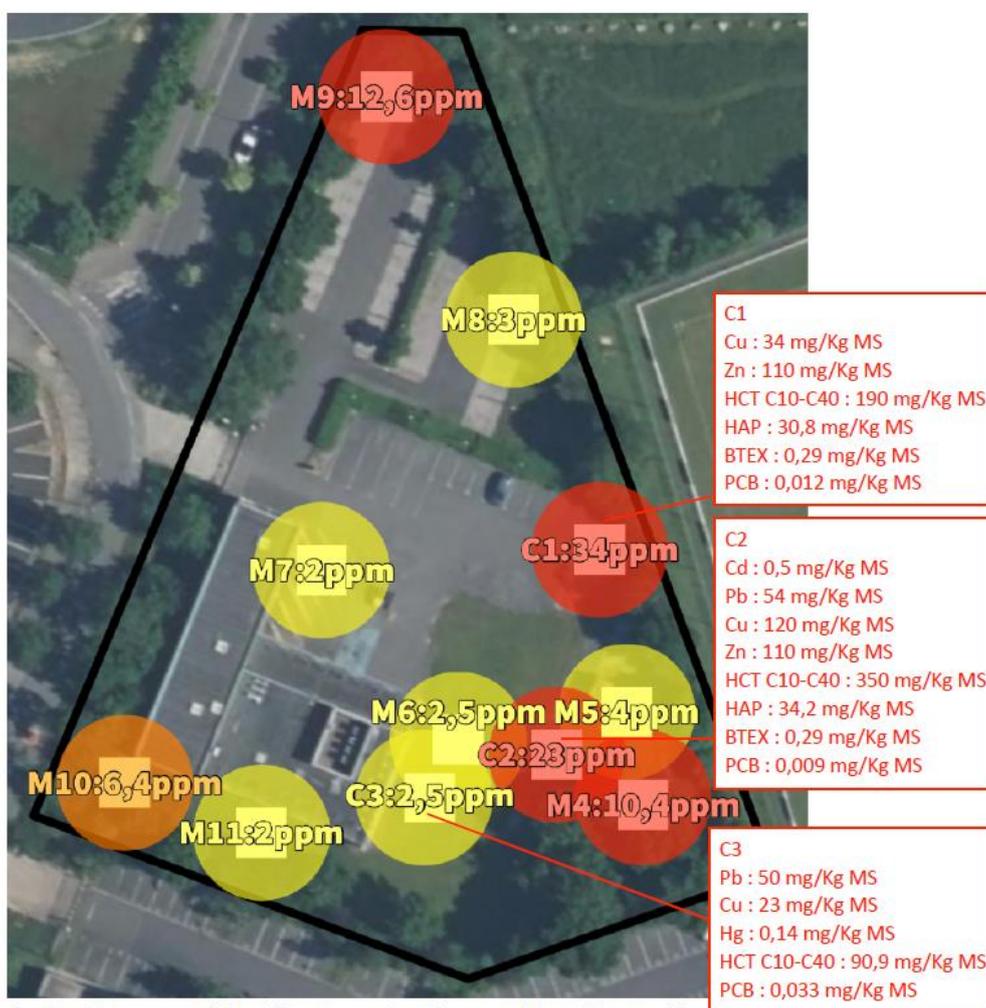
→ **Les sols au droit du site présentent des matériaux fins semi-perméables en surface, puis de la craie sablo-argileuse perméable en profondeur. Par conséquent, des impacts pourront s'étendre verticalement et horizontalement depuis le site.**

- Concernant les eaux souterraines, au vu de la faible profondeur de la nappe, celles-ci sont donc considérées comme potentiellement vulnérables à de potentiels impacts provenant du site.
- Du fait de la distance avec les cours d'eau les plus proches, les eaux superficielles sont considérées comme peu vulnérables à un impact potentiel provenant du site.

4.2. Investigations de terrain réalisées (CD Environnement, Aout 2022)

Le bureau d'études CD Environnement a réalisé 3 sondages sols jusqu'à une profondeur maximale de 1 m à l'aide d'un carottier à gouge en juin 2022. Une campagne de 11 micro-sondages pour la mesure des Composés Organiques Volatils (COV) dans les gaz du sol au PID a également été réalisée au droit de la zone d'étude.

La localisation des investigations et les résultats des investigations sont présentés sur la figure suivante.



C : Carottages pour échantillonnages et analyses en laboratoire agréé.

M : Mesures PID pour Composés Organiques Volatils (COV's, indice général).

Légende des mesures PID.

COV >1 ppm COV >5 ppm COV >10 ppm

Figure 5 : Investigations et résultats mis en évidence par CD Environnement (juin 2022)

Le tableau des résultats d'analyse sol en laboratoire est présenté ci-dessous.

Tableau 2: Résultats d'analyse en laboratoire des sols sur brut (Aout 2022)

Synthèse comparative et simplifiée des résultats analytiques du laboratoire agréé					
PARAMÈTRES		C1	C2	C3	
Profondeur de l'échantillon		0 - 1 m	0 - 1 m	0 - 1 m	
Matière sèche %		91,1	85,7	90,6	
Sol (sur brut) mg/Kg MS		Valeurs repères			
		C1	C2	C3	
Métaux ETM & assimilés (méthodologie SSP avril 2017)	Arsenic (As)	25,0	4,8	4,3	8
	Cadmium (Cd)	0,45	0,2	0,5	0,2
	Chrome (Cr)	90	26	24	28
	Plomb (Pb)	50	39	54	50
	Cuivre (Cu)	20	34	120	23
	Nickel (Ni)	60	18	12	20
	Zinc (Zn)	100	110	110	74
	Mercuré (Hg)	0,10	LQ	LQ	0,14
HCT Hydrocarbures totaux	HCT C ₁₀ -C ₄₀	50	190	350	90,9
	Fraction C ₁₀ -C ₁₂	LQ	4,7	LQ	LQ
	Fraction C ₁₂ -C ₁₆	LQ	10,4	11,3	LQ
HAP Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques	Somme HAP (EPA)	3,3	30,8	34,2	1,6
	Naphtalène	0,34	0,43	0,67	LQ
	Benzo(a)pyrène	0,284	2,1	1,5	0,1
BTEX Hydrocarbures Composés Aromatiques	Benzène	0,05	LQ	LQ	LQ
	Toluène	0,05	0,07	LQ	LQ
	Ethylbenzène	0,05	LQ	LQ	LQ
	m,p-Xylène	0,05	LQ	LQ	LQ
	o-Xylène	0,05	LQ	LQ	LQ
	Naphtalène	LQ	0,22	0,29	LQ
	Somme Xylènes	/	ND	ND	ND
	Somme des BTEX	/	0,29	0,29	LQ
PCB (7) Polychlorobiphényles	7 Ballschmiter	0,0015	0,012	0,009	0,033
COHV Composés Organiques Halogénés Volatils	Chlorure de Vinyle	0,1	LQ	LQ	LQ
	Dichlorométhane	0,2	LQ	LQ	LQ
	Trichlorométhane	0,1	LQ	LQ	LQ
	Tétrachlorométhane	0,1	LQ	LQ	LQ
	Trichloroéthylène	0,1	LQ	LQ	LQ
	Tétrachloroéthylène	0,1	LQ	LQ	LQ
	1,1,1-Trichloroéthane	0,1	LQ	LQ	LQ
	1,1,2-Trichloroéthane	0,1	LQ	LQ	LQ
	1,1-Dichloroéthane	0,1	LQ	LQ	LQ
	1,2-Dichloroéthane	0,1	LQ	LQ	LQ
	cis-1,2-Dichloroéthène	0,1	LQ	LQ	LQ
	1,1-Dichloroéthylène	0,1	LQ	LQ	LQ
	Trans-1,2-Dichloroéthylène	0,1	LQ	LQ	LQ
	Somme cis/trans-1,2-Dichloroéthylènes	/	ND	ND	ND

➤ **Commentaires :**

Les résultats d'analyse laboratoire et des mesures de terrain ont mis en évidence :

- La présence d'une zone d'anomalie en COV aux teneurs supérieures à 10 ppmV (jusqu'à 23 ppmV) localisée à l'Est de la zone incendiée et à proximité de l'ancienne cuve enterrée ;
- Deux impacts ponctuels en COV aux teneurs supérieures à 10 ppmV (jusqu'à 34 ppmV) localisés au nord de la zone incendiée ;
- Un fond de COV avec des teneurs comprises entre 1 et 10 ppmV sur le reste des micro-sondages ;
- Une anomalie forte ponctuelle en cuivre (110 mg/kg MS) selon les seuils de l'INRA ASPITET (fond géochimique national) sur le sondage C2 localisée à proximité de la cuve enterrée ;
- Des anomalies modérées en cuivre et en zinc sur la majorité des sondages effectués selon les seuils de l'INRA ASPITET (fond géochimique national) ;
- Des dépassements du seuil BRGM en HCT C₁₀-C₄₀ (jusqu'à 350 mg/kg MS sur C2) pour l'ensemble des sondages effectués, tous localisés dans ou à proximité de la zone incendiée et de la cuve enterrée ;
- Deux dépassements du seuil BRGM en HAP dont benzo(a)pyrène (jusqu'à 34,2 mg/kg MS sur C2) et naphtalène sur les sondages C1 et C2 localisés à proximité de la cuve enterrée et de la zone incendiée ;
- La présence de PCB et BTEX à l'état de trace ;
- L'absence de détection en laboratoire en HAP, BTEX, COHV et PCB au droit du site.

➔ **Des impacts en COV, HCT et HAP (dont le naphtalène) sur les sondages C1 et C2 localisés à proximité de la cuve enterrée et de la zone incendiée ont été identifiées.**

5. Intervention HUB-Environnement (Juin 2024)

5.1. Mesures préalables avant le démarrage des investigations

Les démarches entreprises avant le démarrage des investigations sont les suivantes :

- La collecte des plans des réseaux disponibles et l'autorisation d'intervenir sur site ;
- La réalisation conjointe de la Déclaration de projet de Travaux (DT) et de la Déclaration d'Intention de Commencement de Travaux (DICT) ;
- L'évaluation des risques professionnels.

5.2. Méthodologies d'investigations

5.2.1. Méthodologie des prélèvements des sols

Chaque sondage fait l'objet d'une coupe lithologique, d'un relevé des observations organoleptiques (odeur, couleur et aspect) des matériaux rencontrés, et de prélèvements de sol caractéristiques. Les coupes lithologiques des sondages sont présentées dans les fiches de prélèvements en **Annexe 1**.

De plus, des mesures des gaz photoionisables sont réalisées au moyen d'un PID (photo ionisation detector) au cours de la réalisation des sondages. Cet appareil permet la détection et la quantification de COV totaux (composés organiques volatils) avec une sensibilité de 0,1 ppm.

Les prélèvements sont effectués selon les bases des normes NF ISO 18400-104 et 107 qui présentent les préconisations d'échantillonnage des sols pollués en vigueur. Au niveau de chaque sondage, les prélèvements de sol sont réalisés de manière systématique, soit un échantillon par horizon lithologique homogène ou soit un échantillon prélevé tous les mètres.

Les prélèvements de sols sont conditionnés dans du flaconnage à usage unique adapté aux analyses prévues (compatibilité chimique), fermés de manière hermétique. Ils sont conservés dans des conditions adéquates de température (4°C) et de luminosité. Chaque flacon est identifié par un numéro d'affaire HUB-Environnement, un code identifiant le site, le nom de l'échantillon et la date de prélèvement.

Le transfert des échantillons est effectué dans un délai maximum de 24h après leur prélèvement vers le laboratoire AGROLAB possédant une accréditation du COFRAC. Les dates d'envoi des échantillons sont précisées dans les fiches de prélèvements en **Annexe 1**. Les échantillons sont expédiés par transporteur express ou par la navette dédiée du laboratoire et sont réceptionnés par le laboratoire le lendemain de l'intervention.

Le mode de gestion des cuttings consiste à réemployer sur chaque sondage effectué les matériaux extraits dans leur ordre inverse de sortie, en privilégiant de remettre en place les sols dits « impactés ».

5.2.2. Investigations des gaz du sol

Nous rappelons qu'une analyse détaillée de l'air du sol permet de préciser les composés volatils pouvant engendrer un risque sanitaire pour les futurs usagers.

➤ Technique de « sub-slab » – air sous dalle

Les prélèvements d'air sous dalle permettent de caractériser les gaz du sol au droit d'un bâtiment. Le revêtement de surface (dalle) est percé au moyen d'un perforateur jusqu'à une profondeur de 10 à 20 cm minimum sous la dalle. Un flexible en PEHD est mis en place dans le trou ainsi créé (sans entrer en contact avec les sols afin de ne pas obturer la prise d'air de la pompe avec des particules de sols). L'espace annulaire est ensuite obturé avec de la bentonite sous forme de pâte. Le flexible est finalement relié au dispositif de prélèvement.

Si des voies de transfert préférentielles (fissures, passages de réseaux, etc.) sont identifiées près du prélèvement d'air sous dalle, celles-ci seront colmatées (avec de la bentonite) avant le début de l'échantillonnage.

A la fin du prélèvement, le trou réalisé est rebouché avec du ciment afin de réassurer l'étanchéité de la dalle.

➤ Préparation des ouvrages

Un test d'étanchéité est réalisé préalablement à la mesure afin de garantir que ce sont les gaz du sol qui sont prélevés. Les gaz du sol sont pompés à travers l'ouvrage et analysés à l'explosimètre pour la mesure de O₂ et CO₂, si les teneurs sont comparables à celles de l'air ambiant (O₂ ≈ 21% et CO₂ ≈ 400 ppmv pour l'air extérieur), une entrée d'air dans l'ouvrage est probable et l'étanchéité doit être refaite.

Une purge est également réalisée afin d'évacuer l'air stagnant dans la colonne de l'ouvrage réalisé, cette purge est réalisée jusqu'à stabilisation des COVs mesurés en continu au PID ou de l'O₂ et du CO₂ à l'explosimètre.

➤ Protocole de prélèvement (cf. fiche de prélèvement en **Annexe 2**)

Le prélèvement a été réalisé par pompage des gaz avec liaison du flexible inerte à la pompe et piégeage sur des supports absorbants sélectifs adaptés aux composés recherchés. Les conditions de prélèvement (débits des pompes et temps de prélèvement) sont définies préalablement avec le laboratoire d'analyse de façon à obtenir une sensibilité analytique de l'ordre du µg/m³.

Les paramètres utilisés pour le prélèvement d'air sont les suivants :

- Débit de pompage : 0,5 l/min
- Temps de prélèvement : 30 minutes par échantillon
- Supports de prélèvement : charbon actif

Le débit de pompage est vérifié au début et à la fin du prélèvement, avec l'ensemble du matériel installé (afin de prendre en compte l'ensemble des pertes de charge et des potentielles variations). Les mesures de débit réalisées sont reportées sur les fiches de terrain fournies en annexe. Ces opérations de contrôle des débits sur site ont été réalisées à l'aide d'un débitmètre systématiquement placé entre le support de prélèvement et la pompe afin d'éviter une éventuelle contamination croisée liée au débitmètre.

Les supports de prélèvement sélectionnés pour analyses sont conditionnés dans des flacons adaptés aux analyses prévues (compatibilité chimique) puis immédiatement stockés en glacière réfrigérées à 4°C pour être transportés au laboratoire d'analyses.

➤ Constitution des blancs de terrain

Le blanc de terrain a été constitué de la manière suivante :

- Ouverture des tubes au moment de l'ouverture des premiers tubes de prélèvement ;
- Fermeture des tubes pendant la phase pompage ;
- Réouverture des tubes lors de la désinstallation des tubes de prélèvement puis fermeture définitive.

Ce protocole a été réalisé afin de maximiser l'absorption de composés « parasites », le blanc de terrain a été finalement fermé et conditionné dans la glacière comme l'ensemble des tubes de prélèvements pour pouvoir conclure sur une éventuelle interférence des conditions de terrain sur les supports.

5.3. Programme des investigations

Le programme initial des investigations du 19 juin 2024 est résumé dans le tableau suivant.

Tableau 3 : Programme des investigations du 19 juin 2024

Objectif	Ouvrages	Méthode de sondage	Nombre d'ouvrages	Profondeur	Analyses
Cerner les extensions de pollution en COV	Micro-sondage	Perforateur	6	0-50 cm t/n	6 mesures COV au PID portatif et multigaz
Caractérisation des sols au droit des zones COV et proche de la zone cuve.	Sondages sol	Tarière manuelle	4	0-4 m t/n	12 analyses HCT C ₁₀ -C ₄₀ , HAP, BTEX, COHV, PCB & 8 ETM et 6 tests de lixiviation pour DCO
Caractérisation des sols présent au droit d'un ancien bâtiment incendié			2	0-1 m t/n	2 analyses sur dioxine & furanes
Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires	Sub-slab	Perforateur	1	0-50 cm t/n	1 analyses sur Screening complet

5.3.1. Contraintes sur site

Les bureaux n'étaient pas accessibles pour les sondages et micro-sondages. De plus, un réseau électrique (moyenne tension) et des fibres optiques ont également été recensés à l'ouest du bâtiment (en rouge et vert sur la figure suivante). Aucun sondage à moins de 5 m de celui-ci n'a été réalisé.

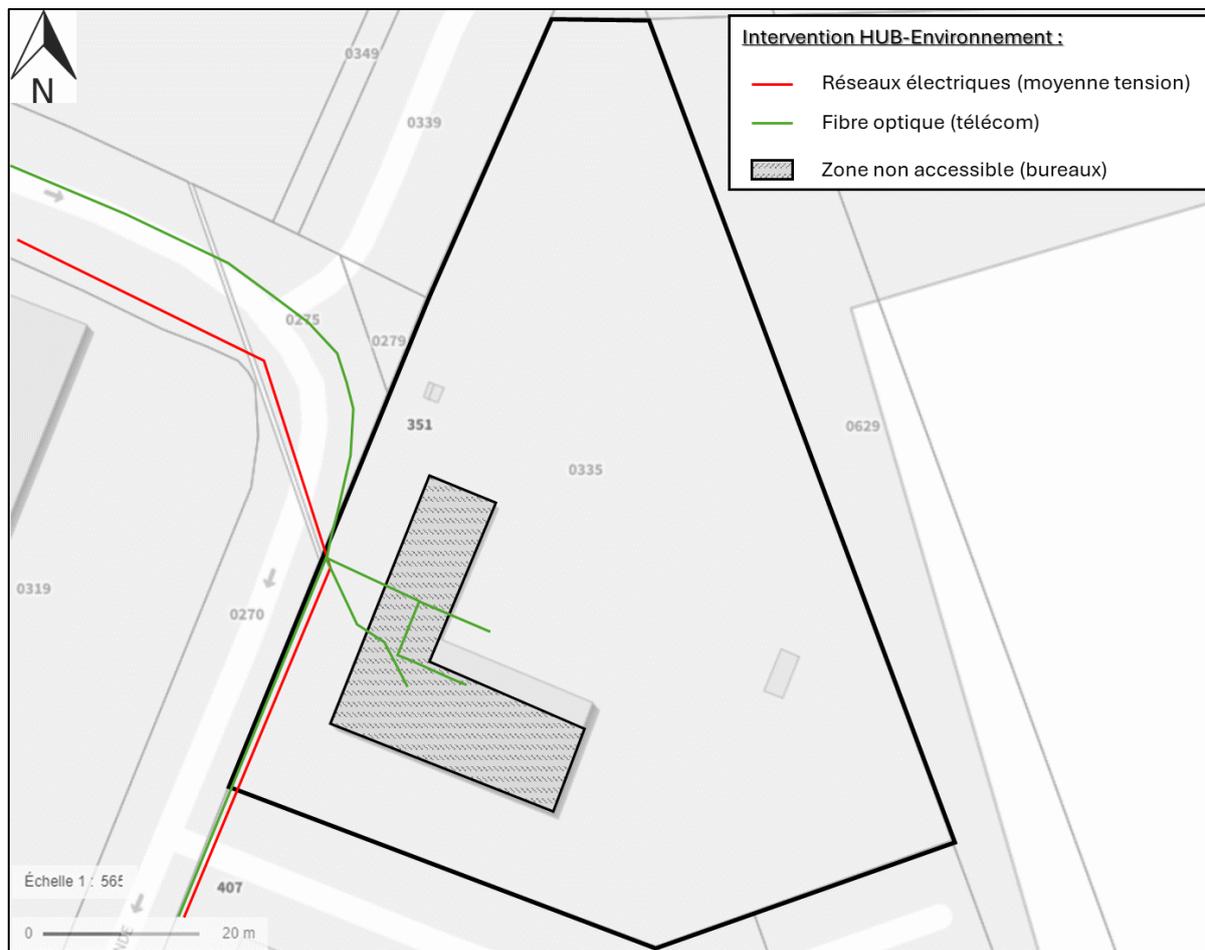


Figure 6: Carte de la zone non investiguée

5.4. Investigation des gaz du sol

La campagne de micro-sondages et le prélèvement de gaz du sol ont été réalisés le 19 juin 2024. L'implantation des investigations dans les gaz du sol est présentée sur la carte suivante.

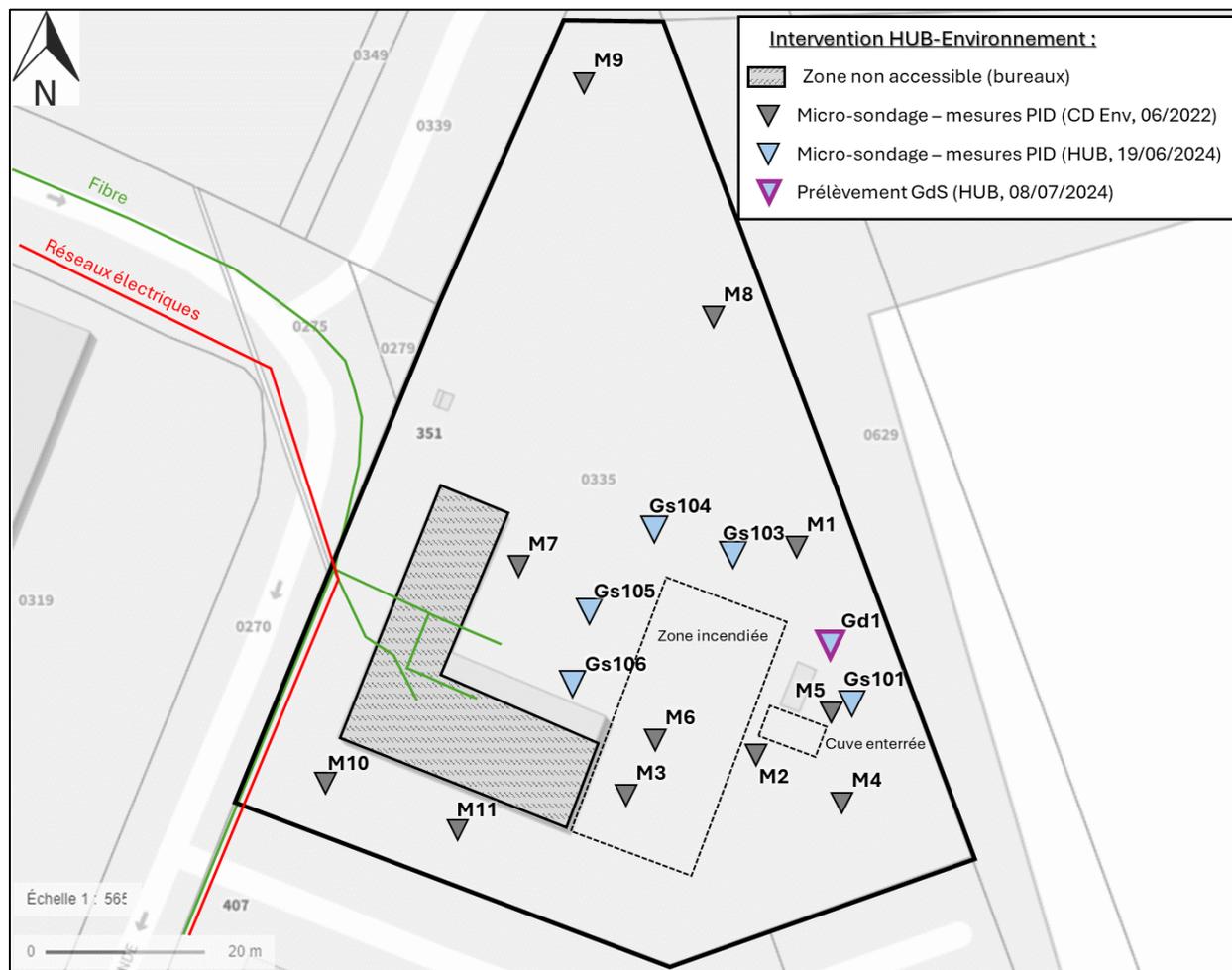


Figure 7 : Localisation des investigations dans les gaz du sol

Au cours des investigations, un prélèvement de gaz du sol pour analyse laboratoire a été réalisé au niveau du micro-sondage possédant la teneur la plus élevée en COV (28,4 ppmV), lors de la deuxième campagne : Gd1. Les caractéristiques de ce prélèvement sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 4 : Caractéristiques du prélèvement de gaz du sol

Échantillon	Support	Début de prélèvement	Fin de prélèvement	Débit de prélèvement	Volume prélevé
Gd1	Charbon actif	15h45	16h16	0,05 l/min	15,054 l

5.4.1. Investigation dans les sols

La campagne de sondages sol a été réalisée le 19 juin 2024. L'implantation des sondages est présentée sur la carte suivante.

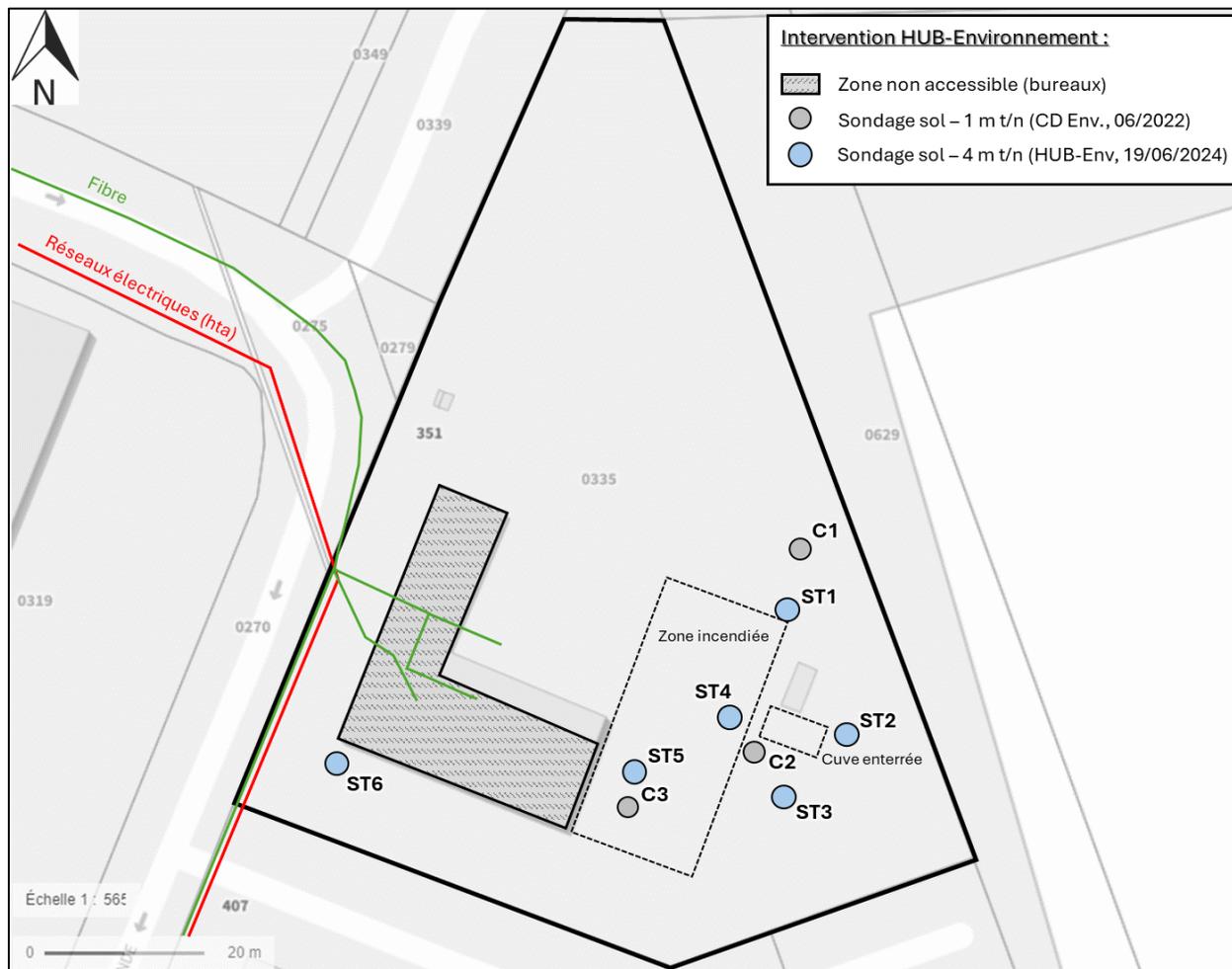


Figure 8 : Localisation des investigations dans les sols

Le tableau ci-dessous résume la justification des emplacements des sondages sols.

Tableau 5 : Justification de l'implantation des sondages du 19 juin 2024

Sondage	Coordonnées du point de sondage			Justification /Activités sensibles (identifiées dans le contexte historique)
	X (en m)	Y (en m)	Altitude (mNGF)	
ST1	703367,4	7056029,0	41	Extension des impacts en HCT et HAP sur C1 en proximité nord de la cuve enterrée et de la zone incendiée
ST2	703375,4	7056012,9	41	Extension des impacts en HCT et HAP sur C2 en proximité immédiate de la cuve enterrée et au droit de la zone incendiée
ST3	703367,4	7056005,5	41	
ST4	703360,0	7056015,1	41	
ST5	703346,9	7056007,8	41,5	Extension des impacts en HCT et HAP sur C3 au droit de la zone incendiée
ST6	703310,8	7056009,0	41,5	Détermination de la qualité environnementale des sols au droit du coin sud-ouest du bâtiment (impact en COV)

Les caractéristiques des sondages et des échantillons de sols envoyés au laboratoire sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 6 : Caractéristiques des sondages

Sondage	Profondeur	Lithologie	Eau	Critères organoleptiques	PID (ppmV)	Echantillon
ST1	0 – 0,05 m	Enrobé	-	-	-	-
	0,05 – 1 m	Remblais sablo-limoneux marron	/	Briques	0	ST1.1
	1 – 2 m	Remblais limoneux et craie blanche	/	Traces noires	9,1	ST1.2
	2 – 3 m	Craie blanche	++	RAS	0	ST1.3

Sondage	Profondeur	Lithologie	Eau	Critères organoleptiques	PID (ppmV)	Echantillon
ST2	0 – 0,2 m	Terre végétale	-	RAS	1,1	ST2.1
	0,2 – 1 m	Limons marrons	/			
	1 – 2 m	Limons sur craie blanche	/	RAS	1,2	ST2.2
	2 – 3 m	Craie blanche	++	RAS	5,1	ST2.3
	3 – 4 m			RAS	3,6	ST2.4

Sondage	Profondeur	Lithologie	Eau	Critères organoleptiques	PID (ppmV)	Echantillon
ST3	0 – 0,2 m	Terre végétale	-	RAS	0,6	ST3.1
	0,2 – 1 m	Limons marrons	/			
	1 – 1,6 m	Limons marrons	/	RAS	1,2	ST3.2
	1,6 – 2 m	Craie blanche	/	RAS		
	2 – 3 m		/	RAS	5,1	ST3.3

Sondage	Profondeur	Lithologie	Eau	Critères organoleptiques	PID (ppmV)	Echantillon
ST4	0 – 0,2 m	Terre végétale	-	RAS	0	ST4.1
	0,2 – 1 m	Limons marrons	/			
	1 – 1,5 m	Limons marrons	/	RAS	5,1	ST4.2
	1,5 – 2 m	Craie blanche	/	RAS		
	2 – 3 m		/	RAS	0	ST4.3

Sondage	Profondeur	Lithologie	Eau	Critères organoleptiques	PID (ppmV)	Echantillon
ST5	0 – 0,2 m	Terre végétale	-	RAS	0	ST5.1
	0,2 – 1 m	Limons marrons	/			

Sondage	Profondeur	Lithologie	Eau	Critères organoleptiques	PID (ppmV)	Echantillon
ST6	0 – 0,1 m	Terre végétale	-	Géotextile à 0,6 m	0,7	ST6.1
	0,1 – 0,6 m	Limons marrons	/			
	0,6 – 1 m	Limons crayeux	/	RAS	0	ST6.2
	1 – 2 m		/			

Légende

COV > 1 ppmV	COV > 10 ppmV	COV > 50 ppmV
Echantillon envoyé en laboratoire		

6. Interprétation des résultats d'analyses

6.1. Résultats des gaz du sol

6.1.1. Résultats des mesures directes des COV sur site

Les résultats de la campagne de mesures des COV sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 7 : Résultats d'analyses des COV sur site (ppmV)

Point	Gs101	Gd1	Gs103	Gs104	Gd105	Gd106
COV	9,8	28,4	13,7	11,2	6,3	13,1

Légende

COV > 1 ppmV	COV > 10 ppmV	COV > 50 ppmV
--------------	---------------	---------------

➤ Commentaires :

Les résultats de la campagne de mesure ont mis en évidence :

- La présence ponctuelle de COV aux teneurs supérieures à 10 ppmV sur les 2/3 des micro-sondages réalisés (jusqu'à 28,4 ppmV) ;
- La présence de COV aux teneurs supérieures à 1 ppmV sur les micro-sondages Gs101 et Gs105.

6.1.2. Résultats des mesures directes des CO, CH₄, O₂ et H₂S sur site

Les résultats d'analyses des autres gaz (O₂, CO, CH₄ et H₂S) sont présentés dans le tableau suivant. Pour assurer l'interprétation des résultats et en l'absence de seuils réglementaires, nous prendrons comme valeurs de référence les seuils d'alerte de l'appareil de mesure.

Tableau 8: Résultats d'analyse des autres gaz sur site

Point	Seuils		Gd1
	Seuil bas	Seuil haut	
CO	20 ppm	100 ppm	67
O ₂ *	[19,5-23,5%]		20,0
CH ₄	10 %	20 %	0
H ₂ S	5 ppm	10 ppm	0

* La valeur de base pour l'oxygène est de 20,9 % et les valeurs sont considérées « normales » entre 19,5 et 23,5 %. Les valeurs hors gamme seront donc considérées anormales.

Légende :

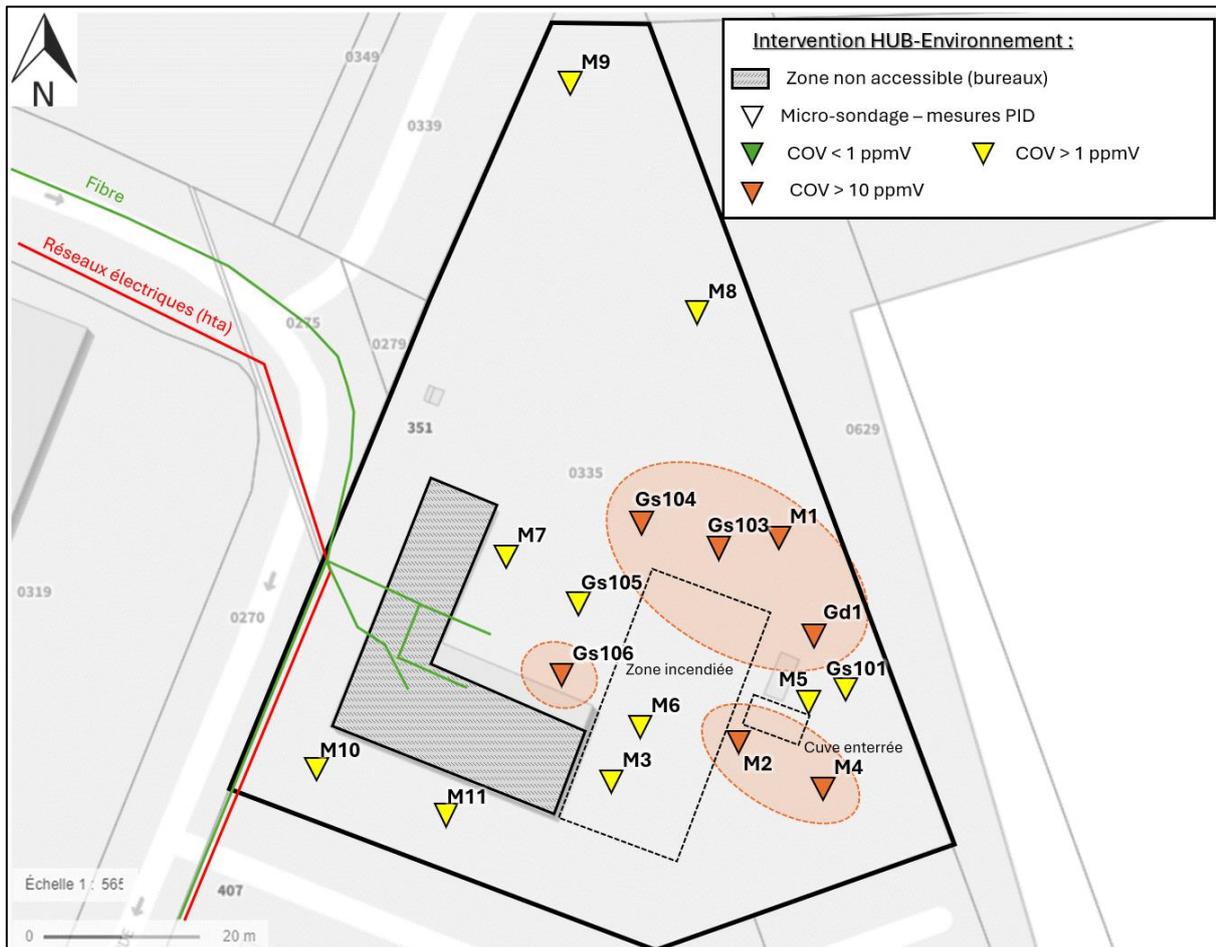
CO – H ₂ S – CH ₄	O ₂
Pas de dépassement	Valeur « normale »
Dépassement du seuil bas	Valeur « anormale »
Dépassement du seuil haut	

➤ Commentaires :

Les résultats d'analyse de la campagne de mesure au multigaz ont mis en évidence un dépassement du seuil bas en CO au droit du micro-sondage Gd1 localisé à proximité de la zone incendiée et de la cuve enterrée.

6.1.3. Représentation cartographique des COV dans les gaz du sol

La carte de répartition des teneurs en COV mises en évidence lors des campagnes de mesures au PID (CD Environnement et HUB-Environnement) est présentée sur la figure suivante.



➤ Commentaires :

La carte des micro-sondages pour l'analyse des COV met en évidence :

- Deux zones d'anomalies aux teneurs supérieures à 10 ppmV autour de la zone incendiée. Les teneurs en COV les plus fortes (34 ppmV) sont localisées au nord-est de la zone incendiée et au nord de la cuve enterrée ;
- Un impact ponctuel en COV aux teneurs supérieures à 10 ppmV au droit du bâtiment actuel ;
- Un fond de COV aux teneurs comprises entre 1 et 10 ppmV sur l'ensemble du site.

→ **Les campagnes de micro-sondages ont mis en évidence trois zones d'anomalies dont une ponctuelle autour de la zone incendiée et à proximité de la cuve enterrée.**

6.1.4. Résultats d'analyse en laboratoire des composés volatils dans les gaz du sol

Les résultats d'analyse des échantillons de gaz du sol envoyé au laboratoire AGROLAB sont disponibles ci-après. Les bordereaux d'analyses sont disponibles en **Annexe 3**. Les résultats d'analyses présentés dans le tableau et sur le bordereau sont en concentration absolue (quantité totale de composé présente dans le volume d'air pompé).

Tableau 9 : Résultats des composés organiques dans les gaz du sols ($\mu\text{g}/\text{échantillon}$)

Analyses	Gd108 ZM	Gd108 ZC	Blanc ZM	Blanc ZC
COMPOSES AROMATIQUES VOLATILS				
Benzène	< LD	< LD	< LD	< LD
Toluène	< LD	< LD	< LD	< LD
Ethylbenzène	< LD	< LD	< LD	< LD
m-, p-Xylène	< LD	< LD	< LD	< LD
o-Xylène	< LD	< LD	< LD	< LD
Cumène	< LD	< LD	< LD	< LD
o-Ethyltoluène	< LD	< LD	< LD	< LD
Mésitylène	< LD	< LD	< LD	< LD
Styrène	< LD	< LD	< LD	< LD
Naphtalène	< LD	< LD	< LD	< LD
Somme des CAV	< LD	< LD	< LD	< LD
COMPOSES ORGANO HALOGENES VOLATILS				
Chlorure de vinyle	< LD	< LD	< LD	< LD
1,1-Dichloroéthylène	< LD	< LD	< LD	< LD
Dichlorométhane	< LD	< LD	< LD	< LD
Trans-1,2-Dichloroéthylène	< LD	< LD	< LD	< LD
1,1-Dichloroéthane	< LD	< LD	< LD	< LD
Cis-1,2-Dichloroéthylène	< LD	< LD	< LD	< LD
Trichlorométhane	< LD	< LD	< LD	< LD
Tétrachlorométhane	< LD	< LD	< LD	< LD
1,1,1-Trichloroéthane	< LD	< LD	< LD	< LD
Trichloroéthylène	< LD	< LD	< LD	< LD
Tétrachloroéthylène	< LD	< LD	< LD	< LD
Bromochlorométhane	< LD	< LD	< LD	< LD
Somme des COHV	< LD	< LD	< LD	< LD
HYDROCARBURES (VOLATILS)				
HC Aromatiques C₅-C₁₆	< LD	< LD	< LD	< LD
HC Aliphatiques C₅-C₁₆	< LD	< LD	< LD	< LD
CHLOROBENZENES				
1,2,3-Trichlorobenzène	< LD	< LD	< LD	< LD
1,2,4-Trichlorobenzène	< LD	< LD	< LD	< LD
1,2-Dichlorobenzène	< LD	< LD	< LD	< LD
1,3,5-Trichlorobenzène	< LD	< LD	< LD	< LD
1,3-Dichlorobenzène	< LD	< LD	< LD	< LD
1,4-Dichlorobenzène	< LD	< LD	< LD	< LD
Chlorobenzène	< LD	< LD	< LD	< LD
AUTRES COMPOSES VOLATILS				
1,2-Dichloropropane	< LD	< LD	< LD	< LD
1,3-Dichloropropane	< LD	< LD	< LD	< LD
1,2,3-Trichloropropane	< LD	< LD	< LD	< LD
2,3-Dichloro-1-Propène	< LD	< LD	< LD	< LD
trans-1,3-Dichloropropylène	< LD	< LD	< LD	< LD
cis-1,3-Dichloropropylène	< LD	< LD	< LD	< LD
Tribromométhane	< LD	< LD	< LD	< LD
Dibromochlorométhane	< LD	< LD	< LD	< LD
Dibromométhane	< LD	< LD	< LD	< LD

Légende :

< LD : Valeur inférieure à la limite de détection du laboratoire
-/- : Composé non analysé en laboratoire

➤ **Commentaires :**

- Les résultats d'analyse laboratoire des gaz du sol mettent en évidence l'absence de détection des composés organiques volatils.
- Les résultats par spectrométrie GC-MS (screening) mettent également en évidence l'absence de détection d'aucun autres composé volatils dans les gaz du sol (page 4 du bordereau d'analyse gaz du sol – Annexe 3).

6.2. Résultats d'analyse laboratoire des sols sur brut

6.2.1. Résultats d'analyse des métaux lourds sur brut

Les résultats d'analyses sur les métaux lourds obtenus sont présentés dans le tableau ci-dessous. Les bordereaux d'analyse sont disponibles en **Annexe 4**. Pour assurer l'interprétation des résultats, en l'absence de référence réglementaire, les teneurs en métaux lourds ont été comparées aux valeurs moyennes en « anomalies modérées » du fond géochimique issues du programme INRA-ASPITET de 1993 ; ce programme avait pour objectif de définir le bruit de fond géochimique national.

Tableau 10 : Résultats des analyses de métaux dans les sols (mg/kg MS)

Métaux	Référence INRA	ST1.1	ST1.2	ST2.1	ST2.2	ST2.3	ST3.1
		0 – 1 m	1 – 2 m	0 – 1 m	1 – 2 m	2 – 3 m	0 – 1 m
Arsenic (As)	30-60	7,7	7,9	7,9	5,6	< LD	11
Cadmium (Cd)	0,7-2	0,4	0,2	0,4	0,2	< LD	0,9
Chrome (Cr)	90-150	28	26	30	19	3,6	29
Cuivre (Cu)	20-62	61	17	28	17	1,9	50
Mercure (Hg)	0,15-2,3	0,08	0,05	0,1	< LD	< LD	0,19
Nickel (Ni)	60-130	18	24	21	12	3,7	25
Plomb (Pb)	60-90	110	15	50	9,2	2,6	110
Zinc (Zn)	100-250	200	46	84	34	10	170

Métaux	Référence INRA	ST3.2	ST4.1	ST4.2	ST5.1	ST6.1
		1 – 2 m	0 – 1 m	1 – 2 m	0 – 1 m	0 – 1 m
Arsenic (As)	30-60	3,3	7,5	2,8	6,5	7,2
Cadmium (Cd)	0,7-2	0,1	0,3	< LD	0,2	0,3
Chrome (Cr)	90-150	9,8	27	12	22	28
Cuivre (Cu)	20-62	4,5	21	3,4	9,7	15
Mercure (Hg)	0,15-2,3	< LD	0,09	< LD	< LD	< LD
Nickel (Ni)	60-130	7	20	7,2	19	19
Plomb (Pb)	60-90	5,4	29	4,1	11	20
Zinc (Zn)	100-250	17	82	22	33	52

Légende :

Sol ordinaire
Anomalie modérée
Anomalie forte
< LD : Valeur inférieure à la limite de détection du laboratoire

➤ Commentaires :

Les résultats d'analyse laboratoire des métaux lourds sur brut ont mis en évidence :

- Deux anomalies fortes en plomb (jusqu'à 110 mg/kg MS) en surface au droit des sondages ST1 et ST3 ;
- Des anomalies modérées en cuivre en surface (jusqu'à 61 mg/kg MS sur ST1) sur les 2/3 des sondages réalisés ;
- Des anomalies modérées ponctuelles en zinc sur ST1 et ST3 et en cadmium et mercure sur ST3.

Des calculs statistiques élémentaires en métaux ont été réalisés afin de caractériser la qualité environnementale du site dans son ensemble. Ces calculs ont été réalisés sur la couche 0-1 m (t/n) avec les résultats de CD Environnement et HUB-Environnement.

Les résultats des calculs sont présentés dans le tableau suivant. Pour assurer l'interprétation des résultats les teneurs en métaux lourds ont été comparées aux valeurs moyennes en « anomalies modérées » du fond géochimique issues du programme INRA-ASPITET de 1993.

Tableau 11 : Statistiques des métaux lourds présents (mg/kg MS) – couche 0-1 m (t/n)

Métaux lourds	Référence INRA	Nombres échantillons	Minimum	Maximum	Moyenne	Médiane
Arsenic (As)	30-60	9	4,3	11,0	7,2	7,5
Cadmium (Cd)	0,7-2		0,20	0,90	0,38	0,30
Chrome (Cr)	90-150		22,0	30,0	26,9	28,0
Cuivre (Cu)	20-62		9,7	120,0	40,2	28,0
Mercure (Hg)	0,15-2,3		0,08	0,19	0,12	0,10
Nickel (Ni)	60-130		12,0	25,0	19,1	19,0
Plomb (Pb)	60-90		11,0	110,0	52,6	50,0
Zinc (Zn)	100-250		33,0	200,0	101,7	84,0

Légende :

Sol ordinaire
Anomalie modérée
Anomalie forte

➤ **Commentaires :**

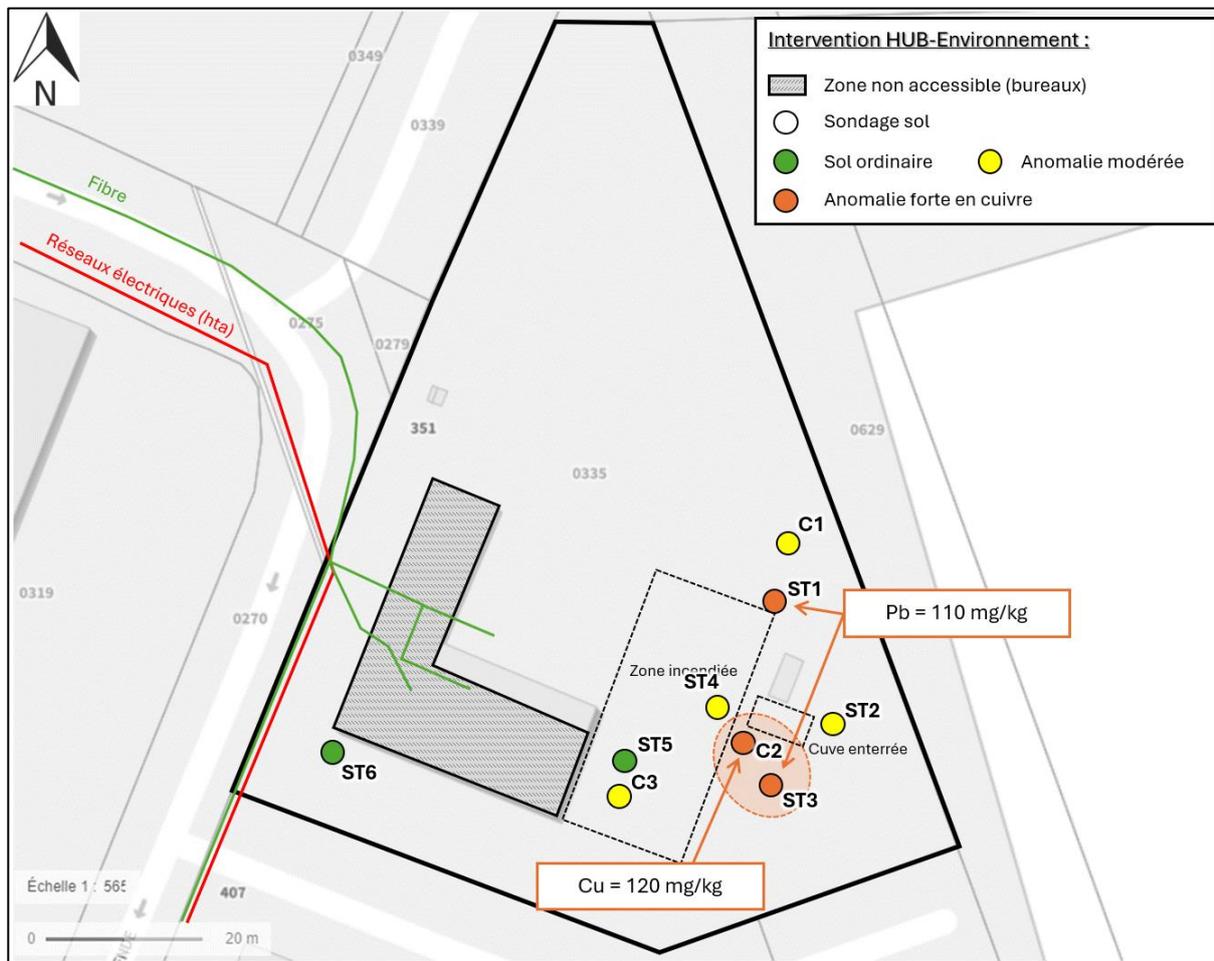
- Le site présente dans son ensemble un fond géochimique national conforme au référentiel INRA-ASPITET en arsenic, cadmium, chrome, mercure, nickel et plomb – moyenne et médiane.
- De légères anomalies modérées sont observées en cuivre en moyenne et en médiane. Ceci suggère un fond géochimique non conforme vis-à-vis du cuivre sur la couche 0-1 m (t/n).
- Une légère anomalie modérée est observée en zinc exclusivement en moyenne. Ceci suggère une disparité de répartition des anomalies sur la couche 0-1 m (t/n) de la zone d'étude.

- ➔ **Des anomalies fortes et ponctuelles en plomb sont mises en évidence en surface – couche 0-1 m (t/n).**
- ➔ **Des anomalies modérées ponctuelles sont observables en cadmium, mercure et zinc sur la couche 0-1 m (t/n).**
- ➔ **D'après les résultats en moyenne et médiane, seul le cuivre à l'échelle du site présente une anomalie modérée par rapport au fond géochimique national.**
- ➔ **Les terres en profondeur sur site sont quant à elles conformes au fond géochimique national (INRA-ASPITET).**

6.2.2. Carte de répartition des métaux lourds dans les sols

La carte de répartition des anomalies en métaux lourds sur brut a été réalisée uniquement sur la couche 0-1 m t/n en prenant en compte les concentrations maximales regroupant les analyses de CD-Environnement et HUB-Environnement. Aucune anomalie en profondeur n'a été mise en évidence.

Les seuils pris comme référence sont les valeurs moyennes en « anomalies modérées » du fond géochimique issues du programme INRA-ASPITET de 1993.



- **Le site présente une zone d'anomalie forte en métaux lourds et une anomalie ponctuelle en cuivre à proximité de la cuve enterrée et de la zone incendiée. La plupart des sols superficiels présentent des anomalies modérées ponctuelles en zinc, cadmium et mercure.**
- **Aucun impact en métaux lourds en profondeur n'a également été mis en évidence.**

6.2.3. Résultats d'analyse laboratoire des composés organiques sur brut

Les résultats des analyses de composés organiques dans les sols sont présentés dans le tableau ci-après. Les bordereaux d'analyse sont disponibles en **Annexe 4**.

Pour l'interprétation des valeurs nous avons pris comme valeurs de référence les seuils d'acceptation des terres en ISDI de l'annexe II de l'arrêté ministériel du 12 décembre 2014 relatif aux conditions d'admission des déchets inertes et les valeurs seuils de niveau 1 du guide de valorisation hors site des terres excavées du BRGM.

Tableau 12 : Résultats des analyses de composés organiques dans les sols (mg/kg MS)

Composés organiques	Seuil BRGM	Seuil ISDI	ST1.1	ST1.2	ST1.3	ST2.1	ST2.2
			0 – 1 m	1 – 2 m	2 – 3 m	0 – 1 m	1 – 2 m
HCT C ₁₀ -C ₄₀	50	500	280	< LD	< LD	< LD	< LD
HAP	10	50	46,8	3,22		0,445	< LD
Naphtalène	0,1	-	0,48	0,1		< LD	< LD
PCB	0,2	1	0,12	0,004		0,013	< LD
BTEX	-	6	< LD				
COHV	-	2 *	< LD				

Composés organiques	Seuil BRGM	Seuil ISDI	ST2.3	ST2.4	ST3.1	ST3.2	ST3.3
			2 – 3 m	3 – 4 m	0 – 1 m	1 – 2 m	2 – 3 m
HCT C ₁₀ -C ₄₀	50	500	< LD				
HAP	10	50	< LD		1,79	< LD	
Naphtalène	0,1	-	< LD		< LD	< LD	
PCB	0,2	1	< LD		0,008	< LD	
BTEX	-	6	< LD				
COHV	-	2 *	< LD				

Composés organiques	Seuil BRGM	Seuil ISDI	ST4.1	ST4.2	ST4.3	ST5.1	ST6.1
			0 – 1 m	1 – 2 m	2 – 3 m	0 – 1 m	0 – 1 m
HCT C ₁₀ -C ₄₀	50	500	< LD				
HAP	10	50	1	< LD		0,314	2,65
Naphtalène	0,1	-	< LD	< LD		< LD	< LD
PCB	0,2	1	0,05	< LD		0,033	0,034
BTEX	-	6	< LD				
COHV	-	2 *	< LD				

* Seuil généralement admis dans les arrêtés préfectoraux de certains centres

Légende

Valeur supérieure au seuil BRGM
Valeur supérieure au seuil ISDI
< LD : Valeur inférieure à la limite de détection du laboratoire
Paramètres non analysés

➤ **Commentaires :**

Les résultats d'analyse laboratoire des composés organiques sur brut ont mis en évidence :

- Un dépassement ponctuel du seuil BRGM en HCT (280 mg/kg MS) et HAP (46,8 mg/kg MS) en surface au droit de ST1 ;
- Un dépassement du seuil BRGM en naphtalène (jusqu'à 0,48 mg/kg MS) en surface sur le sondage ST1, s'étendant en profondeur entre 1 et 2 m (0,10 mg/kg MS) ;
- Des traces ponctuelles de HAP, HCT et PCB aux teneurs inférieures au seuil BRGM sur environ la moitié des échantillons analysés.

6.2.4. Carte de répartition des HCT C₁₀-C₄₀ dans les sols

La carte de répartition des HCT C₁₀-C₄₀ sur brut des investigations de CD Environnement et HUB-Environnement ont été réalisées en prenant en compte les concentrations maximales mises en évidence pour chaque sondage, sur l'horizon de surface (0 – 1 m). Les seuils pris comme référence sont :

- Le seuil BRGM : **50 mg/kg MS**
- Le seuil ISDI : **500 mg/kg MS.**

NB : La carte de répartition des HCT en profondeur n'a pas été réalisée car aucun impact n'a été mis en évidence en profondeur.

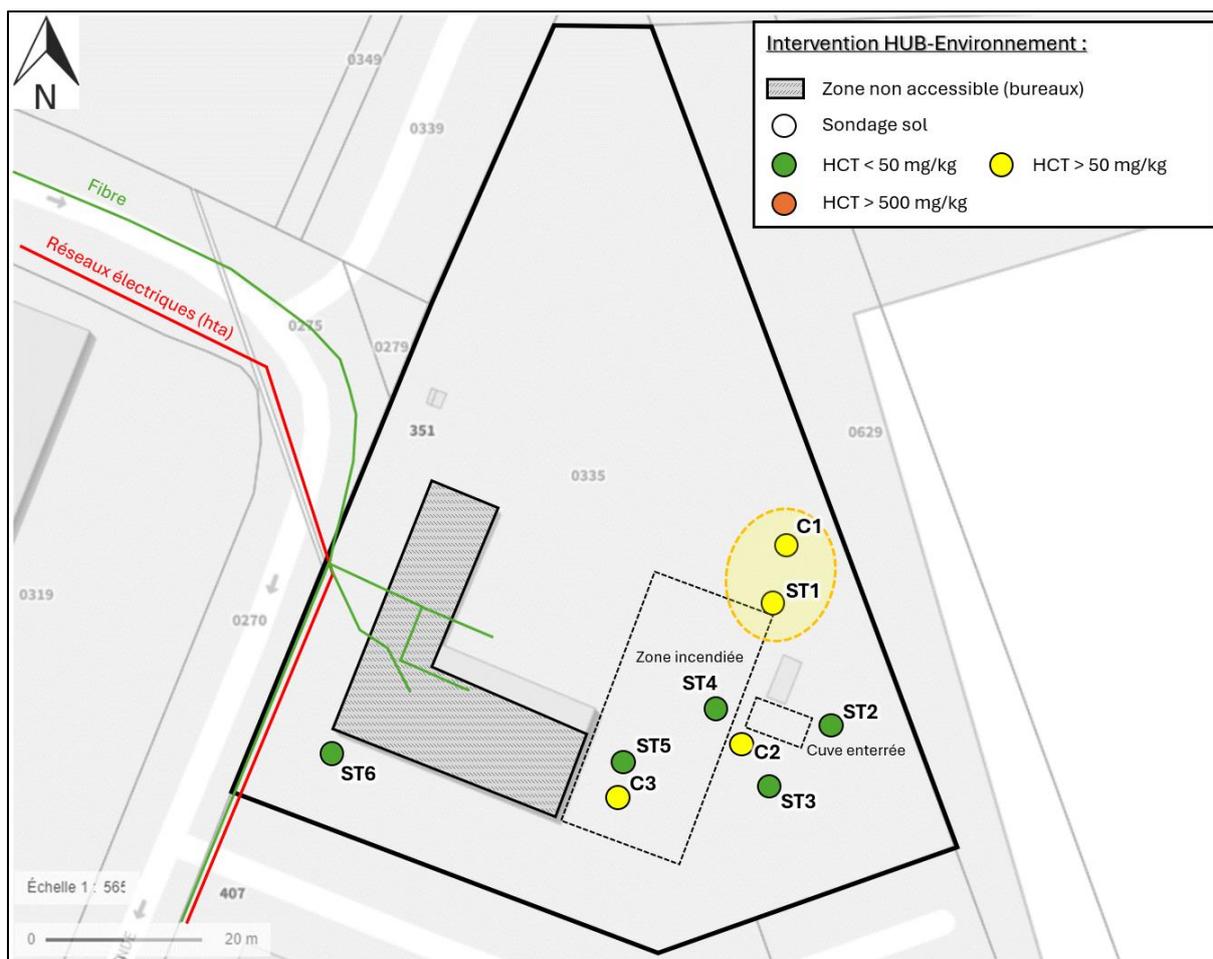


Figure 11 : Carte de répartition des anomalies en HCT (0 – 1 m t/n)

➤ **Commentaires :**

La carte de répartition des hydrocarbures en surface met en évidence :

- Une zone d'anomalie en HCT C₁₀-C₄₀ avec dépassement du seuil BRGM et des teneurs allant jusqu'à 280 mg/kg MS, localisée au nord de la cuve enterrée et de la zone incendiée ;
- Deux impacts ponctuels en HCT C₁₀-C₄₀ avec dépassement du seuil BRGM (jusqu'à 350 mg/kg MS) localisés à proximité de la cuve enterrée et au droit de la zone incendiée.

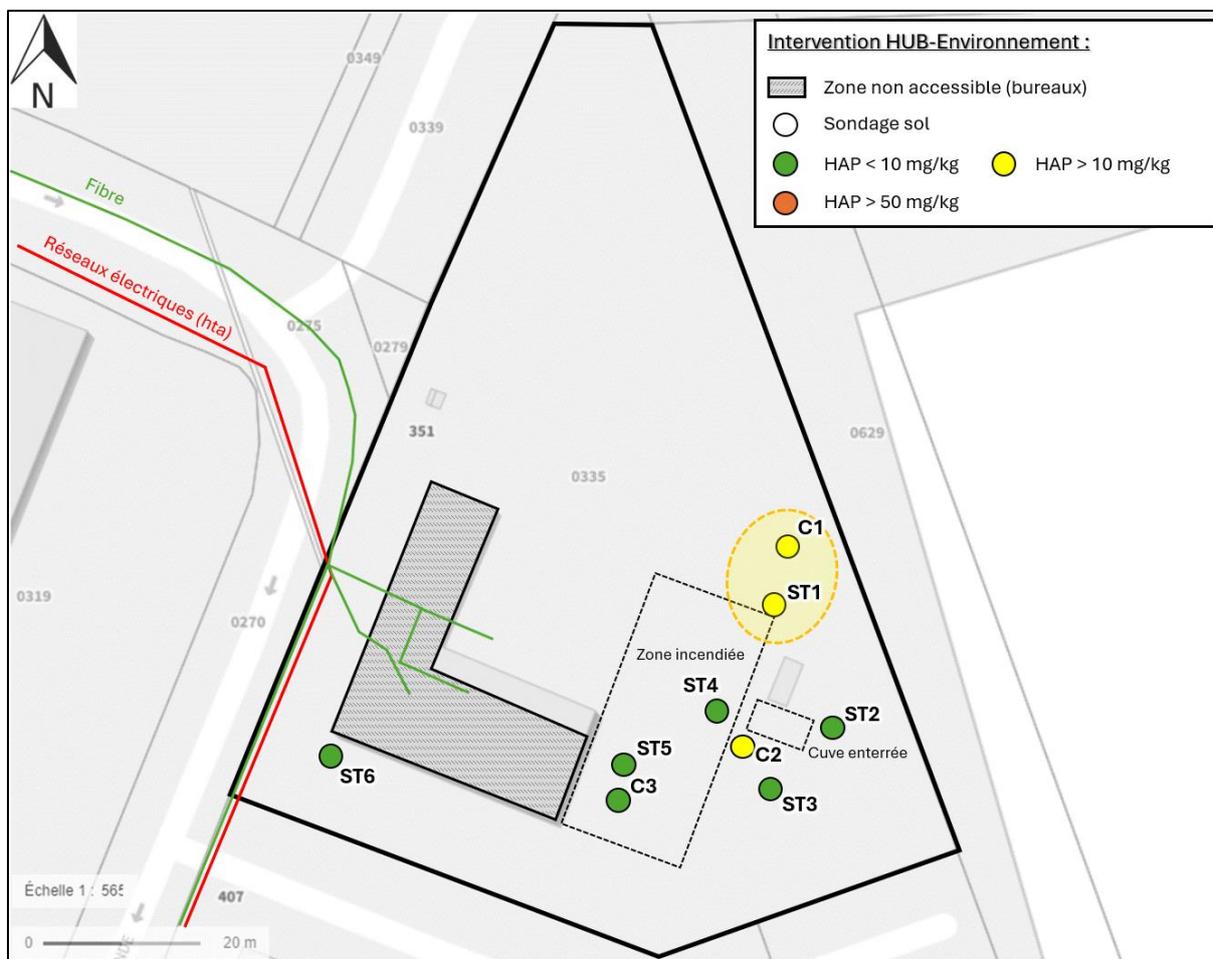
➔ **Les anomalies en Hydrocarbures mises en évidence semblent ponctuelles et peu étendues.**

6.2.5. Carte de répartition des HAP dans les sols

La carte de répartition des HAP sur brut des investigations de CD Environnement et HUB-Environnement ont été réalisées en prenant en compte les concentrations maximales mises en évidence pour chaque sondage, sur l'horizon de surface (0 – 1 m). Les seuils pris comme référence sont :

- Le seuil BRGM : **10 mg/kg MS**
- Le seuil ISDI : **50 mg/kg MS.**

NB : La carte de répartition des HAP en profondeur n'a pas été réalisée car aucun impact n'a été mis en évidence en profondeur.



➤ **Commentaires :**

La carte de répartition des HAP en surface met en évidence :

- Une zone d'anomalie en HAP/naphtalène avec dépassement du seuil BRGM et des teneurs allant jusqu'à 46,8 mg/kg MS, localisée au nord de la cuve enterrée et de la zone incendiée (même zone que HCT) ;
- Un impact ponctuel en HAP avec dépassement du seuil BRGM localisés à proximité de la cuve enterrée.

➔ **Les impacts en HAP/naphtalène mis en évidence se situent au niveau nord-est de la zone incendiée et à proximité de la cuve enterrée.**

6.2.6. Résultats d'analyses des dioxines et/ou congénères organochlorés proches sur brut

Les résultats des analyses de dioxines dans les sols sont présentés dans le tableau ci-après. Les bordereaux d'analyse sont disponibles en **Annexe 4**.

Tableau 13 : Résultats des analyses des dioxines et/ou congénères organochlorés dans les sols

Substances		Unité	ST4.1	ST5.1
			0 – 1 m	0 – 1 m
Dibenzodioxines polychlorés (PCDD)	2,3,7,8-Tétra CDD	ng/kg MS	< LD	< LD
	1,2,3,7,8-Penta CDD	ng/kg MS	< LD	< LD
	1,2,3,6,7,8-Hexa CDD	ng/kg MS	< LD	< LD
	1,2,3,4,7,8-Hexa CDD	ng/kg MS	< LD	< LD
	1,2,3,7,8,9-Hexa CDD	ng/kg MS	< LD	< LD
	1,2,3,4,6,7,8-Hepta CDD	ng/kg MS	26	23
	Octa CDD	ng/kg MS	150	210
Dibenzofuranes polychlorés (PCDF)	1,2,3,7,8-Penta CDF	ng/kg MS	< LD	< LD
	2,3,4,7,8-Penta CDF	ng/kg MS	2,0	1,0
	2,3,7,8-Tétra CDF	ng/kg MS	2,0	1,0
	1,2,3,4,7,8-Hexa CDF	ng/kg MS	3,0	2,0
	1,2,3,4,7,8,9-Hepta CDF	ng/kg MS	< LD	< LD
	1,2,3,4,6,7,8-Hepta CDF	ng/kg MS	10	7,0
	Octa CDF	ng/kg MS	22	<10
	1,2,3,6,7,8-Hexa CDF	ng/kg MS	1,0	1,0
	1,2,3,7,8,9-Hexa CDF	ng/kg MS	< LD	< LD
	2,3,4,6,7,8-Hexa CDF	ng/kg MS	2,0	<1,0
	1,2,3,7,8-Penta CDF	ng/kg MS	< LD	< LD
	2,3,4,7,8-Penta CDF	ng/kg MS	2,0	1,0
	2,3,7,8-Tétra CDF	ng/kg MS	2,0	1,0
	1,2,3,4,7,8-Hexa CDF	ng/kg MS	3,0	2,0
	1,2,3,4,7,8,9-Hepta CDF	ng/kg MS	< LD	< LD
PCDD,PCDF somme (17 paramètres)		ng/kg MS	220	250

Légende :

< LD : Valeur inférieure à la limite de détection du laboratoire

Les résultats d'analyse pour les PCDD/F ont été comparés aux valeurs de la réglementation de Genève, des réglementations allemande et suédoise et aux valeurs guides françaises en TEQ (en équivalent toxique). Il s'agit d'une valeur de toxicité calculée comme s'il s'agissait de la forme la plus toxique de la dioxine (2,3,7,8-TCDD).

Les valeurs de TEQ et leurs réglementations et/ou seuils associées sont résumées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 14 : Valeurs guides disponibles pour interpréter les valeurs de PCDD/F

Analyse PCDD/PCDF		Unité	Valeur en équivalent toxique (TEQ)
Réglementation de Genève (1er juillet 1998)	Valeur indicative (sol sain)	ng/kg MS	5
	Seuil d'investigation		
	Risque par ingestion	ng/kg MS	20
	Cultures alimentaires	ng/kg MS	20
	Cultures fourragères	ng/kg MS	20
	Valeur d'assainissement		
	Place de jeux	ng/kg MS	100
	Jardins privés et familiaux	ng/kg MS	100
Agriculture et horticulture	ng/kg MS	1000	
Réglementation suédoise (2000)		ng/kg MS	250
Valeurs seuils Allemandes (1992)	Valeur cible	ng/kg MS	5
	Valeurs justifiant un contrôle des produits alimentaires issus des cultures	ng/kg MS	5 à 40
	Restriction des cultures	ng/kg MS	> 40
	Espace pour enfants	ng/kg MS	> 100
	Résidentiel	ng/kg MS	> 1 000
	Indépendamment de toute localisation	ng/kg MS	> 10 000
Réglementation Allemande (1999)	Zones récréatives pour enfants	ng/kg MS	100
	Zones résidentielles	ng/kg MS	1 000
	Parcs, zones de loisirs	ng/kg MS	1 000
	Zones industrielles et commerciales	ng/kg MS	10 000
Valeurs Françaises VCI	VCI usage sensible	ng/kg MS	1 000
	VCI usage non sensible	ng/kg MS	10 000

Tableau 15 : Résultats des dioxines et/ou congénères organochlorés en équivalent toxique (TEQ)

TEQ Substances	Unité	Valeur cible	Seuil investigation	Zone industrielle	ST4.1	ST5.1
					0 – 1 m	0 – 1 m
I-TEQ-PCDD/F-OMS 2005 (limite inférieure)	ng TE/kg	5	20	10 000	1,8	1,1
I-TEQ-PCDD/F-OTAN/CCMS (limite inférieure)	ng TE/kg	5	20	10 000	2,33	1,41

Légende :

Valeur supérieure à la valeur cible
Valeur supérieure au seuil d'investigation
Valeur supérieure au seuil maximal détecté dans les zones industrielles ou commerciale
< LD : Valeur inférieure à la limite de détection du laboratoire
- : Paramètre non analysé

➤ **Commentaires :**

Les résultats d'analyse laboratoire ont mis en évidence :

- Aucun dépassement de seuil des dioxines et/ou congénères organochlorés en équivalent toxique (TEQ).

6.3. Résultats d'analyse laboratoire des sols sur lixiviat

Les résultats d'analyses laboratoire sur lixiviats de la DCO des sols sont présentés ci-dessous. Les bordereaux d'analyse sont disponibles en **Annexe 4**.

Dans le cadre de l'activité ancienne de l'usine GIPHAR (recyclage de produits médicaux), la Demande Chimique en Oxygène (DCO) a été mesurée en laboratoire. En effet, la DCO peut révéler la présence de contaminants organiques dans les sols, résultant par exemple de déversements de produits chimiques.

La DCO est une mesure de la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder complètement les matières organiques présentes dans un échantillon de sol. Elle donne une indication de la charge organique et peut être utilisée pour évaluer la pollution du sol par des matières organiques biodégradables et non biodégradables.

Pour la DCO dans les sols, il n'y a pas de seuil réglementaire standard. Par conséquent les concentrations mesurées seront comparées aux valeurs seuils de la directive sur le traitement des eaux urbaines résiduaires (91/271/CEE) établissant des normes pour les rejets d'eaux usées traitées dans les cours d'eau.

Tableau 16 : Résultats d'analyses laboratoire sur lixiviats de la DCO (mg O₂/L)

Paramètres sur lixiviats	Seuil 1	Seuil 2	ST1.1	ST2.1	ST3.1	ST4.1	ST5.1	ST6.1
	< 10 000 équivalents-habitants	> 10 000 équivalents-habitants	0 – 1 m	0 – 1 m	0 – 1 m	0 – 1 m	0 – 1 m	0 – 1 m
DCO	50	125	16	< LD	< LD	< LD	< LD	15

Légende :

< LD : Valeur inférieure à la limite de détection du laboratoire
Valeur supérieure au seuil 1
Valeur supérieure au seuil 2

- **Commentaires :** Les résultats d'analyse laboratoire ont mis en évidence :
 - Aucun dépassement de seuil observé concernant la DCO.

7. Description de l'étude de risque

7.1. Méthodologie de l'EQRS

Le risque est le résultat de l'existence concomitante de trois facteurs :

- **Une source** de pollution constituée d'une ou plusieurs substances toxiques ;
- **Un vecteur** de transport et de dispersion des polluants, c'est à dire un milieu par lequel transite le polluant (eau de surface, eau souterraine, sol, air) ;
- **Une cible**, le récepteur du polluant (ici l'homme, en tant qu'utilisateur du site).

Les objectifs spécifiques de l'étude de risque sont :

- De quantifier les risques associés aux substances non cancérigènes (Indice de Risque ou IR), et ceux associés aux substances cancérigènes (Excès de Risque Individuel ou ERI).
- De recommander, si nécessaire, des mesures compensatoires (dépollution, restrictions d'usage, mesures constructives, surveillance, etc.) qui pourront, le cas échéant, être intégrées au plan de gestion.

L'étude est élaborée selon les standards environnementaux de l'US EPA (United States Environmental Protection Agency) en vigueur à ce jour, tout en respectant la méthodologie décrite dans les outils de gestion des sites (potentiellement) pollués, rédigée par le ministère de l'Environnement, V0 - février 2007.

Les niveaux de risque acceptables sont ceux usuellement retenus au niveau international par les organismes en charge de la protection de la santé. Ils sont indiqués dans le guide « La démarche d'Analyse des Risques Résiduels » (Ministère de l'environnement, 2007). La méthodologie qui sera adoptée est décrite en **Annexe 5**.

7.2. Evaluation de l'exposition

7.2.1. Caractérisation du lieu d'exposition

L'usage futur prévu sur site est une continuité d'activité avec usage tertiaire.

7.2.2. Voies d'exposition retenues

Les voies d'exposition des cibles aux polluants sont de trois types : l'ingestion, l'inhalation et le contact cutané.

Elles sont détaillées dans le tableau suivant détaille chaque voie d'exposition potentielle et conclut sur l'intérêt de l'étudier dans la présente étude au vu du futur projet aménagement et des travaux prévus.

Les hypothèses suivantes sont à considérer :

- Couverture de la totalité des sols présentant des anomalies par un revêtement (dalle ou enrobé) supprimant toute ingestion, contact cutané ou inhalation de poussières ;
- Aucune anomalie forte pour les teneurs moyennes en métaux lourds sur site n'ayant été mise en évidence, le risque d'ingestion, contact cutané ou inhalation de poussières est négligeable
- Aucun usage des eaux souterraines n'est envisagé et réseau AEP totalement étanche supprimant tout risque d'ingestion ;
- Aucune implantation de potager ou de verger.

Tableau 17 : Caractérisation des voies d'exposition potentielles

Milieu d'exposition		Voie d'exposition potentielle	Voie de transfert potentielle	Cible potentielle sur site	Sélection pour l'évaluation
Espaces intérieurs	Au droit des futurs bâtiments	Inhalation de substances volatiles sous forme gazeuse	Volatilisation dans l'air du sol depuis les sols et/ou la nappe phréatique et transfert vers l'air ambiant intérieur	Employés	OUI
		Ingestion d'eau contaminée / contact cutané	Transfert dans la canalisation enterrée d'alimentation en cas de parcours du réseau au travers d'une zone de sols souillés	Non concerné	NON
Espaces extérieurs	Non revêtus (L'ensemble du site présente une double-dalle ou de l'enrobé)	Ingestion directe de sol / poussières	Contact direct au niveau des zones découvertes ou mal isolées	Non concerné	NON
		Absorption cutanée de sol / poussières.	Contact direct au niveau des zones découvertes ou mal isolées	Non concerné	NON
		Ingestion d'aliments d'origine végétale ou animale produits sur le site	Du sol vers des aliments d'origine végétale ou animale produits sur le site	Non concerné	NON
		Inhalation de substances volatiles sous forme gazeuse	Volatilisation dans l'air du sol depuis les sols et/ou la nappe phréatique et transfert dans l'air ambiant	Employés	OUI
	Revêtus (zone de stationnement aériens, Voie de circulation, ...)	Inhalation de substances volatiles sous forme gazeuse	Volatilisation dans l'air du sol depuis les sols et/ou la nappe phréatique et transfert dans l'air ambiant	Employés	OUI
Eaux souterraines au droit du site		Inhalation des COV, ingestion d'eau contaminée / contact cutané / ingestion d'aliments contaminés par eau d'arrosage	Volatilisation de COV par migration dans la zone non saturée	Non concerné	NON

→ Compte tenu de l'usage futur, la voie d'exposition la plus probable est l'inhalation de composés volatils en intérieur et extérieur (volatilisation des substances depuis le sol).

7.2.3. Cibles retenues

Compte tenu du scénario choisi, nous étudierons les cibles suivantes :

➤ **Employés**

Ces cibles sont les plus sensibles en termes d'exposition et donc de risques sanitaires.

Les paramètres généraux caractérisant l'exposition des différentes cibles ou récepteurs sont synthétisés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 18 : Paramètres d'exposition retenus pour l'étude

Paramètres	Unités	Employés	Justification
Durée d'exposition (T)	ans	42	Durée légale du travail en France
Fréquence d'exposition en extérieur	-	0,026	Jugement d'expert : Estimation constatée sur le terrain (1h maximum le temps de charger et décharger les bennes)
Fréquence d'exposition en intérieur	-	0,183	Durée légale du travail en France 35 h/semaine
Période sur laquelle est moyennée l'exposition pour les effets à seuil (Tm)	ans	42	INERIS (2015) et US EPA (1997) Durée légale du travail en France
Période sur laquelle est moyennée l'exposition pour les effets à seuil (Tm)	ans	70	

Les périodes sur lesquelles l'exposition est moyennée (Tm) sont prises égales à :

- 70 ans (correspondant à la durée de vie considérée par l'ensemble des organismes nationaux et internationaux pour l'établissement de valeurs toxicologiques et l'évaluation des risques) pour les effets cancérogènes quelle que soit la cible considérée ;
- 42 (durée d'exposition pour les adultes) pour les effets toxiques non cancérogènes.

7.2.4. Sélection des substances

Les substances retenues pour la modélisation des risques sanitaires sont les substances les plus volatiles détectées dans les sols en extérieur. Concernant les HCT dans les sols pour l'inhalation en extérieur, il a été pris en compte 100% de HCT aromatiques pour le scénario retenu.

Les substances retenues pour le calcul des risques sanitaires sont résumées ci-dessous.

Tableau 19 : Sélection des substances – inhalation

Milieux	Substances retenues	Concentrations (mg/kg MS)	Ouvrage concerné
Sol	HCT C ₁₀ -C ₁₂	4,7	C1 (CD Environnement)
	HCT C ₁₂ -C ₁₆	11,3	C2 (CD Environnement)
	Naphtalène	0,67	C2 (CD Environnement)
	Benzo(a)pyrène	3,5	ST1 (HUB-Environnement)

7.2.5. Scénario d'exposition

Un schéma résumant le scénario d'exposition proposé est présenté ci-après.

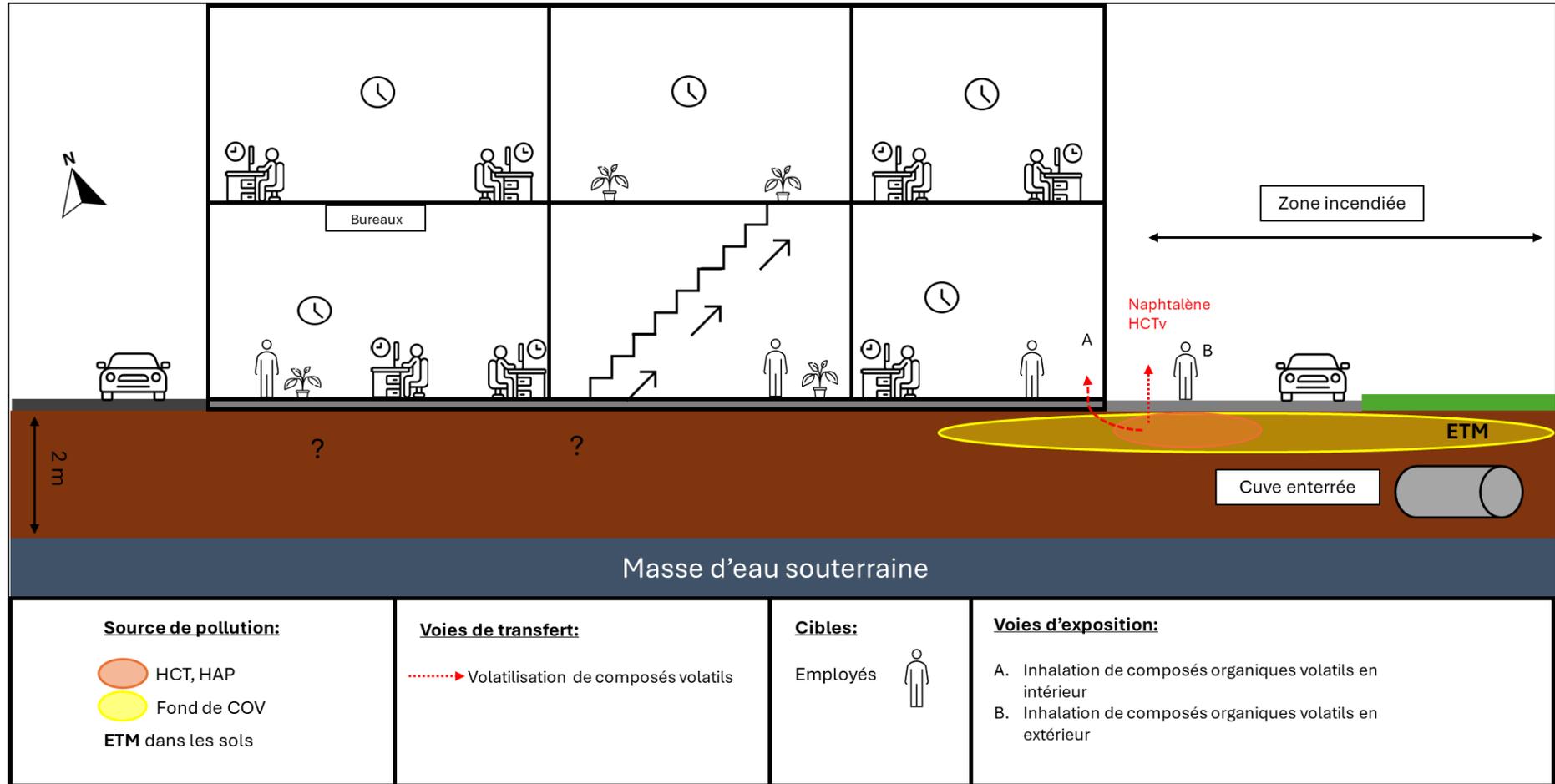


Figure 13 : Schéma conceptuel d'exposition

7.3. Evaluation de la relation dose-réponse

7.3.1. Synthèse des données toxicologiques

Les effets indésirables que les substances sont capables de provoquer chez l'homme (identification du potentiel dangereux des substances) sont reportés dans le tableau suivant :

Tableau 20 : Données toxicologiques

Substances		Effets non cancérogènes	Effets cancérogènes			
Dénomination	N°CAS		Classification			Types de cancer
			US EPA	CIRC	UE	
Composés aromatiques volatils						
Naphtalène	91-20-3	Sang/système hématopoïétique, appareil cardiovasculaire, système nerveux central, yeux, foie, reins, tractus gastro-intestinal, système immunitaire, rate, effets foetotoxiques /développement, système endocrinien, appareil respiratoire	C	2B	2	Tumeurs bénignes pulmonaires (études chez l'animal)
Benzo(a)pyrène	50-32-8	Appareil respiratoire, système cardio-vasculaire, sang/système hématopoïétique, foie, tractus gastro-intestinal, système immunitaire, appareil reproducteur, effets foetotoxiques/développement, système endocrinien	A	1	1B	Estomac, foie, poumons et peau (études chez l'animal)
Hydrocarbures volatils						
HCT Aromatiques C ₁₀ -C ₁₂	-	Perte de poids	-	-	-	-
HCT Aromatiques C ₁₂ -C ₁₆	-	Troubles neurologiques, affections gastro-intestinales, anémies, affections des voies respiratoires, irritations oculaires et cutanées, perte de poids	-	-	-	-

7.3.2. Valeurs toxicologique retenues (VTR)

Cette étape permet d'estimer l'apparition d'un effet indésirable en fonction de la dose d'exposition. L'évaluation des risques sanitaires est établie grâce à une grandeur numérique appelée « valeur toxicologique de référence » (VTR).

On distingue les VTR à seuil de dose (pour les substances dont la sévérité augmente avec la dose absorbée) et les VTR sans seuil de dose (pour les substances pour lesquelles l'effet peut apparaître quelle que soit la dose reçue). Ces VTR sont également spécifiques à la voie d'exposition (voie respiratoire, orale ou cutanée).

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

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

- En premier lieu, sélectionner les VTR construites par l'ANSES si elles existent ;
- En second lieu, si une expertise nationale a été menée, retenir les VTR issues de la sélection approfondie réalisée dans le cadre de l'expertise (sous réserve que l'expertise soit postérieure à la date de parution de la VTR la plus récente) ;
- Sinon, sélectionner la VTR la plus récente parmi les trois bases de données suivantes : l'US-EPA, l'ASTDR, ou l'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 ;
- Enfin, si aucune VTR n'est retrouvée dans les quatre bases de données précédentes, choisir la plus récente proposée par Santé Canada, RIVM, l'OEHHA ou l'EFSA.

L'ensemble des Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) retenues dans le cadre de la présente étude est présenté dans le tableau ci-dessous.

Tableau 21 : VTR Inhalation retenues – INHALATION

Substances		Effets non Cancérogènes (mg/m ³)	Sources	Effets Cancérogènes (mg/m ³) ⁻¹	Sources
Dénomination	N°CAS	INHALATION		INHALATION	
Composés aromatiques volatils					
Naphtalène	91-20-3	3,7.10 ⁻²	ANSES, 2013	5,6.10 ⁻³	ANSES, 2013
Benzo(a)pyrène	50-32-8	2,0.10 ⁻⁶	US EPA, 2017	6,0.10 ⁻¹	US EPA, 2017
Hydrocarbures volatils					
HCT Aromatiques C ₁₀ -C ₁₂	-	1,0	TPHCWG, 1999	-	-
HCT Aromatiques C ₁₂ -C ₁₆	-	1,0	TPHCWG, 1999	-	-

7.4. Choix des modèles

L'EQRS est réalisée à l'aide du logiciel MODUL'ERS conçu par l'INERIS. Ce logiciel, qui permet d'estimer les niveaux d'exposition des cibles étudiées et les niveaux de risque sanitaire associés, est basé sur l'ensemble des équations pour la modélisation des expositions liées à la contamination d'un sol ou aux émissions d'une installation industrielle fourni par l'INERIS et le guide de l'utilisateur Modul'ERS. Le logiciel Modul'ERS utilisé est présenté en **Annexe 6**.

Concernant l'évaluation des transferts de substances volatiles issues du sol, deux modèles mathématiques sont généralement utilisés :

- **JOHNSON & ETTINGER** permet de modéliser des transferts dans des bâtiments de plain-pied ou avec parkings souterrains. Les équations de JOHNSON & ETTINGER sont utilisées dans le modèle RISC HUMAN.
- **VOLASOIL** permet de modéliser des transferts dans des bâtiments, avec généralement un vide sanitaire. Toutefois, une partie des équations du modèle peut être utilisée pour modéliser des transferts depuis le rez-de-chaussée d'un bâtiment vers le 1er étage (transfert équivalent à celui du vide sanitaire vers le rez-de-chaussée).

Au regard du projet, c'est-à-dire un bâtiment de plain-pied, **le modèle VOLASOIL a été retenu pour la modélisation.**

8. Résultats de l'EQRS

8.1. Principe de calcul

Le principe de calcul repose sur les formules suivantes :

8.1.1. Estimation du risque pour les effets avec seuils (non cancérigènes)

On définit un indice de risque (IR) par la formule suivante :

$$QD = CI/VTR$$

Avec :

QD : Quotient de Danger

CI : Concentration moyenne Inhalée théorique

VTR : Valeur Toxicologique de référence

La survenue d'un effet toxique est considérée comme fonction de la somme des indices de risques liés aux différentes voies d'administration du polluant et aux différentes substances à seuil d'effet :

- Si $QD < 1$ la survenue d'un effet toxique apparaît peu probable même pour une population sensible ;
- Si $QD > 1$ l'effet toxique peut vraisemblablement apparaître.

8.1.2. Estimation du risque pour les effets sans seuil

L'excès de risque individuel sera déterminé par la formule suivante :

$$ERI=CI*VTR$$

Avec :

ERI : Excès de Risque Individuel

CI : Concentration moyenne Inhalée théorique

VTR : Valeur Toxicologique de Référence

Dans le cas de présence de plusieurs substances sans seuil, la détermination d'un ERI total sera calculée en faisant :

- La somme des risques liés à chacune des substances cancérigènes ;
- La somme des risques liés aux différentes durées d'exposition (chronique, subchronique et aiguë).

Le niveau de risque toxicologique pour les substances sans seuil est considéré comme acceptable lorsque les valeurs d'excès de risque individuel (ERI) sont inférieures à 10^{-5} (circulaire du 10 décembre 1999).

Des incertitudes sont présentes tout au long du processus de calcul du risque et peuvent parfois être significatives. Elles seront évaluées dans notre étude.

8.2. Résultats des calculs

Les données des calculs sont disponibles en **Annexe 7**. Le calcul de risques donne les résultats suivants :

Tableau 22 : Résultats des calculs de risques INHALATION

Substances		Quotient de Danger (QD)	Excès de Risque Individuels (ERI)
		Employés	Employés
Sol	Naphtalène	$3,04.10^{-4}$	$3,78.10^{-8}$
	Benzo(a)pyrène	$1,82.10^{-5}$	$1,31.10^{-11}$
	HCT Aromatiques C ₁₀ -C ₁₂	$1,53.10^{-3}$	
	HCT Aromatiques C ₁₂ -C ₁₆	$2,8.10^{-3}$	
TOTAL		$4,65.10^{-3}$	$3,78.10^{-8}$

Légende :

QD < 1 et/ou ERI < 10 ⁻⁵
QD > 1 et/ou ERI > 10 ⁻⁵

➤ **Commentaires :**

Les risques sanitaires par inhalation de composés volatils en intérieur et extérieur sont acceptables pour les futurs usagés (employés).

L'analyse des risques résiduels fait l'objet d'incertitudes dues aux outils de modélisation et au choix arbitraire de certains paramètres. Conformément à la méthodologie ces incertitudes ont été évaluées et sont présentées en **Annexe 8**.

9. Conclusions et préconisations

9.1. Conclusion

➤ Synthèse de la qualité environnementale :

Les investigations réalisées par CD Environnement et HUB-Environnement ont mis en évidence :

- Un incendie d'une partie de l'ancien bâtiment (aujourd'hui en terrain nu) ;

Dans les sols sur brut :

- Des anomalies fortes ponctuelles en cuivre (jusqu'à 120 mg/kg MS) et en plomb (jusqu'à 110 mg/kg MS), localisée sur C1, ST1 et ST3 à proximité de la cuve enterrée et de la zone incendiée ;
- Des anomalies modérées en moyenne en cuivre et zinc sur tout le site en surface ;
- Des anomalies modérées ponctuelles en cadmium et mercure sur ST3 à proximité de la cuve enterrée ;
- Une zone d'anomalie en Hydrocarbures Totaux (HCT C₁₀-C₄₀) et en Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) dont le naphtalène avec dépassements du seuil BRGM et des teneurs allant jusqu'à 280 mg/kg MS en HCT C₁₀-C₄₀ et 46,8 mg/kg MS en HAP. Cette zone d'anomalies est localisée au nord de la cuve enterrée et de la zone incendiée ;
- Deux dépassements ponctuels du seuil BRGM en Hydrocarbures Totaux (jusqu'à 350 mg/kg MS) localisés à proximité de la cuve enterrée et au droit de la zone incendiée ;
- Un dépassement ponctuel en Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (dont le naphtalène) avec dépassement du seuil BRGM localisés à proximité de la cuve enterrée.
- Aucun dépassement de seuil des dioxines et/ou congénères organochlorés en équivalent toxique (TEQ).
- Aucun dépassement de seuil observé concernant la DCO.
- Les autres composés organiques analysés ont été détectés à l'état de traces ou bien en teneurs inférieures au seuil de détection.

Dans les gaz du sol :

- Deux zones d'anomalies en Composés Organiques Volatils (COV) aux teneurs supérieures à 10 ppmV autour de la zone incendiée et de la cuve enterrée. Les teneurs en COV les plus fortes (34 ppmV) sont localisées au nord-est de la zone incendiée et au nord de la cuve enterrée ;
- Une légère anomalie ponctuelle en COV au droit du bâtiment actuel (bureaux) ;
- Un fond de COV aux teneurs comprises entre 1 et 10 ppmV sur l'ensemble du site.
- L'absence de détection en laboratoire des composés organiques volatils ;
- L'absence de détection d'aucun autres composé volatils dans les gaz du sol après analyse GC-MS (screening).

➔ **Des impacts en HCT et HAP (dont naphtalène) ont été identifiés à proximité de la zone incendiée et au niveau de la cuve enterrée.**

➔ **Deux zones COV supérieures à 10 ppmV ont été mises en évidence autour de la zone incendiée et de la cuve enterrée.**

➔ **Aucune zone source concentrée n'a été mise en évidence au droit des zones investiguées.**

La carte de synthèse des impacts mis en évidence sur site est présentée ci-dessous.

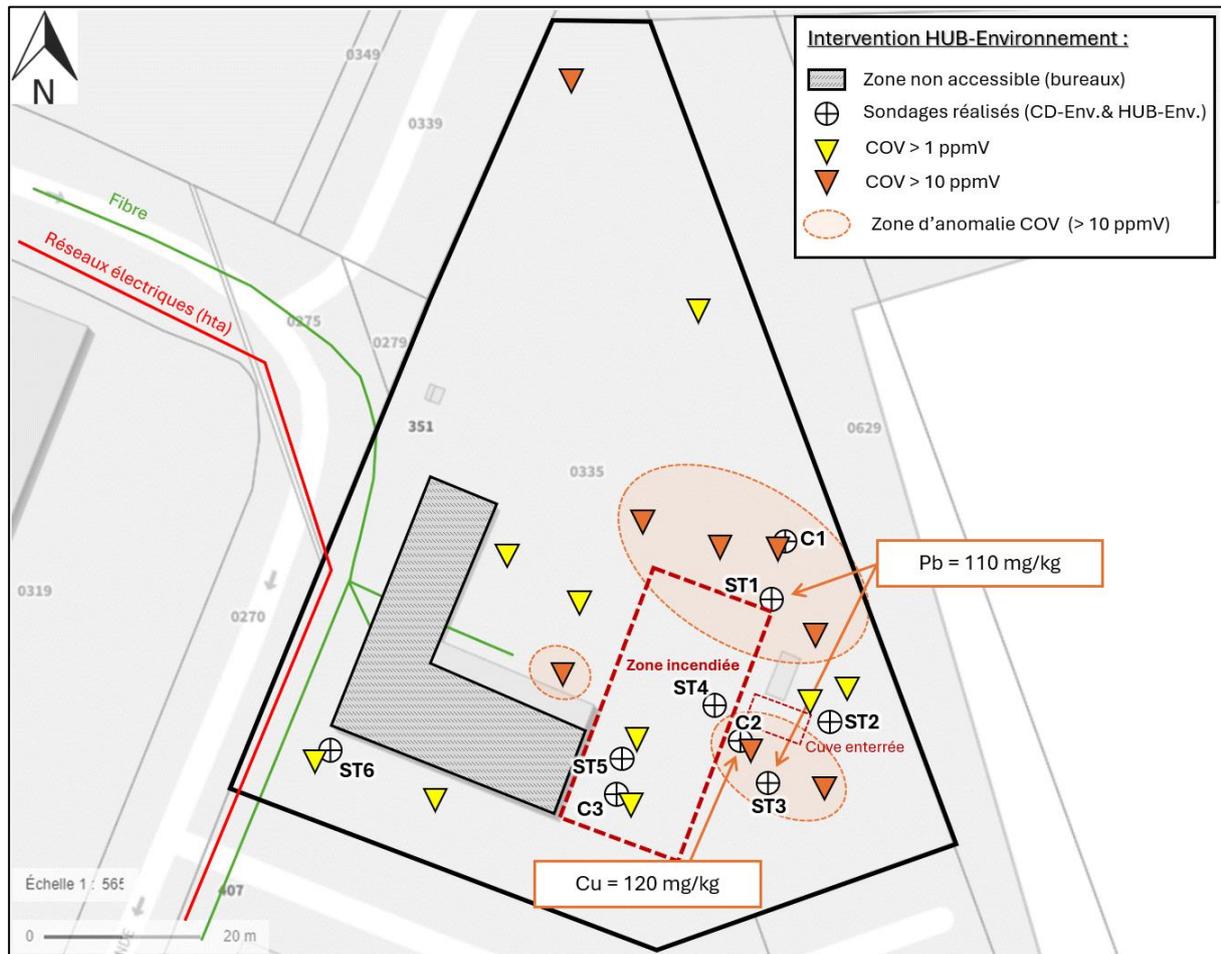


Figure 14 : Carte de synthèse des investigations

➤ **Evaluation des risques sanitaires :**

Les risques sanitaires par inhalation de composés organiques volatils en intérieur et extérieur sont acceptables pour les futurs employés (bureaux). **Le site est compatible avec l'usage futur.**

9.2. Préconisations

Au vu des impacts mis en évidence, les préconisations suivantes sont à retenir :

- **Concernant la continuité d'activité – usage tertiaire (bureaux) :**

L'étude des risques sanitaires réalisée indique que le bâtiment est conforme à un usage tertiaire. **Aucune mesure de gestion spécifique n'est donc nécessaire pour assurer la compatibilité du site** dans le cadre d'une continuité d'activité tertiaire (bureaux).

En cas de changement d'usage de tout ou partie de la zone d'étude, les présentes conclusions seraient à réévaluer.

- **Concernant la gestion de la cuve enterrée :**

La cuve enterrée sur site n'a plus vocation à être utilisée, par conséquent, celle-ci doit faire l'objet d'une mise en sécurité en respectant les étapes suivantes :

- 1) **La vidange** : Évacuer tout le produit restant dans la cuve. Le produit doit être transporté et traité par une entreprise spécialisée – *cette étape a été réalisée le 28/12/2023 (fait par CHIMIREC d'après BSD trackdéchets BSD-20231222-ZN6M7D0HE-1)*.
- 2) **Le dégazage** : Afin de prévenir tout risque d'incendie, il est nécessaire d'extraire les vapeurs de combustible qui pourraient stagner dans le réservoir. Le dégazage de votre cuve de fioul se poursuit avec une phase de nettoyage.
 - ! A la suite de cette étape un certificat de dégazage est remis par l'entreprise – ce certificat de dégazage n'est valable que 48 heures. C'est durant ce laps de temps que la cuve doit être neutralisée et évacuée si nécessaire.
- 3) **Neutralisation** : Après avoir ouvert, vidangé et dégazé le réservoir, le prestataire en charge de l'intervention comble l'intégralité du volume de la cuve à l'aide d'un matériau inerte (par exemple, du sable).
- 4) **Remise d'un certificat de conformité.**

D'après les informations mises à notre disposition la cuve enterrée a seulement été vidangée, et n'est donc pas mise en sécurité. Nous vous recommandons de faire appel à une entreprise spécialisée afin de poursuivre cette mise en sécurité au terme duquel un certificat de conformité vous sera remis.

- **Gestion des déblais (en cas d'éventuels terrassements) :**

En cas d'excavation pour des travaux d'aménagement, des prescriptions relatives à la gestion des déblais non inertes devront être mises en place pour les terres présentant des dépassements du seuil ISDI. Les terres impactées devront être évacuées dans des installations de stockage agréé ou centre de traitement spécifique.

Des analyses de sol sur lixiviat devront être réalisées afin de confirmer la filière de destination de ces déblais.

- **Conservation de la mémoire :**

Il est préconisé de conserver la mémoire des impacts mis en évidence et la mémoire des opérations effectuées. Cette mémoire peut ici être assurée en conservant de façon pérenne toutes les informations concernant l'historique du site ainsi que la qualité des terres laissées en place. Le présent rapport devra être transmis à l'occasion de tout acte de changement de propriétaire, être intégré au document technique du bien immobilier (DDT) et être porté à la connaissance de tout responsable de travaux de terrassement ou travaux souterrains (sondages...).

Avertissement

- ✓ *Le présent rapport et ses annexes constituent un ensemble indissociable. La mauvaise utilisation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle sans l'accord écrit de HUB-Environnement ne saurait engager la responsabilité de celui-ci.*
- ✓ *Les conclusions du présent rapport sont limitées à l'analyse des seules informations qui ont pu être recueillies auprès de l'Administration ou du Client et de la reconnaissance ponctuelle des sols selon la démarche officielle à partir de l'identification de zones sources potentielles. Il faut avoir conscience que la précision de nos investigations est fonction de l'importance des moyens mis en œuvre et notamment du nombre de sondages et d'analyses réalisés. L'obtention de données précises passe par des investigations très approfondies et successives.*
- ✓ *La responsabilité de HUB-Environnement ne pourra être engagée si les informations qui lui ont été communiquées sont incomplètes ou erronées.*
- ✓ *HUB-Environnement ne saurait être rendu responsable des modifications apportées à son étude que dans la mesure où il aurait donné, par écrit, son accord sur lesdites modifications.*
- ✓ *HUB-Environnement ne peut être tenu responsable des décisions prises en application de ses préconisations ou des conséquences engendrées par le non-respect et ou l'interprétation erronée de ses recommandations.*

ANNEXES

ANNEXE 1 : Fiche de prélèvements des sols

ANNEXE 2 : Fiche de prélèvements des gaz du sol

ANNEXE 3 : Bordereaux d'analyse laboratoire des gaz du sol

ANNEXE 4 : Bordereaux d'analyse laboratoire des sols

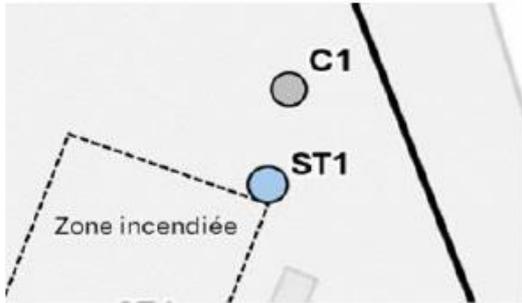
ANNEXE 5 : Méthodologie EQRS

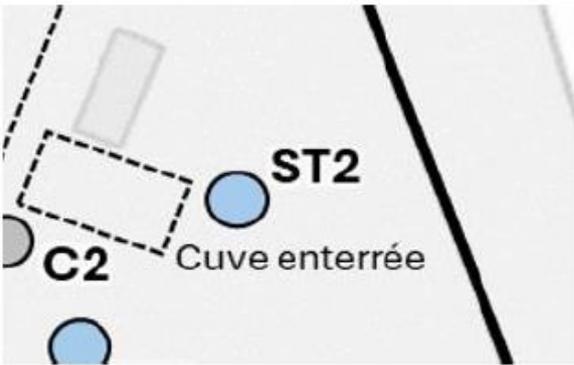
ANNEXE 6 : Présentation du logiciel Modul'ERS

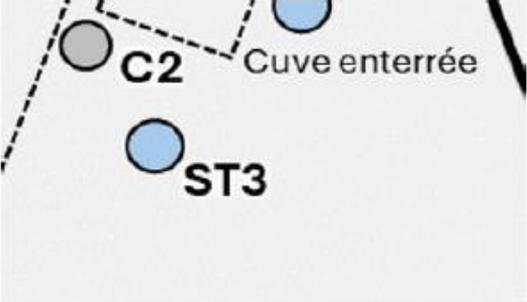
ANNEXE 7 : Données calculs

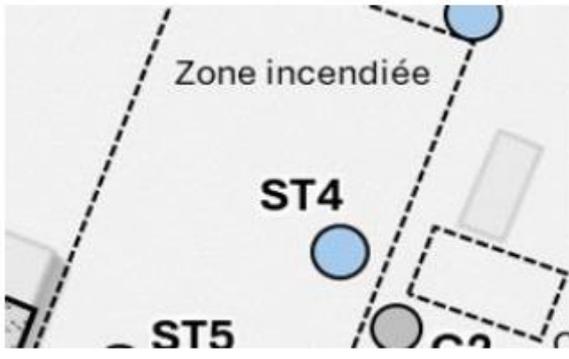
ANNEXE 8 : Evaluation des incertitudes

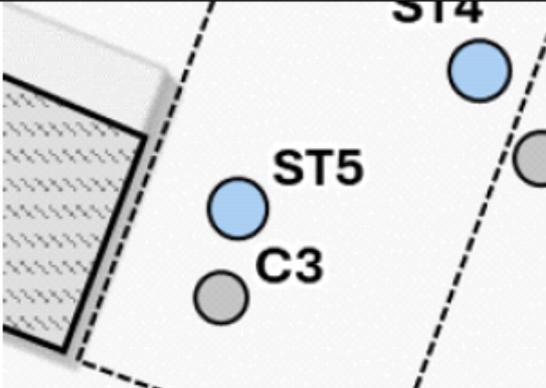
Annexe 1 : Fiche de prélèvement des sols

		Fiche de suivi de sondage et prélèvement de sol		Désignation du point		
				ST1		
N° du projet: Diag Loos Client: GIPHAR JAZIRI Site et commune: 351 Rue Salvador Allende, 59120 Loos Responsable projet: NJ Opérateur: NJ		Coordonnées: x: 703367,4 m y: 7056029 m z sol: 41 mNGF				
Date et heure : 19/06/2024 10h36		Météo: Soleil		T°: 22°C		
Outil de sondage : Tarière mécanique		Prestataire : KAD-Environnement				
Diamètre sondage: 10 cm		Profondeur atteinte : 3 m				
Rebouchage et refecton : Cuttings Béton Enrobé Autre:						
Gestion des cuttings : Remis en place Evacués Stockés sur site Big-bag Carothèque						
Remarques :						
Profondeur	Description lithologique	Eau	Organoleptiques	PID	Echantillons	
0 – 0,05 m	Enrobé	-	-	-		
0,05 – 1 m	Remblais sablo-limoneux marron	/	Briques	0	ST1.1	
1 – 2 m	Remblais limoneux et craie blanche	/	Traces noires	9,1	ST1.2	
2 – 3 m	Craie blanche	++	RAS	0	ST1.3	
<i>Indices Eau : sec / + légèrement humide / ++ humide / +++ noyé</i>						
Plan de localisation			Lithologie			
						
Gestion des échantillons						
Type de flaconnage (fourni par le labo)	Verre transparent de 400 ml	Laboratoire:	AGROLAB			
		Expédié le :	20/06/2024			
		Conditionnement :	Glacières réfrigérées			

 Fiche de suivi de sondage et prélèvement de sol		Désignation du point			
		ST2			
N° du projet: Diag Loos Client: GIPHAR JAZIRI Site et commune: 351 Rue Salvador Allende, 59120 Loos Responsable projet: NJ Opérateur: NJ		Coordonnées: x: 703375,4 m y: 7056012,9 m z sol: 41 mNGF			
Date et heure : 19/06/2024 11h05		Météo: Soleil T°: 23°C			
Outil de sondage : Tarière mécanique Diamètre sondage: 10 cm Rebouchage et refecton : Cuttings Béton Enrobé Autre: Gestion des cuttings : Remis en place Evacués Stockés sur site Big-bag Carothèque		Prestataire : KAD-Environnement Profondeur atteinte : 4 m			
Remarques :					
Profondeur	Description lithologique	Eau	Organoleptiques	PID	Echantillons
0 – 0,2 m	Terre végétale	-	RAS	1,1	ST2.1
0,2 – 1 m	Limons marrons	/			
1 – 2 m	Limons sur craie blanche	/	RAS	1,2	ST2.2
2 – 3 m	Craie blanche	++	RAS	5,1	ST2.3
3 – 4 m			RAS	3,6	ST2.4
<i>Indices Eau : sec / + légèrement humide / ++ humide / +++ noyé</i>					
Plan de localisation			Lithologie		
					
Gestion des échantillons					
Type de flaconnage (fourni par le labo)	Verre transparent de 400 ml	Laboratoire:	AGROLAB		
		Expédié le :	20/06/2024		
		Conditionnement :	Glacières réfrigérées		

 Fiche de suivi de sondage et prélèvement de sol				Désignation du point	
				ST3	
N° du projet: Diag Loos Client: GIPHAR JAZIRI Site et commune: 351 Rue Salvador Allende, 59120 Loos Responsable projet: NJ Opérateur: NJ		Coordonnées: x: 703367,4 m y: 7056005,5 m z sol: 41 mNGF			
Date et heure : 19/06/2024 11h44		Météo: Soleil		T°: 23°C	
Outil de sondage : Tarière mécanique		Prestataire : KAD-Environnement			
Diamètre sondage: 10 cm		Profondeur atteinte : 3 m			
Rebouchage et refecton : Cuttings		Béton	Enrobé	Autre:	
Gestion des cuttings : Remis en place		Evacués	Stockés sur site	Big-bag	Carothèque
Remarques :					
Profondeur	Description lithologique	Eau	Organoleptiques	PID	Echantillons
0 – 0,2 m	Terre végétale	-	RAS	0,6	ST3.1
0,2 – 1 m	Limons marrons	/	RAS		
1 – 1,6 m	Craie blanche	/	RAS	1,2	ST3.2
1,6 – 2 m		/	RAS		
2 – 3 m		/	RAS		
<i>Indices Eau : sec / + légèrement humide / ++ humide / +++ noyé</i>					
Plan de localisation			Lithologie		
					
Gestion des échantillons					
Type de flaconnage (fourni par le labo)	Verre transparent de 400 ml	Laboratoire:		AGROLAB	
		Expédié le :		20/06/2024	
		Conditionnement :		Glacières réfrigérées	

 Fiche de suivi de sondage et prélèvement de sol				Désignation du point	
				ST4	
N° du projet: Diag Loos Client: GIPHAR JAZIRI Site et commune: 351 Rue Salvador Allende, 59120 Loos Responsable projet: NJ Opérateur: NJ			Coordonnées: x: 703360 m y: 7056015,1 m z sol: 41 mNGF		
Date et heure : 19/06/2024 12h13		Météo: Soleil		T°: 24°C	
Outil de sondage : Tarière mécanique Diamètre sondage: 10 cm Rebouchage et refecton : Cuttings Béton Enrobé Autre: Gestion des cuttings : Remis en place Evacués Stockés sur site Big-bag Carothèque			Prestataire : KAD-Environnement Profondeur atteinte : 3 m		
Remarques :					
Profondeur	Description lithologique	Eau	Organoleptiques	PID	Echantillons
0 – 0,2 m	Terre végétale	-	RAS	0	ST4.1
0,2 – 1 m	Limons marrons	/	RAS		
1 – 1,5 m	Limons marrons	/	RAS	5,1	ST4.2
1,5 – 2 m	Craie blanche	/	RAS		
2 – 3 m		/	RAS	0	ST4.3
<i>Indices Eau : sec / + légèrement humide / ++ humide / +++ noyé</i>					
Plan de localisation			Lithologie		
					
Gestion des échantillons					
Type de flaconnage (fourni par le labo)	Verre transparent de 400 ml	Laboratoire:		AGROLAB	
		Expédié le :		20/06/2024	
		Conditionnement :		Glacières réfrigérées	

 Fiche de suivi de sondage et prélèvement de sol		Désignation du point			
		ST5			
N° du projet: Diag Loos Client: GIPHAR JAZIRI Site et commune: 351 Rue Salvador Allende, 59120 Loos Responsable projet: NJ Opérateur: NJ		Coordonnées: x: 703346,9 m y: 7056007,8 m z sol: 41,5 mNGF			
Date et heure : 19/06/2024 13h31		Météo: Soleil			
Outil de sondage : Tarière mécanique		Prestataire : KAD-Environnement			
Diamètre sondage: 10 cm		Profondeur atteinte : 1 m			
Rebouchage et refecion : <input checked="" type="checkbox"/> Cuttings <input type="checkbox"/> Béton <input type="checkbox"/> Enrobé <input type="checkbox"/> Autre:					
Gestion des cuttings : <input checked="" type="checkbox"/> Remis en place <input type="checkbox"/> Evacués <input type="checkbox"/> Stockés sur site <input type="checkbox"/> Big-bag <input type="checkbox"/> Carothèque					
Remarques :					
Profondeur	Description lithologique	Eau	Organoleptiques	PID	Echantillons
0 – 0,2 m	Terre végétale	-	RAS	0	ST5.1
0,2 – 1 m	Limons marrons	/	RAS		
<i>Indices Eau : sec / + légèrement humide / ++ humide / +++ noyé</i>					
Plan de localisation			Lithologie		
					
Gestion des échantillons					
Type de flaconnage (fourni par le labo)	Verre transparent de 400 ml	Laboratoire:	AGROLAB		
		Expédié le :	20/06/2024		
		Conditionnement :	Glacières réfrigérées		

 Fiche de suivi de sondage et prélèvement de sol		Désignation du point			
		ST6			
N° du projet: Diag Loos Client: GIPHAR JAZIRI Site et commune: 351 Rue Salvador Allende, 59120 Loos Responsable projet: NJ Opérateur: NJ		Coordonnées: x: 703310,8 m y: 7056009 m z sol: 41,5 mNGF			
Date et heure : 19/06/2024 13h40		Météo: Soleil T°: 25°C			
Outil de sondage : Tarière mécanique		Prestataire : KAD-Environnement			
Diamètre sondage: 10 cm		Profondeur atteinte : 2 m			
Rebouchage et refecton : Cuttings Béton Enrobé Autre:					
Gestion des cuttings : Remis en place Evacués Stockés sur site Big-bag Carothèque					
Remarques :					
Profondeur	Description lithologique	Eau	Organolectiques	PID	Echantillons
0 – 0,1 m	Terre végétale	-			
0,1 – 0,6 m	Limons marrons	/	Géotextile à 0,6 m	0,7	ST6.1
0,6 – 1 m	Limons crayeux	/			
1 – 2 m			/	RAS	0
<i>Indices Eau : sec / + légèrement humide / ++ humide / +++ noyé</i>					
Plan de localisation			Lithologie		
					
Gestion des échantillons					
Type de flaconnage (fourni par le labo)	Verre transparent de 400 ml	Laboratoire:		AGROLAB	
		Expédié le :		20/06/2024	
		Conditionnement :		Glacières réfrigérées	

Annexe 2 : Fiche de prélèvement des gaz du sol

Fiche prélèvement gaz du sol							
Référence dossier : DIAG Loos Identification du préleveur : NJ Date : 19/06/2024				Nom du prélèvement : Gd1 Localisation / Adresse : 351 Rue Salvador Allende, 59120 Loos Longitude : 50,601319 Latitude : 3,047479 z : 41 mNGF			
Description de l'ouvrage							
Ouvrage temporaire ou permanent : Temporaire Type d'ouvrage : Micro-sondage							
Conditions météorologiques							
Ensoleillé, pluvieux... : Soleil T°C ext : 25°C T°C int : - Pression (Pa) : 1019				Taux d'humidité dans l'air (%) : 60 Vitesse et sens du vent : 19 km/h (S-O)			
Description du prélèvement							
Type d'échantillonnage : Actif avec pompe <input checked="" type="checkbox"/> Actif naturel <input type="checkbox"/> Passif <input type="checkbox"/> Nombre de support : 1 Nature des supports : CA <input checked="" type="checkbox"/> XAD-2 <input type="checkbox"/> Hopkalite <input type="checkbox"/> Fluorisile <input type="checkbox"/> Autre : <input type="checkbox"/> Description de l'installation (type de canne gaz, filtre à poussière et/ou humidité, type de débitmètre, type de pompe) : Pompe Gilaire, débitmètre GoCal, tuyau pehd Profondeur de l'ouvrage (m) : 0,7 m Type d'étanchéité : Vapor pins Description des sols : Limons							
Purge de l'ouvrage							
Détail de la purge : purge réalisée jusqu'à stabilisation des mesures en COV, CH4 et CO							
Mesures semi-quantitatives des gaz du sol avant prélèvement							
Paramètres	PID	O2	H2S	CH4	CO		
Unité	28,4	20	0	0	67		
Valeur	ppmV	%	ppmV	%	ppmV		
Contrôle de débit							
Heure début	Heure de fin	Durée de prélèvement	Débit (l/min) T0 (début)	Débit (l/min) T1 (interméd.)	Débit (l/min) T2 (fin)	Débit moyen retenu (l/min)	Volume total prélevé (l)
15h45	16h16	30 min	0,05	0,05	0,05	0,05	15,054
Conditionnement et transport							
Laboratoire de destination : AGROLAB Type de conditionnement : Glacière réfrigérée à 4°C				Transporteur : UPS Date et heure de remise au transporteur : 20/06/2024			
Substances recherchées							
TPH C5-C16, BTEXN, COHV, screening							

Annexe 3 : Bordereaux d'analyse laboratoire des gaz du sol

AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Tel. +31(0)570 788110
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



HUB ENVIRONNEMENT (75)
35 Rue Belliard
75018 PARIS
FRANCE

N° de client: 35009491

RAPPORT D'ANALYSE 1428706

Date: 01.07.2024

Commande	1428706 Air
Client	35009491 HUB ENVIRONNEMENT (75)
Date de validation	25.06.2024
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 1428706 et la version du rapport d'analyse 1 contient l'analyse ou les analyses 185476-185479.

Respectueusement,

AL-West B.V. (AGROLAB GROUP), M. Brice Theillère, Tél : 33380681937

Les paramètres réalisés par AL-West BV sont accrédités selon la norme EN ISO/IEC 17025:2017. Seuls les paramètres non accrédités et/ou externalisés sont marqués du symbole ^{*)}.

DOC-14-2074-0346-FR-F1

Kamer van Koophandel
Nr. 08110898
VAT/BTW-ID-Nr.:
NL 811132559 B01

Directeur
ppa. Marc van Gelder
Dr. Paul Wimmer

page 1 de 5



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 1428706

Date: 01.07.2024

Information sur l'échantillon

Numéro d'échantillon	Nom d'échantillon	Date de prélèvement
185476	Gd1-CM	24.06.2024
185477	Gd1-CC	24.06.2024
185478	Blanc-CM	24.06.2024
185479	Blanc-CC	24.06.2024

Composés aromatiques

Paramètres	Unité	185476 Gd1-CM	185477 Gd1-CC	185478 Blanc-CM	185479 Blanc-CC
Cumène (tube)	µg/tube	<0,40 ^(1,2)	<0,20 ^(1,2)	<0,40 ^(1,2)	<0,20 ^(1,2)
Mésitylène (tube)	µg/tube	<0,40 ^(1,2)	<0,20 ^(1,2)	<0,40 ^(1,2)	<0,20 ^(1,2)
Naphtalène (tube)	µg/tube	<0,40 ^(1,2)	<0,20 ^(1,2)	<0,40 ^(1,2)	<0,20 ^(1,2)
Styrène (tube)	µg/tube	<0,40 ^(1,2)	<0,20 ^(1,2)	<0,40 ^(1,2)	<0,20 ^(1,2)
alpha-Méthylstyrène (tube)	µg/tube	<0,40 ^(1,2)	<0,20 ^(1,2)	<0,40 ^(1,2)	<0,20 ^(1,2)
n-Propylbenzène (tube)	µg/tube	<0,40 ^(1,2)	<0,20 ^(1,2)	<0,40 ^(1,2)	<0,20 ^(1,2)
Benzène (tube)	µg/tube	<0,20 ^(1,2)	<0,10 ^(1,2)	<0,20 ^(1,2)	<0,10 ^(1,2)
Toluène (tube)	µg/tube	<0,40 ^(1,2)	<0,20 ^(1,2)	<0,40 ^(1,2)	<0,20 ^(1,2)
Ethylbenzène (tube)	µg/tube	<0,40 ^(1,2)	<0,20 ^(1,2)	<0,40 ^(1,2)	<0,20 ^(1,2)
m,p-Xylène (tube)	µg/tube	<0,40 ^(1,2)	<0,20 ^(1,2)	<0,40 ^(1,2)	<0,20 ^(1,2)
o-Xylène (tube)	µg/tube	<0,40 ^(1,2)	<0,20 ^(1,2)	<0,40 ^(1,2)	<0,20 ^(1,2)
Somme Xylènes (tube)	µg/tube	n.d. ⁽³⁾	n.d. ⁽³⁾	n.d. ⁽³⁾	n.d. ⁽³⁾

Solvants autres

Paramètres	Unité	185476 Gd1-CM	185477 Gd1-CC	185478 Blanc-CM	185479 Blanc-CC
Bromochlorométhane (tube)	µg/tube	<0,40 ^(1,2)	<0,20 ^(1,2)	<0,40 ^(1,2)	<0,20 ^(1,2)

COHV

Paramètres	Unité	185476 Gd1-CM	185477 Gd1-CC	185478 Blanc-CM	185479 Blanc-CC
1,1-Dichloroéthène (tube)	µg/tube	<0,40 ^(1,2)	<0,20 ^(1,2)	<0,40 ^(1,2)	<0,20 ^(1,2)
Chlorure de Vinyle (tube)	µg/tube	<0,40 ^(1,2)	<0,20 ^(1,2)	<0,40 ^(1,2)	<0,20 ^(1,2)
Hexachloroéthane (tube)	µg/tube	<0,40 ^(1,2)	<0,20 ^(1,2)	<0,40 ^(1,2)	<0,20 ^(1,2)
Somme cis/trans-1,2-Dichloroéthylènes (tube) ⁽⁴⁾	µg/tube	n.d. ⁽³⁾	n.d. ⁽³⁾	n.d. ⁽³⁾	n.d. ⁽³⁾
Dichlorométhane (tube)	µg/tube	<1,0 ^(1,2)	<0,50 ^(1,2)	<1,0 ^(1,2)	<0,50 ^(1,2)
Trans-1,2-Dichloroéthylène (tube) ⁽⁵⁾	µg/tube	<0,80 ^(1,2)	<0,40 ^(1,2)	<0,80 ^(1,2)	<0,40 ^(1,2)
1,1-Dichloroéthane (tube)	µg/tube	<0,80 ^(1,2)	<0,40 ^(1,2)	<0,80 ^(1,2)	<0,40 ^(1,2)
cis-1,2-Dichloroéthène (tube)	µg/tube	<0,80 ^(1,2)	<0,40 ^(1,2)	<0,80 ^(1,2)	<0,40 ^(1,2)
Trichlorométhane (tube)	µg/tube	<0,80 ^(1,2)	<0,40 ^(1,2)	<0,80 ^(1,2)	<0,40 ^(1,2)
1,2-Dichloroéthane (tube)	µg/tube	<0,80 ^(1,2)	<0,40 ^(1,2)	<0,80 ^(1,2)	<0,40 ^(1,2)
1,1,1-Trichloroéthane (tube)	µg/tube	<0,80 ^(1,2)	<0,40 ^(1,2)	<0,80 ^(1,2)	<0,40 ^(1,2)
Tétrachlorométhane (tube)	µg/tube	<0,80 ^(1,2)	<0,40 ^(1,2)	<0,80 ^(1,2)	<0,40 ^(1,2)
Trichloroéthylène (tube)	µg/tube	<0,20 ^(1,2)	<0,10 ^(1,2)	<0,20 ^(1,2)	<0,10 ^(1,2)
1,1,2-Trichloroéthane (tube)	µg/tube	<0,80 ^(1,2)	<0,40 ^(1,2)	<0,80 ^(1,2)	<0,40 ^(1,2)
Tétrachloroéthylène (tube)	µg/tube	<0,80 ^(1,2)	<0,40 ^(1,2)	<0,80 ^(1,2)	<0,40 ^(1,2)

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 ⁽⁴⁾.

DOC-13-2374-5545-FR-P2

Kamer van Koophandel
Nr. 08110898
VAT/BTW-ID-Nr.:
NL 811132559 B01

Directeur
ppa. Marc van Gelder
Dr. Paul Wimmer

page 2 de 5



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 1428706

Date: 01.07.2024

Information sur l'échantillon

Numéro d'échantillon	Nom d'échantillon	Date de prélèvement
185476	Gd1-CM	24.06.2024
185477	Gd1-CC	24.06.2024
185478	Blanc-CM	24.06.2024
185479	Blanc-CC	24.06.2024

TPH

Paramètres	Unité	185476 Gd1-CM	185477 Gd1-CC	185478 Blanc-CM	185479 Blanc-CC
Somme Hydrocarbures aliphatiques (tube) ^(*)	µg/tube	n.d. ^(*)	n.d. ^(*)	n.d. ^(*)	n.d. ^(*)
Somme Hydrocarbures aromatiques (tube) ^(*)	µg/tube	n.d. ^(*)	n.d. ^(*)	n.d. ^(*)	n.d. ^(*)
Hydrocarbures aliphatiques >C5-C6 (tube)	µg/tube	<8,0 ^(*)	<4,0 ^(*)	<8,0 ^(*)	<4,0 ^(*)
Hydrocarbures aliphatiques >C6-C8 (tube)	µg/tube	<8,0 ^(*)	<4,0 ^(*)	<8,0 ^(*)	<4,0 ^(*)
Hydrocarbures aliphatiques >C8-C10 (tube)	µg/tube	<8,0 ^(*)	<4,0 ^(*)	<8,0 ^(*)	<4,0 ^(*)
Hydrocarbures aliphatiques >C10-C12 (tube) ^(*)	µg/tube	<8,0 ^(*)	<4,0 ^(*)	<8,0 ^(*)	<4,0 ^(*)
Hydrocarbures aliphatiques >C12-C16 (tube) ^(*)	µg/tube	<8,0 ^(*)	<4,0 ^(*)	<8,0 ^(*)	<4,0 ^(*)
Hydrocarbures aromatiques >C6-C7 (tube)	µg/tube	<0,20 ^(*)	<0,10 ^(*)	<0,20 ^(*)	<0,10 ^(*)
Hydrocarbures aromatiques >C7-C8 (tube)	µg/tube	<0,40 ^(*)	<0,20 ^(*)	<0,40 ^(*)	<0,20 ^(*)
Hydrocarbures aromatiques >C8-C10 (tube)	µg/tube	<8,0 ^(*)	<4,0 ^(*)	<8,0 ^(*)	<4,0 ^(*)
Hydrocarbures aromatiques >C10-C12 (tube) ^(*)	µg/tube	<8,0 ^(*)	<4,0 ^(*)	<8,0 ^(*)	<4,0 ^(*)
Hydrocarbures aromatiques >C12-C16 (tube) ^(*)	µg/tube	<8,0 ^(*)	<4,0 ^(*)	<8,0 ^(*)	<4,0 ^(*)

Chlorobenzènes

Paramètres	Unité	185476 Gd1-CM	185477 Gd1-CC	185478 Blanc-CM	185479 Blanc-CC
1,2,3-Trichlorobenzène (tube)	µg/tube	<0,20 ^(*)	<0,10 ^(*)	<0,20 ^(*)	<0,10 ^(*)
1,2,4-Trichlorobenzène (tube)	µg/tube	<0,20 ^(*)	<0,10 ^(*)	<0,20 ^(*)	<0,10 ^(*)
1,2-Dichlorobenzène (tube)	µg/tube	<0,20 ^(*)	<0,10 ^(*)	<0,20 ^(*)	<0,10 ^(*)
1,3,5-Trichlorobenzène (tube)	µg/tube	<0,20 ^(*)	<0,10 ^(*)	<0,20 ^(*)	<0,10 ^(*)
1,3-Dichlorobenzène (tube)	µg/tube	<0,20 ^(*)	<0,10 ^(*)	<0,20 ^(*)	<0,10 ^(*)
1,4-Dichlorobenzène (tube)	µg/tube	<0,20 ^(*)	<0,10 ^(*)	<0,20 ^(*)	<0,10 ^(*)
Chlorobenzène (tube)	µg/tube	<0,20 ^(*)	<0,10 ^(*)	<0,20 ^(*)	<0,10 ^(*)

Analyse par CPG-SM

Paramètres	Unité	185476 Gd1-CM	185477 Gd1-CC	185478 Blanc-CM	185479 Blanc-CC
GC-MS de 1-5 composés volatils (tube) ^(*)	µg/tube	Voir remarque	Voir remarque	Voir remarque	Voir remarque

Les paramètres réalisés par AL-West BV sont accrédités selon la norme EN ISO/IEC 17025:2017. Seuls les paramètres non accrédités et/ou externalisés sont marqués du symbole ^(*).

DOC-18-3274-0546-001-P3

Kamer van Koophandel
Nr. 08110898
VAT/BTW-ID-Nr.:
NL 811132559 B01

Directeur
ppa. Marc van Gelder
Dr. Paul Wimmer

page 3 de 5



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 1428706

Date: 01.07.2024

Information sur l'échantillon

Numéro d'échantillon	Nom d'échantillon	Date de prélèvement
185476	Gd1-CM	24.06.2024
185477	Gd1-CC	24.06.2024
185478	Blanc-CM	24.06.2024
185479	Blanc-CC	24.06.2024

Autres analyses

Paramètres	Unité	185476	185477	185478	185479
		Gd1-CM	Gd1-CC	Blanc-CM	Blanc-CC
Somme Dichlorobenzènes (tube)	µg/tube	n.d. ¹⁾	n.d. ¹⁾	n.d. ¹⁾	n.d. ¹⁾
Somme Trichlorobenzènes (tube)	µg/tube	n.d. ¹⁾	n.d. ¹⁾	n.d. ¹⁾	n.d. ¹⁾
1,2-Dichloropropane (tube)	µg/tube	<0,40 ^{1),2)}	<0,20 ^{1),2)}	<0,40 ^{1),2)}	<0,20 ^{1),2)}
1,3-Dichloropropane (tube) ²⁾	µg/tube	<0,40 ^{1),2)}	<0,20 ^{1),2)}	<0,40 ^{1),2)}	<0,20 ^{1),2)}
1,2,3-Trichloropropane (tube) ²⁾	µg/tube	<0,40 ^{1),2)}	<0,20 ^{1),2)}	<0,40 ^{1),2)}	<0,20 ^{1),2)}
2,3-Dichloro-1-Propène (tube) ²⁾	µg/tube	<0,40 ^{1),2)}	<0,20 ^{1),2)}	<0,40 ^{1),2)}	<0,20 ^{1),2)}
trans-1,3-Dichloropropylène (tube)	µg/tube	<0,40 ^{1),2)}	<0,20 ^{1),2)}	<0,40 ^{1),2)}	<0,20 ^{1),2)}
cis-1,3-Dichloropropylène (tube)	µg/tube	<0,40 ^{1),2)}	<0,20 ^{1),2)}	<0,40 ^{1),2)}	<0,20 ^{1),2)}
Tribromométhane (tube)	µg/tube	<0,40 ^{1),2)}	<0,20 ^{1),2)}	<0,40 ^{1),2)}	<0,20 ^{1),2)}
Dibromochlorométhane (tube)	µg/tube	<0,40 ^{1),2)}	<0,20 ^{1),2)}	<0,40 ^{1),2)}	<0,20 ^{1),2)}
Dibromométhane (tube)	µg/tube	<0,40 ^{1),2)}	<0,20 ^{1),2)}	<0,40 ^{1),2)}	<0,20 ^{1),2)}
Bromodichlorométhane (tube)	µg/tube	<0,40 ^{1),2)}	<0,20 ^{1),2)}	<0,40 ^{1),2)}	<0,20 ^{1),2)}

Remarques

Numéro d'échantillon	Remarques
185476	Aucun autres composé volatil trouvé
185477	Aucun autres composé volatil trouvé
185478	Aucun autres composé volatil trouvé
185479	Aucun autres composé volatil trouvé

Les incertitudes de mesure spécifiques aux paramètres et les informations sur la méthode de détermination sont disponibles sur demande, si les résultats communiqués sont supérieurs à la limite de quantification spécifique au paramètre. Les critères de performance minimaux des méthodes appliquées sont généralement basés selon la Directive 2009/90/CE de la Commission Européenne en ce qui concerne l'incertitude de mesure.

¹⁾ Explication : "<" ou "n.d." indiquent que la concentration de l'analyte est inférieure à la limite de quantification (LQ).

²⁾ La limite de quantification a été relevée à cause d'une augmentation de la quantité d'échantillon utilisée pour l'extraction et l'analyse.

Début de l'analyse : 25.06.2024

Fin de l'analyse : 01.07.2024

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.

Les paramètres réalisés par AL-West BV sont accrédités selon la norme EN ISO/IEC 17025:2017. Seuls les paramètres non accrédités et/ou externalisés sont marqués du symbole *).

DOC-13-2714-046-01-04

Kamer van Koophandel Directeur
Nr. 08110899 gpa, Marc van Gelder
VAT/BTW-ID-Nr.: Dr. Paul Wimmer
NL 811132559 B01

page 4 de 5



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 1428706

Date: **01.07.2024**

AL-West B.V. (AGROLAB GROUP), M. Brice Theillère, Tél : 33380681937

Ce rapport transmis électroniquement a été vérifié et validé en accord avec les prescriptions de la EN ISO/IEC 17025:2017 pour les rapports simplifiés. Il est valide avec la signature numérique.

Liste des méthodes

méthode interne

Cumène (tube) • Méstyliène (tube) • Naphtalène (tube) • Styriène (tube) • alpha-Méthylstyriène (tube) • n-Propylbenzène (tube) • Benzène (tube) • Toluène (tube) • Ethylbenzène (tube) • m,p-Xyliène (tube) • o-Xyliène (tube) • Somme Xylénés (tube) • Bromochlorométhane (tube) • 1,1-Dichloroéthène (tube) • Chlorure de Vinyle (tube) • Hexachloroéthane (tube) • Dichlorométhane (tube) • 1,1-Dichloroéthane (tube) • cis-1,2-Dichloroéthène (tube) • Trichlorométhane (tube) • 1,2-Dichloroéthane (tube) • 1,1,1-Trichloroéthane (tube) • Tétrachlorométhane (tube) • Trichloroéthylène (tube) • 1,1,2-Trichloroéthane (tube) • Tétrachloroéthylène (tube) • Hydrocarbures aliphatiques >C5-C6 (tube) • Hydrocarbures aliphatiques >C6-C8 (tube) • Hydrocarbures aliphatiques >C8-C10 (tube) • Hydrocarbures aromatiques >C5-C7 (tube) • Hydrocarbures aromatiques >C7-C8 (tube) • Hydrocarbures aromatiques >C8-C10 (tube) • 1,2,3-Trichlorobenzène (tube) • 1,2,4-Trichlorobenzène (tube) • 1,3-Dichlorobenzène (tube) • 1,3,5-Trichlorobenzène (tube) • 1,3-Dichlorobenzène (tube) • 1,4-Dichlorobenzène (tube) • Chlorobenzène (tube) • Somme Dichlorobenzènes (tube) • Somme Trichlorobenzènes (tube) • 1,2-Dichloropropane (tube) • trans-1,3-Dichloropropylène (tube) • cis-1,3-Dichloropropylène (tube) • Tribromométhane (tube) • Dibromochlorométhane (tube) • Dibromométhane (tube) • Bromodichlorométhane (tube)

méthode interne^{*)}

Somme cis/trans-1,2-Dichloroéthylénés (tube)^{*)} • Trans-1,2-Dichloroéthylène (tube)^{*)} • Somme Hydrocarbures aliphatiques (tube)^{*)} • Somme Hydrocarbures aromatiques (tube)^{*)} • Hydrocarbures aliphatiques >C10-C12 (tube)^{*)} • Hydrocarbures aliphatiques >C12-C16 (tube)^{*)} • Hydrocarbures aromatiques >C10-C12 (tube)^{*)} • Hydrocarbures aromatiques >C12-C16 (tube)^{*)} • GC-MS de 1-5 composés volatils (tube)^{*)} • 1,3-Dichloropropane (tube)^{*)} • 1,2,3-Trichloropropane (tube)^{*)} • 2,3-Dichloro-1-Propène (tube)^{*)}

Les paramètres réalisés par AL-West BV sont accrédités selon la norme EN ISO/IEC 17025:2017. Seuls les paramètres non accrédités et/ou externalisés sont marqués du symbole *).

DOC-15-2574-546-FR-F5

Kamer van Koophandel
Nr. 08110899
VAT/BTW-ID-Nr.:
NL 811132559 B01

Directeur
gpa. Marc van Gelder
Dr. Paul Wimmer

page 5 de 5



Annexe 4 : Bordereaux d'analyses de laboratoire des sols

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



HUB ENVIRONNEMENT (75)
35 Rue Belliard
75018 PARIS
FRANCE

N° de client: 35009491

RAPPORT D'ANALYSE 1428729 DIAG Loos GIPHAR

Date: 17.07.2024

Commande	1428729 Solide / Eluat
Client	35009491 HUB ENVIRONNEMENT (75)
Date de validation	24.06.2024
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 1428729 et la version du rapport d'analyse 1 contient l'analyse ou les analyses 185551-185565.

Respectueusement,

AL-West B.V. (AGROLAB GROUP), M. Brice Theillère, Tél : 33380681937

Les paramètres réalisés par AL-West BV sont accrédités selon la norme EN ISO/IEC 17025:2017. Seuls les paramètres non accrédités et/ou externalisés sont marqués du symbole *).

DOC-13-23855794-FR-PL

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

page 1 de 13



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 1428729 DIAG Loos GIPHAR

Date: 17.07.2024

Information sur l'échantillon

Numéro d'échantillon	Date de prélèvement	Nom d'échantillon
185551	24.06.2024	ST1.1
185552	24.06.2024	ST1.2
185553	24.06.2024	ST1.3
185554	24.06.2024	ST2.1
185555	24.06.2024	ST2.2

Lixiviation

Paramètres	Unité	185551 ST1.1	185552 ST1.2	185553 ST1.3	185554 ST2.1	185555 ST2.2
Fraction >4mm (EN12457-2)	%	42,1 ¹⁾	-- ³⁾	-- ³⁾	1,2 ¹⁾	-- ³⁾
Masse brute Mh pour lixiviation ^{*)}	g	110 ¹⁾	-- ³⁾	-- ³⁾	110 ¹⁾	-- ³⁾
Lixiviation (EN 12457-2)		++ ^{1),2)}	-- ³⁾	-- ³⁾	++ ^{1),2)}	-- ³⁾
Volume de lixiviant L ajouté pour l'extraction ^{*)}	ml	900	-- ³⁾	-- ³⁾	900	-- ³⁾

Prétraitement des échantillons

Paramètres	Unité	185551 ST1.1	185552 ST1.2	185553 ST1.3	185554 ST2.1	185555 ST2.2
Masse échantillon total inférieure à 2 kg ⁷⁾	kg	0,74 ¹⁾	-- ³⁾	-- ³⁾	0,75 ¹⁾	-- ³⁾
Prétraitement de l'échantillon		++ ²⁾				
Broyeur à mâchoires		++ ²⁾	-- ³⁾	-- ³⁾	-- ³⁾	++ ²⁾
Matière sèche	%	85,5 ¹⁾	83,6 ¹⁾	81,8 ¹⁾	85,1 ¹⁾	85,5 ¹⁾

Prétraitement pour analyses des métaux

Paramètres	Unité	185551 ST1.1	185552 ST1.2	185553 ST1.3	185554 ST2.1	185555 ST2.2
Minéralisation à l'eau régale		++ ²⁾	++ ²⁾	-- ³⁾	++ ²⁾	++ ²⁾

Métaux

Paramètres	Unité	185551 ST1.1	185552 ST1.2	185553 ST1.3	185554 ST2.1	185555 ST2.2
Arsenic (As)	mg/kg MS	7,7	7,9	-- ³⁾	7,9	5,6
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	0,4	0,2	-- ³⁾	0,4	0,2
Chrome (Cr)	mg/kg MS	28	26	-- ³⁾	30	19
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	61	17	-- ³⁾	28	17
Mercurie (Hg)	mg/kg MS	0,08	0,05	-- ³⁾	0,10	<0,05 ⁵⁾
Nickel (Ni)	mg/kg MS	18	24	-- ³⁾	21	12
Plomb (Pb)	mg/kg MS	110	15	-- ³⁾	50	9,2
Zinc (Zn)	mg/kg MS	200	46	-- ³⁾	84	34

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (ISO)

Paramètres	Unité	185551 ST1.1	185552 ST1.2	185553 ST1.3	185554 ST2.1	185555 ST2.2
Naphtalène	mg/kg MS	0,48	0,10	-- ³⁾	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾
Acénaphthylène	mg/kg MS	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾	-- ³⁾	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾
Acénaphthène	mg/kg MS	0,21	<0,050 ⁵⁾	-- ³⁾	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾
Fluorène	mg/kg MS	0,13	<0,050 ⁵⁾	-- ³⁾	0,069	<0,050 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 *).

DOC-13-238557294-FR-P2

Kamer van Koophandel
 Nr. 08110898
 VAT/BTW-ID-Nr.:
 NL 811132559 B01

Directeur
 ppa. Marc van Gelder
 Dr. Paul Wimmer

page 2 de 13



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 1428729 DIAG Loos GIPHAR

Date: 17.07.2024

Information sur l'échantillon

Numéro d'échantillon	Date de prélèvement	Nom d'échantillon
185551	24.06.2024	ST1.1
185552	24.06.2024	ST1.2
185553	24.06.2024	ST1.3
185554	24.06.2024	ST2.1
185555	24.06.2024	ST2.2

Paramètres	Unité	185551	185552	185553	185554	185555
		ST1.1	ST1.2	ST1.3	ST2.1	ST2.2
Phénanthrène	mg/kg MS	6,2	0,32	-- ³⁾	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾
Anthracène	mg/kg MS	1,8	<0,050 ⁵⁾	-- ³⁾	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾
Fluoranthène	mg/kg MS	9,2	0,74	-- ³⁾	0,11	<0,050 ⁵⁾
Pyrène	mg/kg MS	5,5	0,55	-- ³⁾	0,11	<0,050 ⁵⁾
Benzo(a)anthracène	mg/kg MS	4,8	0,33	-- ³⁾	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾
Chrysène	mg/kg MS	3,9	0,28	-- ³⁾	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg MS	3,7	0,31	-- ³⁾	0,089	<0,050 ⁵⁾
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS	1,8	0,14	-- ³⁾	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾
Benzo(a)pyrène	mg/kg MS	3,5	0,28	-- ³⁾	0,067	<0,050 ⁵⁾
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg MS	0,41	<0,050 ⁵⁾	-- ³⁾	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾
Benzo(g,h,i)peryène	mg/kg MS	2,0	0,17	-- ³⁾	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	mg/kg MS	3,2	<0,050 ⁵⁾	-- ³⁾	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾
HAP (6 Borneff) - somme	mg/kg MS	23,4	1,64⁴⁾	-- ³⁾	0,266⁴⁾	n.d.⁵⁾
Somme HAP (VROM)	mg/kg MS	36,9	2,36⁴⁾	-- ³⁾	0,177⁴⁾	n.d.⁵⁾
HAP (EPA) - somme	mg/kg MS	46,8⁴⁾	3,22⁴⁾	-- ³⁾	0,445⁴⁾	n.d.⁵⁾

Composés aromatiques

Paramètres	Unité	185551	185552	185553	185554	185555
		ST1.1	ST1.2	ST1.3	ST2.1	ST2.2
Benzène	mg/kg MS	<0,05 ⁵⁾				
Toluène	mg/kg MS	<0,05 ⁵⁾				
Ethylbenzène	mg/kg MS	<0,05 ⁵⁾				
m,p-Xylène	mg/kg MS	<0,10 ⁵⁾				
o-Xylène	mg/kg MS	<0,050 ⁵⁾				
Naphtalène	mg/kg MS	0,20	<0,10 ⁵⁾	-- ³⁾	<0,10 ⁵⁾	<0,10 ⁵⁾
Somme Xylènes	mg/kg MS	n.d.⁵⁾	n.d.⁵⁾	n.d.⁵⁾	n.d.⁵⁾	n.d.⁵⁾

COHV

Paramètres	Unité	185551	185552	185553	185554	185555
		ST1.1	ST1.2	ST1.3	ST2.1	ST2.2
Chlorure de Vinyle	mg/kg MS	<0,02 ⁵⁾				
Dichlorométhane	mg/kg MS	<0,05 ⁵⁾				
Trichlorométhane	mg/kg MS	<0,05 ⁵⁾				
Tétrachlorométhane	mg/kg MS	<0,05 ⁵⁾				
Trichloroéthylène	mg/kg MS	<0,05 ⁵⁾				
Tétrachloroéthylène	mg/kg MS	<0,05 ⁵⁾				
1,1,1-Trichloroéthane	mg/kg MS	<0,05 ⁵⁾				
1,1,2-Trichloroéthane	mg/kg MS	<0,05 ⁵⁾				
1,1-Dichloroéthane	mg/kg MS	<0,10 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 *).

DOC-13-23855794-FR-P3

Kamer van Koophandel
Nr. 08110898
VAT/BTW-ID-Nr.:
NL 811132559 B01

Directeur
ppa. Marc van Gelder
Dr. Paul Wimmer

page 3 de 13



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 1428729 DIAG Loos GIPHAR

Date: 17.07.2024

Information sur l'échantillon

Numéro d'échantillon	Date de prélèvement	Nom d'échantillon
185551	24.06.2024	ST1.1
185552	24.06.2024	ST1.2
185553	24.06.2024	ST1.3
185554	24.06.2024	ST2.1
185555	24.06.2024	ST2.2

Paramètres	Unité	185551 ST1.1	185552 ST1.2	185553 ST1.3	185554 ST2.1	185555 ST2.2
1,2-Dichloroéthane	mg/kg MS	<0,05 ⁵⁾				
1,1-Dichloroéthylène	mg/kg MS	<0,10 ⁵⁾				
Trans-1,2-Dichloroéthylène	mg/kg MS	<0,025 ⁵⁾				
cis-1,2-Dichloroéthylène	mg/kg MS	<0,025 ⁵⁾				
Somme cis/trans-1,2-Dichloroéthylènes	mg/kg MS	n.d.⁵⁾	n.d.⁵⁾	n.d.⁵⁾	n.d.⁵⁾	n.d.⁵⁾

Hydrocarbures totaux (ISO)

Paramètres	Unité	185551 ST1.1	185552 ST1.2	185553 ST1.3	185554 ST2.1	185555 ST2.2
Hydrocarbures totaux C10-C40	mg/kg MS	280	<20,0 ⁵⁾	<20,0 ⁵⁾	<20,0 ⁵⁾	<20,0 ⁵⁾
Fraction C10-C12 ⁴⁾	mg/kg MS	<4,0 ⁵⁾	<4,0 ⁵⁾	<4,0 ⁵⁾	<4,0 ⁵⁾	<4,0 ⁵⁾
Fraction C12-C16 ⁴⁾	mg/kg MS	9,8	<4,0 ⁵⁾	<4,0 ⁵⁾	5,5	<4,0 ⁵⁾
Fraction C16-C20 ⁴⁾	mg/kg MS	29,2	4,2	<2,0 ⁵⁾	3,2	<2,0 ⁵⁾
Fraction C20-C24 ⁴⁾	mg/kg MS	32,6	3,6	<2,0 ⁵⁾	2,6	3,4
Fraction C24-C28 ⁴⁾	mg/kg MS	41,6	3,5	<2,0 ⁵⁾	3,3	4,9
Fraction C28-C32 ⁴⁾	mg/kg MS	61	3,5	<2,0 ⁵⁾	3,9	3,3
Fraction C32-C36 ⁴⁾	mg/kg MS	72,0	<2,0 ⁵⁾	<2,0 ⁵⁾	2,6	2,5
Fraction C36-C40 ⁴⁾	mg/kg MS	29,7	<2,0 ⁵⁾	<2,0 ⁵⁾	<2,0 ⁵⁾	<2,0 ⁵⁾

Polychlorobiphényles

Paramètres	Unité	185551 ST1.1	185552 ST1.2	185553 ST1.3	185554 ST2.1	185555 ST2.2
Somme 6 PCB	mg/kg MS	0,11	0,0040⁴⁾	--³⁾	0,011⁴⁾	n.d.⁵⁾
Somme 7 PCB (Ballschmitter)	mg/kg MS	0,12	0,0040⁴⁾	--³⁾	0,013⁴⁾	n.d.⁵⁾
PCB (28)	mg/kg MS	0,005	<0,001 ⁵⁾	-- ³⁾	<0,001 ⁵⁾	<0,001 ⁵⁾
PCB (52)	mg/kg MS	0,007	<0,001 ⁵⁾	-- ³⁾	<0,001 ⁵⁾	<0,001 ⁵⁾
PCB (101)	mg/kg MS	0,015	<0,001 ⁵⁾	-- ³⁾	0,002	<0,001 ⁵⁾
PCB (118)	mg/kg MS	0,009	<0,001 ⁵⁾	-- ³⁾	0,002	<0,001 ⁵⁾
PCB (138)	mg/kg MS	0,032	0,002	-- ³⁾	0,004	<0,001 ⁵⁾
PCB (153)	mg/kg MS	0,026	0,001	-- ³⁾	0,004	<0,001 ⁵⁾
PCB (180)	mg/kg MS	0,027	0,001	-- ³⁾	0,001	<0,001 ⁵⁾

Analyses sur éluat après lixiviation

Paramètres	Unité	185551 ST1.1	185552 ST1.2	185553 ST1.3	185554 ST2.1	185555 ST2.2
L/S cumulé	ml/g	10,0	-- ³⁾	-- ³⁾	10,0	-- ³⁾
Conductivité électrique	µS/cm	360	-- ³⁾	-- ³⁾	97,5	-- ³⁾
Température	°C	20,0	-- ³⁾	-- ³⁾	19,7	-- ³⁾

Les paramètres réalisés par AL-West BV sont accrédités selon la norme EN ISO/IEC 17025:2017. Seuls les paramètres non accrédités et/ou externalisés sont marqués du symbole *).

DOC-13-23855794-FR-P4

Kamer van Koophandel
Nr. 08110898
VAT/BTW-ID-Nr.:
NL 811132559 B01

Directeur
ppa. Marc van Gelder
Dr. Paul Wimmer

page 4 de 13



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 1428729 DIAG Loos GIPHAR

Date: 17.07.2024

Information sur l'échantillon

Numéro d'échantillon	Date de prélèvement	Nom d'échantillon
185551	24.06.2024	ST1.1
185552	24.06.2024	ST1.2
185553	24.06.2024	ST1.3
185554	24.06.2024	ST2.1
185555	24.06.2024	ST2.2

Paramètres	Unité	185551 ST1.1	185552 ST1.2	185553 ST1.3	185554 ST2.1	185555 ST2.2
pH		10,5	.. ³⁾	.. ³⁾	8,3	.. ³⁾

Analyses Physico-chimiques sur éluat

Paramètres	Unité	185551 ST1.1	185552 ST1.2	185553 ST1.3	185554 ST2.1	185555 ST2.2
Demande chimique en oxygène (DCO)	mg O2/l	16	.. ³⁾	.. ³⁾	<7 ⁵⁾	.. ³⁾

Information sur l'échantillon

Numéro d'échantillon	Date de prélèvement	Nom d'échantillon
185556	24.06.2024	ST2.3
185557	24.06.2024	ST2.4
185558	24.06.2024	ST3.1
185559	24.06.2024	ST3.2
185560	24.06.2024	ST3.3

Lixiviation

Paramètres	Unité	185556 ST2.3	185557 ST2.4	185558 ST3.1	185559 ST3.2	185560 ST3.3
Fraction >4mm (EN12457-2)	%	.. ³⁾	.. ³⁾	<0,1 ^{1),5)}	1,1 ¹⁾	.. ³⁾
Masse brute Mh pour lixiviation*)	g	.. ³⁾	.. ³⁾	110 ¹⁾	110 ¹⁾	.. ³⁾
Lixiviation (EN 12457-2)		.. ³⁾	.. ³⁾	++ ^{1),2)}	++ ^{1),2)}	.. ³⁾
Volume de lixiviant L ajouté pour l'extraction*)	ml	.. ³⁾	.. ³⁾	900	900	.. ³⁾

Prétraitement des échantillons

Paramètres	Unité	185556 ST2.3	185557 ST2.4	185558 ST3.1	185559 ST3.2	185560 ST3.3
Masse échantillon total inférieure à 2 kg ⁷⁾	kg	.. ³⁾	.. ³⁾	0,71 ¹⁾	0,80 ¹⁾	.. ³⁾
Prétraitement de l'échantillon		++ ²⁾				
Matière sèche	%	82,8 ¹⁾	82,1 ¹⁾	86,7 ¹⁾	83,7 ¹⁾	82,1 ¹⁾

Prétraitement pour analyses des métaux

Paramètres	Unité	185556 ST2.3	185557 ST2.4	185558 ST3.1	185559 ST3.2	185560 ST3.3
Minéralisation à l'eau régale		++ ²⁾	.. ³⁾	++ ²⁾	++ ²⁾	.. ³⁾

Les paramètres réalisés par AL-West BV sont accrédités selon la norme EN ISO/IEC 17025:2017. Seuls les paramètres non accrédités et/ou externalisés sont marqués du symbole *).

DOC-13-23855794-FR-P5

Kamer van Koophandel
Nr. 08110898
VAT/BTW-ID-Nr.:
NL 811132559 B01

Directeur
ppa. Marc van Gelder
Dr. Paul Wimmer

page 5 de 13



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 1428729 DIAG Loos GIPHAR

Date: 17.07.2024

Information sur l'échantillon

Numéro d'échantillon	Date de prélèvement	Nom d'échantillon
185556	24.06.2024	ST2.3
185557	24.06.2024	ST2.4
185558	24.06.2024	ST3.1
185559	24.06.2024	ST3.2
185560	24.06.2024	ST3.3

Métaux

Paramètres	Unité	185556 ST2.3	185557 ST2.4	185558 ST3.1	185559 ST3.2	185560 ST3.3
Arsenic (As)	mg/kg MS	<1,0 ⁵⁾	-- ³⁾	11	3,3	-- ³⁾
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	<0,1 ⁵⁾	-- ³⁾	0,9	0,1	-- ³⁾
Chrome (Cr)	mg/kg MS	3,6	-- ³⁾	29	9,8	-- ³⁾
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	1,9	-- ³⁾	50	4,5	-- ³⁾
Mercuré (Hg)	mg/kg MS	<0,05 ⁵⁾	-- ³⁾	0,19	<0,05 ⁵⁾	-- ³⁾
Nickel (Ni)	mg/kg MS	3,7	-- ³⁾	25	7,0	-- ³⁾
Plomb (Pb)	mg/kg MS	2,6	-- ³⁾	110	5,4	-- ³⁾
Zinc (Zn)	mg/kg MS	10	-- ³⁾	170	17	-- ³⁾

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (ISO)

Paramètres	Unité	185556 ST2.3	185557 ST2.4	185558 ST3.1	185559 ST3.2	185560 ST3.3
Naphtalène	mg/kg MS	<0,050 ⁵⁾	-- ³⁾	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾	-- ³⁾
Acénaphthylène	mg/kg MS	<0,050 ⁵⁾	-- ³⁾	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾	-- ³⁾
Acénaphthène	mg/kg MS	<0,050 ⁵⁾	-- ³⁾	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾	-- ³⁾
Fluorène	mg/kg MS	<0,050 ⁵⁾	-- ³⁾	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾	-- ³⁾
Phénanthrène	mg/kg MS	<0,050 ⁵⁾	-- ³⁾	0,20	<0,050 ⁵⁾	-- ³⁾
Anthracène	mg/kg MS	<0,050 ⁵⁾	-- ³⁾	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾	-- ³⁾
Fluoranthène	mg/kg MS	<0,050 ⁵⁾	-- ³⁾	0,35	<0,050 ⁵⁾	-- ³⁾
Pyrène	mg/kg MS	<0,050 ⁵⁾	-- ³⁾	0,23	<0,050 ⁵⁾	-- ³⁾
Benzo(a)anthracène	mg/kg MS	<0,050 ⁵⁾	-- ³⁾	0,16	<0,050 ⁵⁾	-- ³⁾
Chrysène	mg/kg MS	<0,050 ⁵⁾	-- ³⁾	0,15	<0,050 ⁵⁾	-- ³⁾
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg MS	<0,050 ⁵⁾	-- ³⁾	0,14	<0,050 ⁵⁾	-- ³⁾
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS	<0,050 ⁵⁾	-- ³⁾	0,083	<0,050 ⁵⁾	-- ³⁾
Benzo(a)pyrène	mg/kg MS	<0,050 ⁵⁾	-- ³⁾	0,14	<0,050 ⁵⁾	-- ³⁾
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg MS	<0,050 ⁵⁾	-- ³⁾	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾	-- ³⁾
Benzo(g,h,i)pérylène	mg/kg MS	<0,050 ⁵⁾	-- ³⁾	0,16	<0,050 ⁵⁾	-- ³⁾
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	mg/kg MS	<0,050 ⁵⁾	-- ³⁾	0,18	<0,050 ⁵⁾	-- ³⁾
HAP (6 Borneff) - somme	mg/kg MS	n.d.⁵⁾	--³⁾	1,05	n.d.⁵⁾	--³⁾
Somme HAP (VROM)	mg/kg MS	n.d.⁵⁾	--³⁾	1,42⁴⁾	n.d.⁵⁾	--³⁾
HAP (EPA) - somme	mg/kg MS	n.d.⁵⁾	--³⁾	1,79⁴⁾	n.d.⁵⁾	--³⁾

Composés aromatiques

Paramètres	Unité	185556 ST2.3	185557 ST2.4	185558 ST3.1	185559 ST3.2	185560 ST3.3
Benzène	mg/kg MS	<0,05 ⁵⁾				
Toluène	mg/kg MS	<0,05 ⁵⁾				
Ethylbenzène	mg/kg MS	<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 *).

DOC-13-23855794-FR-P6

Kamer van Koophandel
Nr. 08110898
VAT/BTW-ID-Nr.:
NL 811132559 B01

Directeur
ppa. Marc van Gelder
Dr. Paul Wimmer

page 6 de 13



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 1428729 DIAG Loos GIPHAR

Date: 17.07.2024

Information sur l'échantillon

Numéro d'échantillon	Date de prélèvement	Nom d'échantillon
185556	24.06.2024	ST2.3
185557	24.06.2024	ST2.4
185558	24.06.2024	ST3.1
185559	24.06.2024	ST3.2
185560	24.06.2024	ST3.3

Paramètres	Unité	185556 ST2.3	185557 ST2.4	185558 ST3.1	185559 ST3.2	185560 ST3.3
m,p-Xylène	mg/kg MS	<0,10 ⁵⁾				
o-Xylène	mg/kg MS	<0,050 ⁵⁾				
Naphtalène	mg/kg MS	<0,10 ⁵⁾	.. ³⁾	<0,10 ⁵⁾	<0,10 ⁵⁾	.. ³⁾
Somme Xylènes	mg/kg MS	n.d.⁵⁾	n.d.⁵⁾	n.d.⁵⁾	n.d.⁵⁾	n.d.⁵⁾

COHV

Paramètres	Unité	185556 ST2.3	185557 ST2.4	185558 ST3.1	185559 ST3.2	185560 ST3.3
Chlorure de Vinyle	mg/kg MS	<0,02 ⁵⁾				
Dichlorométhane	mg/kg MS	<0,05 ⁵⁾				
Trichlorométhane	mg/kg MS	<0,05 ⁵⁾				
Tétrachlorométhane	mg/kg MS	<0,05 ⁵⁾				
Trichloroéthylène	mg/kg MS	<0,05 ⁵⁾				
Tétrachloroéthylène	mg/kg MS	<0,05 ⁵⁾				
1,1,1-Trichloroéthane	mg/kg MS	<0,05 ⁵⁾				
1,1,2-Trichloroéthane	mg/kg MS	<0,05 ⁵⁾				
1,1-Dichloroéthane	mg/kg MS	<0,10 ⁵⁾				
1,2-Dichloroéthane	mg/kg MS	<0,05 ⁵⁾				
1,1-Dichloroéthylène	mg/kg MS	<0,10 ⁵⁾				
Trans-1,2-Dichloroéthylène	mg/kg MS	<0,025 ⁵⁾				
cis-1,2-Dichloroéthylène	mg/kg MS	<0,025 ⁵⁾				
Somme cis/trans-1,2-Dichloroéthylènes	mg/kg MS	n.d.⁵⁾	n.d.⁵⁾	n.d.⁵⁾	n.d.⁵⁾	n.d.⁵⁾

Hydrocarbures totaux (ISO)

Paramètres	Unité	185556 ST2.3	185557 ST2.4	185558 ST3.1	185559 ST3.2	185560 ST3.3
Hydrocarbures totaux C10-C40	mg/kg MS	<20,0 ⁵⁾				
Fraction C10-C12 ^{*)}	mg/kg MS	<4,0 ⁵⁾				
Fraction C12-C16 ^{*)}	mg/kg MS	<4,0 ⁵⁾				
Fraction C16-C20 ^{*)}	mg/kg MS	<2,0 ⁵⁾	<2,0 ⁵⁾	3,0	<2,0 ⁵⁾	<2,0 ⁵⁾
Fraction C20-C24 ^{*)}	mg/kg MS	<2,0 ⁵⁾	<2,0 ⁵⁾	3,5	<2,0 ⁵⁾	<2,0 ⁵⁾
Fraction C24-C28 ^{*)}	mg/kg MS	<2,0 ⁵⁾	<2,0 ⁵⁾	4,3	<2,0 ⁵⁾	<2,0 ⁵⁾
Fraction C28-C32 ^{*)}	mg/kg MS	<2,0 ⁵⁾	<2,0 ⁵⁾	4,8	<2,0 ⁵⁾	<2,0 ⁵⁾
Fraction C32-C36 ^{*)}	mg/kg MS	<2,0 ⁵⁾	<2,0 ⁵⁾	2,7	<2,0 ⁵⁾	<2,0 ⁵⁾
Fraction C36-C40 ^{*)}	mg/kg MS	<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 *).

DOC-13-23855794-FR-P7

Kamer van Koophandel
Nr. 08110898
VAT/BTW-ID-Nr.:
NL 811132559 B01

Directeur
ppa. Marc van Gelder
Dr. Paul Wimmer

page 7 de 13



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 1428729 DIAG Loos GIPAR

Date: 17.07.2024

Information sur l'échantillon

Numéro d'échantillon	Date de prélèvement	Nom d'échantillon
185556	24.06.2024	ST2.3
185557	24.06.2024	ST2.4
185558	24.06.2024	ST3.1
185559	24.06.2024	ST3.2
185560	24.06.2024	ST3.3

Polychlorobiphényles

Paramètres	Unité	185556 ST2.3	185557 ST2.4	185558 ST3.1	185559 ST3.2	185560 ST3.3
Somme 6 PCB	mg/kg MS	n.d. ⁵⁾	-- ³⁾	0,0070 ⁴⁾	n.d. ⁵⁾	-- ³⁾
Somme 7 PCB (Ballschmitter)	mg/kg MS	n.d. ⁵⁾	-- ³⁾	0,0080 ⁴⁾	n.d. ⁵⁾	-- ³⁾
PCB (28)	mg/kg MS	<0,001 ⁵⁾	-- ³⁾	<0,001 ⁵⁾	<0,001 ⁵⁾	-- ³⁾
PCB (52)	mg/kg MS	<0,001 ⁵⁾	-- ³⁾	<0,001 ⁵⁾	<0,001 ⁵⁾	-- ³⁾
PCB (101)	mg/kg MS	<0,001 ⁵⁾	-- ³⁾	0,001	<0,001 ⁵⁾	-- ³⁾
PCB (118)	mg/kg MS	<0,001 ⁵⁾	-- ³⁾	0,001	<0,001 ⁵⁾	-- ³⁾
PCB (138)	mg/kg MS	<0,001 ⁵⁾	-- ³⁾	0,003	<0,001 ⁵⁾	-- ³⁾
PCB (153)	mg/kg MS	<0,001 ⁵⁾	-- ³⁾	0,002	<0,001 ⁵⁾	-- ³⁾
PCB (180)	mg/kg MS	<0,001 ⁵⁾	-- ³⁾	0,001	<0,001 ⁵⁾	-- ³⁾

Analyses sur éluat après lixiviation

Paramètres	Unité	185556 ST2.3	185557 ST2.4	185558 ST3.1	185559 ST3.2	185560 ST3.3
L/S cumulé	ml/g	-- ³⁾	-- ³⁾	10,0	10,0	-- ³⁾
Conductivité électrique	µS/cm	-- ³⁾	-- ³⁾	110	66,4	-- ³⁾
Température	°C	-- ³⁾	-- ³⁾	19,5	19,3	-- ³⁾
pH		-- ³⁾	-- ³⁾	8,3	8,1	-- ³⁾

Analyses Physico-chimiques sur éluat

Paramètres	Unité	185556 ST2.3	185557 ST2.4	185558 ST3.1	185559 ST3.2	185560 ST3.3
Demande chimique en oxygène (DCO)	mg O2/l	-- ³⁾	-- ³⁾	<7 ⁵⁾	-- ³⁾	-- ³⁾

Information sur l'échantillon

Numéro d'échantillon	Date de prélèvement	Nom d'échantillon
185561	24.06.2024	ST4.1
185562	24.06.2024	ST4.2
185563	24.06.2024	ST4.3
185564	24.06.2024	ST5.1
185565	24.06.2024	ST6.1

Lixiviation

Paramètres	Unité	185561 ST4.1	185562 ST4.2	185563 ST4.3	185564 ST5.1	185565 ST6.1
Fraction >4mm (EN12457-2)	%	<0,1 ^{1),5)}	-- ³⁾	-- ³⁾	<0,1 ^{1),5)}	1,5 ¹⁾
Masse brute Mh pour lixiviation*)	g	110 ¹⁾	-- ³⁾	-- ³⁾	110 ¹⁾	110 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 *).

DOC-13-238557294-FR-P8

Kamer van Koophandel
Nr. 08110898
VAT/BTW-ID-Nr.:
NL 811132559 B01

Directeur
ppa. Marc van Gelder
Dr. Paul Wimmer

page 8 de 13



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 1428729 DIAG Loos GIPHAR

Date: 17.07.2024

Information sur l'échantillon

Numéro d'échantillon	Date de prélèvement	Nom d'échantillon
185561	24.06.2024	ST4.1
185562	24.06.2024	ST4.2
185563	24.06.2024	ST4.3
185564	24.06.2024	ST5.1
185565	24.06.2024	ST6.1

Paramètres	Unité	185561 ST4.1	185562 ST4.2	185563 ST4.3	185564 ST5.1	185565 ST6.1
Lixiviation (EN 12457-2)		++ ^{1,2)}	-- ³⁾	-- ³⁾	++ ^{1,2)}	++ ^{1,2)}
Volume de lixiviant L ajouté pour l'extraction ¹⁾	ml	900	-- ³⁾	-- ³⁾	900	900

Prétraitement des échantillons

Paramètres	Unité	185561 ST4.1	185562 ST4.2	185563 ST4.3	185564 ST5.1	185565 ST6.1
Masse échantillon total inférieure à 2 kg ⁷⁾	kg	0,67 ¹⁾	-- ³⁾	-- ³⁾	0,64 ¹⁾	0,65 ¹⁾
Prétraitement de l'échantillon		++ ²⁾				
Broyeur à mâchoires		-- ³⁾	++ ²⁾	-- ³⁾	-- ³⁾	-- ³⁾
Matière sèche	%	82,8 ¹⁾	83,9 ¹⁾	81,8 ¹⁾	82,9 ¹⁾	84,1 ¹⁾

Prétraitement pour analyses des métaux

Paramètres	Unité	185561 ST4.1	185562 ST4.2	185563 ST4.3	185564 ST5.1	185565 ST6.1
Minéralisation à l'eau régale		++ ²⁾	++ ²⁾	-- ³⁾	++ ²⁾	++ ²⁾

Métaux

Paramètres	Unité	185561 ST4.1	185562 ST4.2	185563 ST4.3	185564 ST5.1	185565 ST6.1
Arsenic (As)	mg/kg MS	7,5	2,8	-- ³⁾	6,5	7,2
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	0,3	<0,1 ⁵⁾	-- ³⁾	0,2	0,3
Chrome (Cr)	mg/kg MS	27	12	-- ³⁾	22	28
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	21	3,4	-- ³⁾	9,7	15
Mercure (Hg)	mg/kg MS	0,09	<0,05 ⁵⁾	-- ³⁾	<0,05 ⁵⁾	<0,05 ⁵⁾
Nickel (Ni)	mg/kg MS	20	7,2	-- ³⁾	19	19
Plomb (Pb)	mg/kg MS	29	4,1	-- ³⁾	11	20
Zinc (Zn)	mg/kg MS	82	22	-- ³⁾	33	52

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (ISO)

Paramètres	Unité	185561 ST4.1	185562 ST4.2	185563 ST4.3	185564 ST5.1	185565 ST6.1
Naphtalène	mg/kg MS	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾	-- ³⁾	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾
Acénaphthylène	mg/kg MS	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾	-- ³⁾	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾
Acénaphthène	mg/kg MS	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾	-- ³⁾	<0,050 ⁵⁾	0,089
Fluorène	mg/kg MS	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾	-- ³⁾	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾
Phénanthrène	mg/kg MS	0,14	<0,050 ⁵⁾	-- ³⁾	0,10	0,44
Anthracène	mg/kg MS	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾	-- ³⁾	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾
Fluoranthène	mg/kg MS	0,19	<0,050 ⁵⁾	-- ³⁾	0,13	0,68

Les paramètres réalisés par AL-West BV sont accrédités selon la norme EN ISO/IEC 17025:2017. Seuls les paramètres non accrédités et/ou externalisés sont marqués du symbole *).

DOC-13-23855794-FR-F9

Kamer van Koophandel
Nr. 08110898
VAT/BTW-ID-Nr.:
NL 811132559 B01

Directeur
ppa. Marc van Gelder
Dr. Paul Wimmer

page 9 de 13



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 1428729 DIAG Loos GIPHAR

Date: 17.07.2024

Information sur l'échantillon

Numéro d'échantillon	Date de prélèvement	Nom d'échantillon
185561	24.06.2024	ST4.1
185562	24.06.2024	ST4.2
185563	24.06.2024	ST4.3
185564	24.06.2024	ST5.1
185565	24.06.2024	ST6.1

Paramètres	Unité	185561	185562	185563	185564	185565
		ST4.1	ST4.2	ST4.3	ST5.1	ST6.1
Pyrène	mg/kg MS	0,16	<0,050 ⁵⁾	.. ³⁾	0,084	0,46
Benzo(a)anthracène	mg/kg MS	0,075	<0,050 ⁵⁾	.. ³⁾	<0,050 ⁵⁾	0,14
Chrysène	mg/kg MS	0,079	<0,050 ⁵⁾	.. ³⁾	<0,050 ⁵⁾	0,17
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg MS	0,092	<0,050 ⁵⁾	.. ³⁾	<0,050 ⁵⁾	0,18
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾	.. ³⁾	<0,050 ⁵⁾	0,074
Benzo(a)pyrène	mg/kg MS	0,091	<0,050 ⁵⁾	.. ³⁾	<0,050 ⁵⁾	0,14
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg MS	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾	.. ³⁾	<0,050 ⁵⁾	<0,050 ⁵⁾
Benzo(g,h,i)perylyène	mg/kg MS	0,077	<0,050 ⁵⁾	.. ³⁾	<0,050 ⁵⁾	0,14
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	mg/kg MS	0,098	<0,050 ⁵⁾	.. ³⁾	<0,050 ⁵⁾	0,14
HAP (6 Borneff) - somme	mg/kg MS	0,548⁴⁾	n.d.⁵⁾	..³⁾	0,130⁴⁾	1,35
Somme HAP (VROM)	mg/kg MS	0,750⁴⁾	n.d.⁵⁾	..³⁾	0,230⁴⁾	1,92⁴⁾
HAP (EPA) - somme	mg/kg MS	1,00⁴⁾	n.d.⁵⁾	..³⁾	0,314⁴⁾	2,65⁴⁾

Composés aromatiques

Paramètres	Unité	185561	185562	185563	185564	185565
		ST4.1	ST4.2	ST4.3	ST5.1	ST6.1
Benzène	mg/kg MS	<0,05 ⁵⁾				
Toluène	mg/kg MS	<0,05 ⁵⁾				
Ethylbenzène	mg/kg MS	<0,05 ⁵⁾				
m,p-Xylène	mg/kg MS	<0,10 ⁵⁾				
o-Xylène	mg/kg MS	<0,050 ⁵⁾				
Naphtalène	mg/kg MS	<0,10 ⁵⁾	<0,10 ⁵⁾	.. ³⁾	<0,10 ⁵⁾	<0,10 ⁵⁾
Somme Xylènes	mg/kg MS	n.d.⁵⁾	n.d.⁵⁾	n.d.⁵⁾	n.d.⁵⁾	n.d.⁵⁾

COHV

Paramètres	Unité	185561	185562	185563	185564	185565
		ST4.1	ST4.2	ST4.3	ST5.1	ST6.1
Chlorure de Vinyle	mg/kg MS	<0,02 ⁵⁾				
Dichlorométhane	mg/kg MS	<0,05 ⁵⁾				
Trichlorométhane	mg/kg MS	<0,05 ⁵⁾				
Tétrachlorométhane	mg/kg MS	<0,05 ⁵⁾				
Trichloroéthylène	mg/kg MS	<0,05 ⁵⁾				
Tétrachloroéthylène	mg/kg MS	<0,05 ⁵⁾				
1,1,1-Trichloroéthane	mg/kg MS	<0,05 ⁵⁾				
1,1,2-Trichloroéthane	mg/kg MS	<0,05 ⁵⁾				
1,1-Dichloroéthane	mg/kg MS	<0,10 ⁵⁾				
1,2-Dichloroéthane	mg/kg MS	<0,05 ⁵⁾				
1,1-Dichloroéthylène	mg/kg MS	<0,10 ⁵⁾				
Trans-1,2-Dichloroéthylène	mg/kg MS	<0,025 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 *).

DOC-13-23855794-FR-PIJ

Kamer van Koophandel
Nr. 08110898
VAT/BTW-ID-Nr.:
NL 811132559 B01

Directeur
ppa. Marc van Gelder
Dr. Paul Wimmer

page 10 de 13



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 1428729 DIAG Loos GIPHAR

Date: 17.07.2024

Information sur l'échantillon

Numéro d'échantillon	Date de prélèvement	Nom d'échantillon
185561	24.06.2024	ST4.1
185562	24.06.2024	ST4.2
185563	24.06.2024	ST4.3
185564	24.06.2024	ST5.1
185565	24.06.2024	ST6.1

Paramètres	Unité	185561 ST4.1	185562 ST4.2	185563 ST4.3	185564 ST5.1	185565 ST6.1
cis-1,2-Dichloroéthylène	mg/kg MS	<0,025 ⁵⁾				
Somme cis/trans-1,2-Dichloroéthylènes	mg/kg MS	n.d. ⁵⁾				

Hydrocarbures totaux (ISO)

Paramètres	Unité	185561 ST4.1	185562 ST4.2	185563 ST4.3	185564 ST5.1	185565 ST6.1
Hydrocarbures totaux C10-C40	mg/kg MS	<20,0 ⁵⁾				
Fraction C10-C12 ^{*)}	mg/kg MS	<4,0 ⁵⁾				
Fraction C12-C16 ^{*)}	mg/kg MS	<4,0 ⁵⁾				
Fraction C16-C20 ^{*)}	mg/kg MS	<2,0 ⁵⁾	<2,0 ⁵⁾	<2,0 ⁵⁾	<2,0 ⁵⁾	3,6
Fraction C20-C24 ^{*)}	mg/kg MS	3,1	<2,0 ⁵⁾	<2,0 ⁵⁾	3,6	3,9
Fraction C24-C28 ^{*)}	mg/kg MS	3,7	<2,0 ⁵⁾	<2,0 ⁵⁾	3,9	4,3
Fraction C28-C32 ^{*)}	mg/kg MS	4,0	<2,0 ⁵⁾	<2,0 ⁵⁾	3,4	4,0
Fraction C32-C36 ^{*)}	mg/kg MS	2,9	<2,0 ⁵⁾	<2,0 ⁵⁾	<2,0 ⁵⁾	2,5
Fraction C36-C40 ^{*)}	mg/kg MS	<2,0 ⁵⁾				

Polychlorobiphényles

Paramètres	Unité	185561 ST4.1	185562 ST4.2	185563 ST4.3	185564 ST5.1	185565 ST6.1
Somme 6 PCB	mg/kg MS	0,050 ⁴⁾	n.d. ⁵⁾	-- ³⁾	0,033 ⁴⁾	0,034 ⁴⁾
Somme 7 PCB (Ballschmitter)	mg/kg MS	0,050 ⁴⁾	n.d. ⁵⁾	-- ³⁾	0,033 ⁴⁾	0,034 ⁴⁾
PCB (28)	mg/kg MS	0,002	<0,001 ⁵⁾	-- ³⁾	<0,001 ⁵⁾	<0,001 ⁵⁾
PCB (52)	mg/kg MS	<0,001 ⁵⁾	<0,001 ⁵⁾	-- ³⁾	<0,001 ⁵⁾	<0,001 ⁵⁾
PCB (101)	mg/kg MS	0,004	<0,001 ⁵⁾	-- ³⁾	0,002	0,004
PCB (118)	mg/kg MS	<0,001 ⁵⁾	<0,001 ⁵⁾	-- ³⁾	<0,001 ⁵⁾	<0,001 ⁵⁾
PCB (138)	mg/kg MS	0,013	<0,001 ⁵⁾	-- ³⁾	0,010	0,010
PCB (153)	mg/kg MS	0,014	<0,001 ⁵⁾	-- ³⁾	0,010	0,010
PCB (180)	mg/kg MS	0,017	<0,001 ⁵⁾	-- ³⁾	0,011	0,010

Dioxines et Dibenzofuranes

Paramètres	Unité	185561 ST4.1	185562 ST4.2	185563 ST4.3	185564 ST5.1	185565 ST6.1
PCDD,PCDF somme (17 paramètres) ^{*)}	ng/kg MS	220 ⁴⁾	-- ³⁾	-- ³⁾	250 ⁴⁾	-- ³⁾
2,3,7,8-Tétra CDD ^{*)}	ng/kg MS	<1,0 ^{5),6)}	-- ³⁾	-- ³⁾	<1,0 ^{5),6)}	-- ³⁾
1,2,3,7,8-Penta CDD ^{*)}	ng/kg MS	<1,0 ^{5),6)}	-- ³⁾	-- ³⁾	<1,0 ^{5),6)}	-- ³⁾
1,2,3,6,7,8-Hexa CDD ^{*)}	ng/kg MS	<1,0 ^{5),6)}	-- ³⁾	-- ³⁾	<1,0 ^{5),6)}	-- ³⁾
1,2,3,4,7,8-Hexa CDD ^{*)}	ng/kg MS	<1,0 ^{5),6)}	-- ³⁾	-- ³⁾	<1,0 ^{5),6)}	-- ³⁾

Les paramètres réalisés par AL-West BV sont accrédités selon la norme EN ISO/IEC 17025:2017. Seuls les paramètres non accrédités et/ou externalisés sont marqués du symbole *).

DOC-13-23855794-FR-P11

Kamer van Koophandel
Nr. 08110898
VAT/BTW-ID-Nr.:
NL 811132559 B01

Directeur
ppa. Marc van Gelder
Dr. Paul Wimmer

page 11 de 13



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 1428729 DIAG Loos GIPHAR

Date: 17.07.2024

Information sur l'échantillon

Numéro d'échantillon	Date de prélèvement	Nom d'échantillon
185561	24.06.2024	ST4.1
185562	24.06.2024	ST4.2
185563	24.06.2024	ST4.3
185564	24.06.2024	ST5.1
185565	24.06.2024	ST6.1

Paramètres	Unité	185561	185562	185563	185564	185565
		ST4.1	ST4.2	ST4.3	ST5.1	ST6.1
1,2,3,7,8,9-Hexa CDD*)	ng/kg MS	<1,0 ^{(5),(6)}	-- ⁽³⁾	-- ⁽³⁾	<1,0 ^{(5),(6)}	-- ⁽³⁾
1,2,3,4,6,7,8-Hepta CDD*)	ng/kg MS	26 ⁽⁶⁾	-- ⁽³⁾	-- ⁽³⁾	23 ⁽⁶⁾	-- ⁽³⁾
1,2,3,7,8-Penta CDF*)	ng/kg MS	<1,0 ^{(5),(6)}	-- ⁽³⁾	-- ⁽³⁾	<1,0 ^{(5),(6)}	-- ⁽³⁾
2,3,4,7,8-Penta CDF*)	ng/kg MS	2,0 ⁽⁶⁾	-- ⁽³⁾	-- ⁽³⁾	1,0 ⁽⁶⁾	-- ⁽³⁾
2,3,7,8-Tétra CDF*)	ng/kg MS	2,0 ⁽⁶⁾	-- ⁽³⁾	-- ⁽³⁾	1,0 ⁽⁶⁾	-- ⁽³⁾
1,2,3,4,7,8-Hexa CDF*)	ng/kg MS	3,0 ⁽⁶⁾	-- ⁽³⁾	-- ⁽³⁾	2,0 ⁽⁶⁾	-- ⁽³⁾
1,2,3,4,7,8,9-Hepta CDF*)	ng/kg MS	<3,0 ^{(5),(6)}	-- ⁽³⁾	-- ⁽³⁾	<3,0 ^{(5),(6)}	-- ⁽³⁾
1,2,3,4,6,7,8-Hepta CDF*)	ng/kg MS	10 ⁽⁶⁾	-- ⁽³⁾	-- ⁽³⁾	7,0 ⁽⁶⁾	-- ⁽³⁾
Octa CDF*)	ng/kg MS	22 ⁽⁶⁾	-- ⁽³⁾	-- ⁽³⁾	<10 ^{(5),(6)}	-- ⁽³⁾
I-TEQ-PCDD/F-OTAN/CCMS (limite inférieure*)	ng TE/kg MS	2,33 ⁽⁴⁾	-- ⁽³⁾	-- ⁽³⁾	1,41 ⁽⁴⁾	-- ⁽³⁾
I-TEQ-PCDD/F-OMS (2005*)	ng TE/kg MS	1,8 ⁽⁴⁾	-- ⁽³⁾	-- ⁽³⁾	1,1 ⁽⁴⁾	-- ⁽³⁾
1,2,3,6,7,8-Hexa CDF*)	ng/kg MS	1,0 ⁽⁶⁾	-- ⁽³⁾	-- ⁽³⁾	1,0 ⁽⁶⁾	-- ⁽³⁾
Octa CDD*)	ng/kg MS	150 ⁽⁶⁾	-- ⁽³⁾	-- ⁽³⁾	210 ⁽⁶⁾	-- ⁽³⁾
1,2,3,7,8,9-Hexa CDF*)	ng/kg MS	<1,0 ^{(5),(6)}	-- ⁽³⁾	-- ⁽³⁾	<1,0 ^{(5),(6)}	-- ⁽³⁾
2,3,4,6,7,8-Hexa CDF*)	ng/kg MS	2,0 ⁽⁶⁾	-- ⁽³⁾	-- ⁽³⁾	<1,0 ^{(5),(6)}	-- ⁽³⁾

Analyses sur éluat après lixiviation

Paramètres	Unité	185561	185562	185563	185564	185565
		ST4.1	ST4.2	ST4.3	ST5.1	ST6.1
L/S cumulé	ml/g	10,0	-- ⁽³⁾	-- ⁽³⁾	10,0	10,0
Conductivité électrique	µS/cm	83,3	-- ⁽³⁾	-- ⁽³⁾	84,8	110
Température	°C	20,4	-- ⁽³⁾	-- ⁽³⁾	19,8	19,5
pH		8,8	-- ⁽³⁾	-- ⁽³⁾	8,7	9,2

Analyses Physico-chimiques sur éluat

Paramètres	Unité	185561	185562	185563	185564	185565
		ST4.1	ST4.2	ST4.3	ST5.1	ST6.1
Demande chimique en oxygène (DCO)	mg O2/l	<7 ⁽⁵⁾	-- ⁽³⁾	-- ⁽³⁾	<7 ⁽⁵⁾	15

Les incertitudes de mesure spécifiques aux paramètres et les informations sur la méthode de détermination sont disponibles sur demande, si les résultats communiqués sont supérieurs à la limite de quantification spécifique au paramètre. Les critères de performance minimaux des méthodes appliquées sont généralement basés selon la Directive 2009/90/CE de la Commission Européenne en ce qui concerne l'incertitude de mesure.

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.

Les paramètres réalisés par AL-West BV sont accrédités selon la norme EN ISO/IEC 17025:2017. Seuls les paramètres non accrédités et/ou externalisés sont marqués du symbole *).

DOC-13-23855794-FR-P12

Kamer van Koophandel
Nr. 08110898
VAT/BTW-ID-Nr.:
NL 811132559 B01

Directeur
ppa. Marc van Gelder
Dr. Paul Wimmer

page 12 de 13



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 1428729 DIAG Loos GIPHAR

Date: 17.07.2024

- ⁵⁾ Explication : "<" ou "n.d." indiquent que la concentration de l'analyte est inférieure à la limite de quantification (LQ).
⁶⁾ Etant donnée l'influence perturbatrice de l'échantillon, les limites de quantification ont été relevées.
⁷⁾ Des différences sont notées par rapport aux lignes directrices si moins de 2 kg d'échantillon ont été livrés

Début de l'analyse : 25.06.2024
Fin de l'analyse : 17.07.2024

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.

AL-West B.V. (AGROLAB GROUP), M. Brice Theillère, Tél : 33380681937

Ce rapport transmis électroniquement a été vérifié et validé en accord avec les prescriptions de la EN ISO/IEC 17025:2017 pour les rapports simplifiés. Il est valide avec la signature numérique.

Liste des méthodes

calculé ^{(ZF)*}	PCDD,PCDF somme (17 paramètres) ^(*)
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
DIN 38414-24 (S24) ^{(ZF)*}	2,3,7,8-Tétra CDD ^(*) • 1,2,3,7,8-Penta CDD ^(*) • 1,2,3,6,7,8-Hexa CDD ^(*) • 1,2,3,4,7,8-Hexa CDD ^(*) • 1,2,3,7,8,9-Hexa CDD ^(*) • 1,2,3,4,6,7,8-Hepta CDD ^(*) • 1,2,3,7,8-Penta CDF ^(*) • 2,3,4,7,8-Penta CDF ^(*) • 2,3,7,8-Tétra CDF ^(*) • 1,2,3,4,7,8-Hexa CDF ^(*) • 1,2,3,4,7,8,9-Hepta CDF ^(*) • 1,2,3,4,6,7,8-Hepta CDF ^(*) • Octa CDF ^(*) • 1,2,3,6,7,8-Hexa CDF ^(*) • Octa CDD ^(*) • 1,2,3,7,8,9-Hexa CDF ^(*) • 2,3,4,6,7,8-Hexa CDF ^(*)
ISO 15705	Demande chimique en oxygène (DCO)
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 • Naphthalène • 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 • Somme cis/trans-1,2-Dichloroéthylènes
Minéralisation conforme à NEN-EN-ISO 54321, mesure conforme à NEN-EN-ISO 11885	Arsenic (As) • Cadmium (Cd) • Chrome (Cr) • Cuivre (Cu) • Nickel (Ni) • Plomb (Pb) • Zinc (Zn)
méthode interne	Masse échantillon total inférieure à 2 kg ⁽⁷⁾ • Broyeur à mâchoires
méthode interne ^{(ZF)*}	I-TEQ-PCDD/F-OTAN/CCMS (limite inférieure) ^(*) • I-TEQ-PCDD/F-OMS (2005) ^(*)
NEN-EN 15934	Matière sèche
NEN-EN 16167	Somme 6 PCB • Somme 7 PCB (Ballschmitter) • 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
Selon norme lixiviation ^(*)	Masse brute Mh pour lixiviation ^(*) • Volume de lixiviant L ajouté pour l'extraction ^(*)
équivalent à NF EN 16181	Naphtalène • 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

^(*) Sous-traitance à un laboratoire du groupe Agrolab.

Laboratoires du groupe Agrolab

Analysé par

(ZF) ZFD, BERNECKERSTR. 17-21, 95448 BAYREUTH

Service fourni en externe par

Les paramètres réalisés par AL-West BV sont accrédités selon la norme EN ISO/IEC 17025:2017. Seuls les paramètres non accrédités et/ou externalisés sont marqués du symbole *).

DOC-13-23855794-FR-PL3

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

page 13 de 13



Annexe 5 : Méthodologie EQRS

Le calcul de risque sanitaire a pour but de présenter de manière explicite, aux différentes parties, les éléments d'analyse sur lesquels la prise de décision pourra s'appuyer. À ce titre, cette étude est un outil d'analyse au service de la politique de gestion des sites et sols pollués, elle doit respecter les principes suivants :

- **Le principe de prudence scientifique** (prise en compte tous les risques avérés)
- **Le principe de proportionnalité** (adéquation des moyens avec le but recherché)
- **Le principe de spécificité** (utilisation d'outils spécifiques)
- **Le principe de transparence** (explicitation de tous les moyens mis en œuvre)

1. Méthodologie générale

L'évaluation des risques liés aux substances chimiques se décompose en quatre étapes :

- **La caractérisation des paramètres initiaux** (sources potentielles de contamination, vecteurs de transfert, récepteurs) permet de définir le schéma conceptuel d'exposition récapitulant l'ensemble des voies de transfert et d'exposition pour les populations cibles ;
- **L'évaluation de l'exposition** consiste à quantifier l'exposition (les concentrations ou les doses) des populations sur la base du schéma conceptuel d'exposition établi ;
- **L'évaluation de la toxicité** englobe l'identification du potentiel dangereux (ou détermination des effets indésirables que les substances chimiques sont intrinsèquement capables de provoquer chez l'homme) et l'évaluation des relations dose-effet (ou estimation du rapport entre le niveau d'exposition, ou la dose, et l'incidence et la gravité des effets) ;
- **La caractérisation du risque est la synthèse de l'évaluation des risques**, et quantifie le risque lié aux substances chimiques, en présentant les résultats sous une forme exploitable, accompagnée d'une évaluation des incertitudes relevées tout au long de l'étude.

2. Descriptif technique

L'évaluation des risques sanitaires se décompose en plusieurs étapes :

- **Analyse des données** (compilation et synthèse des données issues des différentes études réalisées au droit du site),
- **Évaluation des expositions** (définition des scénarii d'exposition, quantification des doses journalières d'exposition),
- **Sélection des substances** (détermination des substances retenues pour l'étude et leurs concentrations associées dans les sols et/ou la nappe) ;
- **Évaluation de la relation dose-réponse** : recueil des valeurs toxicologiques de référence disponibles au moment de la réalisation de l'étude, et choix argumenté d'une valeur toxicologique pour chaque substance retenue,
- **Caractérisation des risques** (effets avec seuil et sans seuil),
- **Évaluation des incertitudes**
- **Interprétation des résultats** : hiérarchisation des risques, détermination des objectifs de réhabilitation (ou de dépollution) et/ou de servitudes à mettre en place.

2.1. Analyse des données

L'ensemble des données issues des investigations réalisées au droit du site est compilé et analysé.

2.2. L'évaluation de l'exposition

L'évaluation de l'exposition est constituée de plusieurs étapes :

- Une caractérisation des lieux d'exposition (en accord avec les plans de réaménagement envisagés)
- Une identification des voies d'exposition (inhalation de gaz, ingestion de sols, etc.)

- Une identification des cibles susceptibles d'être exposées
- Une définition des scénarii d'exposition (construction du schéma conceptuel d'exposition)
- Une quantification de l'exposition (Dose Journalière d'Exposition (DJE) ou, pour un gaz, Concentration Inhalée (CI))

2.2.1 Caractérisation du lieu d'exposition

Le lieu d'exposition est décrit dans les plans du site. Il est important de connaître précisément ses caractéristiques au vu des calculs à effectuer.

Cette étape sert également à établir les voies de transfert et d'exposition potentielles.

2.2.2 Identification des voies d'exposition et des cibles

Dans une étude de risques, les **voies d'exposition** potentielles sont les voies de contact directes (ingestion des sols, inhalation de poussières) et indirectes (inhalation de substances volatiles, ingestion de végétaux, etc.). Le choix des voies retenues est fonction de l'aménagement prévu sur le site.

Les **cibles** sont les futurs usagers du site. Afin d'englober tous les cas de figures, les cibles retenues pour effectuer le calcul de risque sont les cibles les plus vulnérables (les plus exposées aux substances polluantes).

2.2.3 Définition des scénarii d'exposition

Plusieurs scénarii d'exposition peuvent être étudiés séparément, puis compilés. Chaque scénario doit contenir :

- Une source de pollution,
- Une voie de transfert (volatilisation, infiltration dans les nappes souterraines, etc.),
- Une cible,
- Un mode d'exposition (inhalation, ingestion, etc.).

Un schéma conceptuel d'exposition résumant de façon claire et précise tous les scénarii d'exposition doit être élaboré.

2.2.4 Quantification de l'exposition

Elle vise à calculer les doses journalières (ou concentration pour les gaz) d'exposition des cibles aux substances identifiées. Pour cela, il est important de définir les différents paramètres d'exposition :

- Les durées et fréquences d'exposition,
- Les caractéristiques des cibles (âge, poids, etc.),
- Les concentrations dans les sols ou dans l'air intérieur ou extérieur.

La **concentration de substance inhalée** permet la quantification de l'exposition journalière à une substance gazeuse polluante, présente dans l'air ambiant. Elle est définie comme une concentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) et se calcule grâce à la formule suivante dans le cas d'un risque lié à une inhalation de gaz.

$$CI = \frac{(Ci * Ti + Ce * Te) * T * Ef}{24 * Tm * 365}$$

Avec :

CI : concentration moyenne inhalée théorique ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Ci : concentration de la substance testée dans l'air intérieur ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Ti : fréquence d'exposition à la substance dans l'air intérieur (h/j)

Ce : concentration de la substance testée dans l'air extérieur ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Te : fréquence d'exposition à la substance dans l'air extérieur (h/j)

T : durée d'exposition théorique (an)
Ef : fréquence d'exposition théorique (j/an)
Tm : période de temps sur laquelle est moyennée l'exposition (ans)

2.3 La sélection des substances

Les substances sont sélectionnées pour l'étude à partir des analyses effectuées sur les sols et du schéma conceptuel.

Les différentes analyses effectuées en amont de l'analyse des risques sanitaires servent à déterminer quelles substances sont présentes dans les sols ou nappes souterraines dans des proportions supérieures aux normes tolérées ; le risque sera calculé relativement à ces substances.

Le schéma conceptuel permet d'indiquer quelles substances sont susceptibles d'entrer en contact avec les cibles. Si le seul mode d'exposition est l'inhalation par exemple, il ne faut prendre en compte que les substances volatiles et donc susceptibles d'être inhalées.

Les substances sélectionnées sont connues pour être toxiques pour la santé humaine. Elles ne peuvent être utilisées pour les calculs que s'il existe des valeurs toxicologiques de référence associées qui soient accessibles et fiables.

2.4 L'évaluation de la relation dose-effet

Le but de l'évaluation dose-effet est d'identifier les effets indésirables qu'une substance peut avoir sur la santé humaine et, si possible, de déterminer une relation entre le niveau d'exposition et la gravité de ces effets.

Les valeurs toxicologiques de références (VTR) qui sont utilisées dans les évaluations de risques sont calculées à partir de la relation dose-effet des substances. Le portail des substances chimiques de l'INERIS (2009) consultable sur internet, propose une bibliothèque de fiches toxicologiques de nombreuses substances.

Il existe deux grandes catégories de substances toxiques. Les substances dites sans seuil d'effet qui sont cancérigènes, et les substances à seuil d'effet, non cancérigènes.

Il n'est pas rare de constater que des substances entrent dans les deux catégories : c'est-à-dire qu'elles ont des effets cancérigènes mais peuvent provoquer d'autres maux à partir d'une certaine dose. Dans le cas de ces substances, les risques sont calculés pour les deux effets, puis hiérarchisés en fonction de la gravité des conséquences.

2.4.1 Caractérisation des substances à effets cancérigènes (sans seuil)

Les substances à effets cancérigènes, aussi appelées substances sans seuil d'effet, présentent un risque à tous les niveaux d'exposition, excepté le niveau 0 (dose d'exposition nulle).

Plusieurs classifications des substances existent. Elles sont classées par rapport à leur niveau de cancérogénicité. L'US EPA définit les classes suivantes :

Classification US EPA :

- Groupe A :** Substance cancérigène pour l'homme
- Groupe B1 :** Substance probablement cancérigène pour l'homme avec des données disponibles limitées chez l'homme.
- Groupe B2 :** Substance probablement cancérigène chez l'homme mais il existe des preuves suffisantes chez l'animal et des preuves non adéquates ou pas de preuves chez l'homme.
- Groupe C :** Cancérigène possible pour l'homme.
- Groupe D :** Substance non classifiable quant à la cancérogénicité pour l'homme.
- Groupe E :** Substance pour laquelle il existe des preuves de non-cancérogénicité pour l'homme

Le Centre International de Recherche sur le Cancer de l'Organisation Mondiale de la Santé (CIRC/IARC) a également effectué une classification décrite ci-dessous :

Classification du CIRC / IARC :

- Groupe 1 :** L'agent (le mélange) est cancérogène pour l'homme.
- Groupe 2A :** L'agent (le mélange) est probablement cancérogène pour l'homme.
- Groupe 2B :** L'agent (le mélange) est peut-être cancérogène pour l'homme.
- Groupe 3 :** L'agent (le mélange) est inclassable quant à sa cancérogénicité pour l'homme
- Groupe 4 :** L'agent (le mélange) n'est probablement pas cancérogène pour l'homme.

Enfin l'Union Européenne a émis une classification réglementaire (applicable en France) quant aux effets cancérogènes, mutagènes, ou toxiques pour la reproduction des produits chimiques. La classification des substances cancérogènes est définie ci-dessous :

Classification de l'Union Européenne

- Catégorie 1 :** Substances que l'on sait être cancérogène pour l'homme.
- Catégorie 2 :** Substances devant être assimilées à des substances cancérogènes pour l'homme
Substances préoccupantes pour l'homme en raison d'effets cancérogènes possible mais pour
- Catégorie 3 :** lesquelles les informations disponibles ne permettent pas une évaluation satisfaisante (preuves insuffisantes).

Pour évaluer le risque de ces substances cancérigènes la valeur toxicologique de référence est utilisée. Il peut s'agir de :

- **L'Excès de Risques Unitaire (ERU)** pour la voie orale. Il correspond à 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 de la substance cancérogène. Cet indice est l'inverse d'une dose et s'exprime en $(\text{mg/kg MS/j})^{-1}$.
- **L'Inhalation Unit Risk (IUR)** élaboré par l'US-EPA, pour la voie respiratoire. Cet indice est l'inverse d'une concentration et s'exprime en $\text{m}^3/\mu\text{g}$.

2.4.2 Caractérisation des substances à effets non cancérigènes (avec seuil)

Les substances à effets non cancérigènes présentent un risque lorsque le niveau d'exposition dépasse un certain seuil. En dessous de ce seuil, des mécanismes physiologiques tels que l'absorption, la distribution, l'excrétion, et le métabolisme, réduisent les effets néfastes de la substance. La dose (ou concentration) seuil est la dose (ou concentration) la plus basse engendrant un effet néfaste. Elle est estimée à partir d'études sur les animaux, ou à partir de données humaines lorsqu'elles sont disponibles.

Plusieurs valeurs de VTR sont disponibles et varient selon le mode d'exposition (orale ou respiratoire) et les conditions d'exposition (chronique, aiguë, ...). En général, un calcul de risque s'effectue pour des expositions chroniques. On utilise alors la **Reference concentration** (RfC) pour la voie respiratoire. Cet indice est homogène à une concentration et s'exprime en $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Ces VTR, élaborées par l'US-EPA sont les plus utilisées pour une évaluation des risques sanitaires.

2.4.3 Choix des valeurs toxicologiques de référence

Les VTR sont choisies conformément aux instructions de la circulaire du 30 mai 2006 du ministre en charge de la santé.

2.5 La caractérisation du risque

La caractérisation du risque est l'étape finale de l'EQRS. Elle sert à quantifier le risque à partir des valeurs obtenues aux étapes précédentes.

2.5.1 Calcul du risque pour une substance cancérigène

Pour une substance cancérigène, l'Excès de Risque Individuel (ERI) est calculé. Il représente l'excès de risque théorique de développer un cancer dans les conditions d'expositions spécifiques au calcul.

Il s'agit du produit entre la dose (ou concentration) journalière d'exposition et la valeur toxicologique de référence sélectionnée pour la substance.

Il est sans unité.

Pour une inhalation :

$$ERI = CI * IUR$$

Avec :

ERI : Excès de Risque Individuel, calculé pour des substances cancérigènes (sans dimension)

CI : Concentration moyenne inhalée théorique, calculé à l'étape *Quantification de l'exposition* ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

IUR : Inhalation Unit Risk ; valeur toxicologique de référence sélectionnée pour la substance cancérigène $\text{m}^3/\mu\text{g}$.

2.5.2 Calcul du risque pour une substance non cancérigène

Pour une substance non cancérigène, le Quotient de Danger (QD) est calculé.

Il s'agit du rapport entre la dose (ou concentration) journalière d'exposition et la valeur toxicologique de référence sélectionnée pour la substance.

Il est sans unité.

Pour une inhalation :

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

Avec :

IR : Indice de Risque théorique, calculé pour des substances non cancérigènes (sans dimension)

CI : Concentration moyenne inhalée théorique, calculé à l'étape *Quantification de l'exposition* ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

RfC : Reference Concentration ; valeur toxicologique de référence sélectionnée pour la substance non cancérigène ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

2.5.3 Règle de cumul des effets

Les risques sont calculés séparément pour chaque substance intervenant dans l'étude. En l'absence de connaissances sur les interférences entre les différentes substances, il est considéré que les effets produits par ces différentes substances s'ajoutent.

- Pour les effets à seuil (non cancérigènes), l'additivité des indices de risque entre voies d'exposition et substances est retenue comme hypothèse de départ, quel que soit les effets sanitaires associés à chacune des substances considérées ;

- Pour les effets sans seuil (cancérogènes), le cumul des ERI correspond à l'hypothèse d'une indépendance des effets cancérogènes des différentes substances.

2.5.4 Interprétation des résultats

Les valeurs ainsi calculées sont à comparer aux intervalles de gestion des risques publiés par le MEEDDAT dans un document présentant les nouvelles démarches de gestion des sites et sols pollués (V0. Février 2007).

Pour les substances non cancérogènes (à seuil) :

- Si $IR < 1$ la survenue d'un effet toxique apparaît peu probable même pour une population sensible : le risque est acceptable.
- Si $IR > 1$ l'effet toxique peut vraisemblablement apparaître : le risque est inacceptable.

Pour les substances cancérogènes (sans seuil) :

- Si $ERI < 10^6$ le niveau de risque toxicologique est considéré comme acceptable
- Si $ERI > 10^6$ le niveau de risque toxicologique est considéré comme inacceptable

2.6 Evaluation des incertitudes

L'analyse des risques résiduels fait bien sûr l'objet de nombreuses incertitudes dues aux outils de modélisation et au choix arbitraire de certains paramètres. Les incertitudes sont donc présentes tout au long du processus de calcul du risque et peuvent parfois être significatives.

Une évaluation des incertitudes est alors nécessaire à effectuer à la fin de toute EQRS.

Annexe 6 : Présentation du logiciel Modul'ERS

D'après le rapport d'étude INERIS DRC-14-141968-00696A (Mars 2014), « Guide l'utilisateur ».

MODUL'ERS a été produit par l'INERIS dans le cadre des programmes d'appui de l'institut pour le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie (MEDDE).

MODUL'ERS est un outil logiciel pour la réalisation des évaluations prospectives des risques sanitaires effectuées dans le cadre de l'analyse des effets sur la santé des Installations Classées Pour l'Environnement (ICPE) et pour la réalisation des Evaluations de Risque Sanitaire (ERS) des sites et sols pollués. Il permet d'estimer les concentrations dans les milieux, les niveaux d'exposition et des niveaux de risque en fonction du temps.

Il consiste en une plateforme de modélisation et de simulation et en une bibliothèque de modules, basée sur le manuel référencé DRC-08—94882-16675B et intitulé « *Jeux d'équations pour la modélisation des expositions liées à la contamination d'un sol ou aux émissions d'une installation industrielle* ».

MODUL'ERS permet de :

- Construire des modèles multimédias adaptés, en agençant les modules prédéfinis de la bibliothèque, selon le schéma conceptuel du site étudié ;
- Mener des simulations déterministes, probabilistes et des analyses de sensibilité sur les résultats.

Cet outil a été développé à partir de la plateforme de modélisation et simulation ECOLEGO, logiciel de la société Facilia. MODUL'ERS est en fait un applicatif d'ECOLEGO, dont les fonctionnalités ont été augmentées et adaptées, avec le concours de Facilia, aux besoins des études menées dans le cadre de la politique de gestion des Installations Classées Pour l'Environnement (ICPE) et des sites et sols pollués.

MODUL'ERS est un outil permettant de faire concrètement le lien entre le schéma conceptuel défini pour le site d'étude et l'évaluation prospective des expositions et des risques sanitaires, puisque la première étape consiste pour l'utilisateur à construire son modèle sur la base du schéma conceptuel.

MODUL'ERS se veut donc avant tout un outil flexible, permettant de construire un modèle adapté au cas d'étude, en termes de mécanismes de transfert à prendre en compte (principe de spécificité) et en terme de précision requise et d'informations disponibles (principe de proportionnalité).

Ainsi, pour chaque substance étudiée, l'utilisateur peut choisir :

- **De prendre en compte ou non un mécanisme de transfert pour modéliser la concentration attendue dans un milieu.** Par exemple, il peut tenir compte de la perte de polluant par le sol lié au ruissellement pour calculer la concentration dans le sol et de l'apport équivalent vers les eaux superficielles pour calculer la concentration dans les eaux superficielles. Mais ces deux aspects « apport » et « perte », liés au phénomène de ruissellement peuvent être découplés, et l'utilisateur peut, dans une approche conservatoire, ne considérer que le phénomène d'apport pour éviter de sous-estimer la concentration attendue dans le sol ;
- **Entre différentes approches de modélisation, pour représenter certains mécanismes de transfert ou estimer des coefficients de transfert entre différentes matrices** (exemples : modèle Volasoil ou Johnson et Ettinger pour le transfert de polluant du sol vers l'air intérieur, approche dynamique ou stationnaire pour le calcul des concentrations dans les matrices animales...) ;
- **Entre l'utilisation de données mesurées pour les concentrations dans les milieux et les niveaux d'exposition ou le recours à la modélisation.** Si, par exemple, l'utilisateur voulant évaluer l'exposition aux polychlorodibenzodioxines (PCDD) et aux polychlorobiphényles (PCB) par ingestion d'œufs dispose de données de mesure uniquement pour le premier groupe de substances, il pourra entrer ses données pour des dioxines et estimer les concentrations de PCB dans les œufs par modélisation au cours d'une même simulation.

MODUL'ERS vise aussi à améliorer la transparence des études.

Les éléments contribuant à cet objectif sont :

- **La fourniture d'un manuel présentant les équations sur lesquelles MODUL'ERS est basé. Ce document, revu par des experts nationaux et internationaux, présente les hypothèses et les limites des équations utilisées.** Ce manuel et le rapport reprenant les commentaires et les réponses apportées par l'INERIS sont accessibles dans la documentation jointe au logiciel ;
- **La possibilité de visualiser la manière dont les équations ont été implémentées dans le logiciel,** grâce à une syntaxe simple du type de celle utilisée sous Excel. La navigation par lien hypertexte permet ainsi de retrouver facilement l'ensemble des équations utilisées pour estimer une grandeur donnée ;
- **La mise en évidence des données d'entrée modifiées par l'utilisateur dans son étude par rapport aux valeurs prédéfinies.** Cette mise en évidence se traduit, à l'écran, par l'apparition des valeurs modifiées en caractères gras et, dans le rapport éditable, par la fourniture des valeurs prédéfinies dans l'outil, à côté de celles retenues par l'utilisateur.
- **L'accès aux valeurs, intervalles de valeurs ou/et distributions statistiques renseignant les données d'entrée, la fourniture au sein du logiciel des références utilisées pour définir ces valeurs par défaut et le statut de validation accordée à ces valeurs.**

Le travail de collecte, de vérification et de sélection de valeurs, intervalles de valeurs ou/et distributions statistiques pour chaque donnée d'entrée est un travail très consommateur de temps, mais important au vu de la sensibilité des modèles d'exposition à un certain nombre de données d'entrée. Dans un premier temps, ce statut de validation vise à qualifier le niveau d'analyse effectuée par l'INERIS pour renseigner la donnée d'entrée considérée, et ainsi aider l'utilisateur, ayant réalisé une analyse de sensibilité, à identifier les données d'entrée pour lesquelles une estimation plus fine est possible. In fine, cela permettra à l'utilisateur d'améliorer la qualité de son étude en réduisant les incertitudes entourant le résultat.

A terme, l'objectif est d'aller plus loin en fournissant des rapports spécifiques pour présenter les sources consultées de manière plus détaillée, les données collectées et leur contexte d'obtention, ainsi que les raisons ayant orienté la sélection de valeurs pour chaque donnée d'entrée du modèle. Ce travail a déjà été réalisé pour les paramètres d'exposition relatifs aux animaux. Le rapport correspondant est accessible dans la documentation annexée au logiciel.

EQRS Loos



Report generated: Wed Jul 10 10:18:46 CEST 2024

Table of contents

- 1 Project properties
- 2 Materials/Species
- 3. Model description
 - 3.1. Constantes_Reglages
 - 3.2. Conc_gaz_air_interieur_J_E
 - 3.3. Conc_gaz_air_exterieur
 - 3.4. Niveaux_Exposition_Risque
- 4 Simulation settings
- 5 Results

1. Project properties

Project name	EQRS Loos
Author	X
Description	Modele_base : version 2.0.1

CHAMP D'UTILISATION

MODUL'ERS est un outil logiciel pour la réalisation des évaluations de risque prospectives effectuées dans le cadre de l'analyse des effets pour la santé des installations classées et pour la réalisation des Analyses de Risques Résiduels des sites et sols pollués.

Il est donc avant tout orienté vers l'estimation des expositions et des risques chroniques pour une source de contamination locale.

Toutefois, les concentrations dans les milieux et les niveaux d'exposition sont également données en fonction du temps. La représentativité de ces données de sortie dépend de celles des données d'entrée et des hypothèses sur lesquelles reposent les modèles utilisés (calcul dynamique ou à l'état stationnaire, temps nécessaire pour satisfaire une hypothèse d'équilibre,...). Le détail de ces hypothèses est présenté dans le document "Jeux d'équations pour la modélisation des expositions liées à la contamination d'un sol ou aux émissions d'une installation industrielle" (référence INERIS DRC-08-94882-16675B).

MODUL'ERS peut être utilisé pour des substances organiques et inorganiques. Toutefois, dans sa version actuelle, MODUL'ERS ne prend pas en compte le pH des milieux et ne calcule pas la fraction ionisée des substances organiques partiellement ionisables. Pour étudier les substances organiques partiellement ionisables, il peut être nécessaire d'ajuster les paramètres relatifs aux substances en fonction de la répartition entre la forme neutre et la forme ionisée dans le milieu. Pour le mercure, MODUL'ERS donne des valeurs de paramètres pour les formes inorganique et organique, mais n'estime pas la répartition des deux formes dans les différents milieux.

2. Materials/Species

Materials

Name	Enabled
Benzo(a)pyrène	Yes
Naphtalène	Yes
Arom C10 C12	Yes
Arom C12 C16	Yes

3. Model description

Interaction Matrix

Constantes Reglages	Constantes Reglages to Conc gaz air interieur J E	Constantes Reglages to Conc gaz air exterieur		1
	Conc gaz air interieur J E		Conc gaz air interieur J E to Niveaux Exposition Risque	2
	Conc gaz air exterieur to Conc gaz air interieur J E	Conc gaz air exterieur	Conc gaz air exterieur to Niveaux Exposition Risque	3
			Niveaux Exposition Risque	4
1	2	3	4	

3.1. Constantes Reglages

Constantes Reglages		Sub-system
Id	Constantes_Reglages	
Enabled flag	Yes	
Symbol	Constantes Reglages	
Object	Output	Sub-system
organique	organique organique	Conc gaz air interieur J E Conc gaz air exterieur
type Polluant	type Polluant type Polluant	Conc gaz air interieur J E Conc gaz air exterieur
inorganique	inorganique inorganique	Conc gaz air interieur J E Conc gaz air exterieur

General variable changes

Vector general variables

Full Name	Symbol	Unit
type_Polluant	type Polluant	
Description		
Indiquer s'il s'agit d'un polluant organique ou inorganique		
Materials	Value	Predefined value
Benzo(a)pyrène	organique	
Naphtalène	organique	
Arom C10_C12	organique	Constantes_Reglages.non_defini
Arom C12_C16	organique	Constantes_Reglages.non_defini

Parameter changes

Scalar parameters

Full Name	Symbol	Unit			
Age de l'individu au début de l'exposition	Age _{individu,debut,expo}	year			
Description					
sert au calcul de la dose d'exposition de l'individu en fonction de son âge (effets cancérigènes)					
Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
18.0	0.0			unid(0,18)	

Full Name	Symbol	Unit			
Date du début d'exposition de l'individu	Date _{debut,expo,individu}	year			
Description					
sert au calcul de la dose d'exposition de l'individu en fonction de son âge (effets cancérigènes). Date du début d'exposition de l'individu à ou aux sources de contamination étudiée(s) par rapport au début de la simulation.					
Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
18.0	0.0			unid(0,30)	

Full Name	Symbol	Unit			
Durée d'exposition de l'individu	Duree _{expo,individu}	year			
Description					
sert au calcul de la dose d'exposition de l'individu en fonction de son âge (effets cancérigènes).Durée d'exposition de l'individu à ou aux source(s) de contamination du site.					
Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
42.0	30.0				

Vector parameters

--

Full Name	Symbol	Unit
Age minimal de chaque classe d'âge	Age _{min,classes}	year

Description

sert au calcul de la dose d'exposition de l'individu en fonction de son âge (effets cancérigènes).
 Pour chaque classe d'âge à prendre en compte, définir l'âge minimal. Les classes doivent se succéder selon l'âge croissant.
 Pour les classes non utilisées, laisser la valeur infinie par défaut.

Classes_d'age	Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
classe_1	18.0	0.0				
classe_10	Infinity					
classe_2	Infinity	1.0				
classe_3	Infinity	3.0				
classe_4	Infinity	6.0				
classe_5	Infinity	11.0				
classe_6	Infinity	15.0				
classe_7	Infinity	18.0				
classe_8	Infinity					
classe_9	Infinity					

3.2. Conc gaz air interieur J E

Conc gaz air interieur J E		Sub-system
Id	Conc_gaz_air_interieur_J_E	
Enabled flag	Yes	
Symbol	Conc gaz air interieur J E	
Description	<p>Le module est basé sur les équations du modèle de Johnson et Ettinger (Johnson et al., 1991). Il permet le calcul du flux d'émission à partir d'une source sol ou d'une source nappe et l'estimation des concentrations attendues dans l'endroit où a lieu l'émission (sous-sol ou pièces à vivre selon les cas) et dans le lieu de vie, si le bâtiment comporte un sous-sol.</p> <p>La moyenne annuelle de la concentration dans le lieu de vie et les niveaux d'exposition par inhalation sont également calculées. 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.</p> <p>La concentration de la source est définie comme une constante .</p> <p><u>Ce module est conçu pour un bâtiment construit sur une dalle (dalle d'un bâtiment de plain pied ou dalle d'un sous-sol). Il n'est pas adapté dans le cas d'un bâtiment sur vide sanitaire.</u></p> <p><u>Pour le calcul du flux d'émission, l'utilisateur peut définir les caractéristiques de 2 couches de sol différentes entre la source et la surface inférieure de la dalle du bâtiment . Ces couches de sol sont numérotées de la source vers la surface . La partie enterrée du bâtiment est supposée incluse dans une couche de mêmes caractéristiques que la couche 2 (utilisation par le modèle des caractéristiques de cette couche de sol pour estimer les flux convectif et diffusif au niveau de la dalle). Par conséquent, si une seule couche de sol a besoin d'être renseignée entre la source et la surface d'émission (sol homogène), renseigner la couche numérotée 2 et laisser les valeurs par défaut des données d'entrée pour la couche 1 .</u></p> <p>1) <u>Dans le cas d'une source nappe</u> , en plus du transfert dans la frange capillaire, il est possible de considérer la diffusion du polluant dans la nappe ("aquifère mal mélangé").</p> <p>2) Dans le cas d'une source sol, la concentration attendue dans le bâtiment peut être estimée en utilisant la solution pour une <u>source infinie</u> ou la solution pour une <u>source finie</u> .</p> <p>* <u>La solution en source finie peut être utilisée dans le cas d'un bâtiment avec ou sans sous-sol</u> . Dans le cas d'un sous-sol, <u>celui-ci doit se trouver au-dessus de la source sol</u> (sous-sol non inclus dans la source-sol).</p> <p>Par ailleurs, dans le cas d'une source finie, si la distance entre la source et la dalle est nulle (epaisseur_couche1 et epaisseur_couche2 égales à 0), par défaut cette distance sera considérée comme égale à 1 cm par le modèle.</p> <p>*Dans le cas de la solution pour une <u>source sol considérée comme infinie</u> , si l'utilisateur définit <u>le volume de la source et la concentration dans le sol (Cs_source)</u> , le flux d'émission émis à un instant t peut être limité par un <u>contrôle de la masse de polluant dans le sol</u> . Le contrôle de la masse de polluant porte soit sur le flux d'émission instantané, soit sur la quantité de polluant émise depuis le début de la simulation.</p> <p>- Dans le premier cas (contrôle de la masse de polluant portant sur le flux d'émission instantané), le flux d'émission (appelé J), résultant des transferts par convection et diffusion, est constant jusqu'à l'instant t, où $J \times t \times \text{Surface_batiment} = Q$ (quantité initiale présente dans le sol) puis il est égal à : $Q / \text{Surface_batiment} / t$. Le flux ainsi calculé sert notamment au calcul des niveaux d'exposition des cibles à un instant t (Cinh_fraction_expo_classe_age et Cinh_fraction_expo_individu), ainsi qu'au calcul de la concentration dans le lieu de vie en moyenne annuelle (Cinh_lieu_vie_moy_an) et des niveaux d'exposition par inhalation en moyenne annuelle</p>	

(Cinh_fraction_expo_classe_age_moy_an) au-delà de la première année de simulation.

- Dans le second cas (contrôle de masse de polluant sur la quantité de polluant émise depuis le début de la simulation), le flux d'émission (appelé J_{prime}), résultant des transferts par convection et diffusion, est constant jusqu'à l'instant t , où $J \times t \times X_{Surface_batiment} = Q$ (quantité initiale présente dans le sol) puis il est égal à 0. Le flux ainsi calculé sert notamment au calcul du niveau d'exposition par inhalation sur la vie entière (Cinh_fraction_expo_vie_entiere) et aux niveaux d'exposition en moyenne annuelle lors de la première année de simulation (les variables calculées selon cette approche portent le suffixe $_{prime}$).

Pour une source sol infinie, la concentration dans l'air du sol peut aussi être calculée en tenant compte ou non du mélange de substances présentes dans le sol et en appliquant ou non la loi de Raoult pour cela.

L'apport de polluant dans le bâtiment à partir de l'air extérieur peut également être pris en compte en définissant la concentration dans l'air extérieur (Cag_e_Hb_attrib)
La concentration de bruit de fond dans l'air intérieur peut être prise en compte. La fraction gazeuse peut être définie par l'utilisateur (Cag_i_BF_E) ou calculée à partir de l'équation 1.1.35 et de la concentration de bruit de fond dans l'air incluant les fractions gazeuse et particulaire (Ca_i_BF).

Object	Input	Sub-system
type Polluant	type Polluant	Constantes Replages
organique	organique	Constantes Replages
inorganique	inorganique	Constantes Replages
Cag_e,Hb,attrib,prime	Cag_e,Hb,attrib,prime	Conc gaz air exterieur
Cag_e,Hb,attrib	Cag_e,Hb,attrib	Conc gaz air exterieur
Object	Output	Sub-system
Cinh fraction expo classe age moy an	Cinh fraction,expo,classe,age,moy,an	Niveaux Exposition Risque
Cinh fraction,expo,vie,entiere	Cinh fraction,expo,vie,entiere	Niveaux Exposition Risque

General variable changes

Vector general variables

Full Name	Symbol	Unit
definition_Cas_source	definition Cas source	
Description		
A définir si definition_Cinh est différent de valeur_entree. Sélectionner le mode d'estimation de la concentration dans l'air du sol, attribuable à la source sol étudiée (hors bruit de fond) : valeur définie par l'utilisateur (valeur_entree), valeur calculée à partir d'une concentration dans le sol (valeur_calculée_sol) ou valeur calculée à partir d'une concentration dans l'eau de la nappe (valeur_calculée_nappe).		
Materials	Value	Predefined value
Benzo(a)pyrène	valeur_calculée_sol	Conc_gaz_air_interieur_J_E.valeur_entree_sol
Naphtalène	valeur_calculée_sol	Conc_gaz_air_interieur_J_E.valeur_entree_sol
Arom C10_C12	valeur_calculée_sol	Conc_gaz_air_interieur_J_E.valeur_entree_sol
Arom C12_C16	valeur_calculée_sol	Conc_gaz_air_interieur_J_E.valeur_entree_sol

Full Name	Symbol	Unit
definition_Cinh	definition Cinh	
Description		
Sélectionner l'option à prendre en compte pour définir la concentration de polluant dans le bâtiment (lieu d'entrée du flux dans le bâtiment pièce à vivre dans le cas d'un bâtiment sur dalle ou sous-sol dans les autres cas). Il peut s'agir d'une valeur calculée par le modèle : concentration attribuable au site (valeur_Cag_i_inh_attrib) ou concentration totale (valeur_Cag_i_inh_tot) ou d'une valeur définie par l'utilisateur (valeur_entrée)		
Materials	Value	Predefined value
Benzo(a)pyrène	valeur_Cag_i_inh_attrib	Conc_gaz_air_interieur_J_E.valeur_entree
Naphtalène	valeur_Cag_i_inh_attrib	Conc_gaz_air_interieur_J_E.valeur_entree
Arom C10_C12	valeur_Cag_i_inh_attrib	Conc_gaz_air_interieur_J_E.valeur_entree
Arom C12_C16	valeur_Cag_i_inh_attrib	Conc_gaz_air_interieur_J_E.valeur_entree

Full Name	Symbol	Unit
definition_source	definition source	
Description		
A définir si definition_Cinh est différent de valeur_entree. Sélectionner le type de modélisation : modèle de Johnson et Ettingher en source finie, utilisable uniquement dans le cas d'une source sol et si la pollution n'est pas à une profondeur inférieure à celle de la dalle du bâtiment (cas des murs au niveau de la source de pollution), ou en source infinie (source-sol ou source-nappe).		
Materials	Value	Predefined value
Benzo(a)pyrène	source_infinie	Conc_gaz_air_interieur_J_E.non_defini
Naphtalène	source_infinie	Conc_gaz_air_interieur_J_E.non_defini
Arom C10_C12	source_infinie	Conc_gaz_air_interieur_J_E.non_defini
Arom C12_C16	source_infinie	Conc_gaz_air_interieur_J_E.non_defini

Parameter changes

Scalar parameters

Full Name		Symbol	Unit
Hauteur du bâtiment		HBat	m
Description			
A définir si definition_Cinh est différent de valeur_entree			
Value	Predefined	Min value	Max value
3.0	0.0		
Comment			
Vérifié			

Full Name		Symbol	Unit
Largeur_Bat		Largeur_Bat	m
Description			
A définir si definition_Cinh est différent de valeur_entree			
Value	Predefined	Min value	Max value
30.0	0.0		

Full Name		Symbol	Unit
Longueur du bâtiment		Longueur_Bat	m
Description			
A définir si definition_Cinh est différent de valeur_entree			
Value	Predefined	Min value	Max value
35.0	0.0		

Full Name		Symbol	Unit
Perméabilité intrinsèque de la couche 2		ka,2	m ²
Description			
A définir si definition_Cinh est différent de valeur_entree. Sert au calcul du flux d'air du sol entrant dans le bâtiment (Qsol). Paramètre à renseigner même si la couche polluée vient au contact de la dalle du bâtiment : utiliser alors la perméabilité de la couche polluée			
Value	Predefined	Min value	Max value
3.45E-13	0.0	1.0E-16	1.0E-10
Comment			
Vérifié. Sols sableux : 10 ⁻¹³ à 10 ⁻¹⁰ ; Sols limoneux : 10 ⁻¹³ à 10 ⁻¹¹ ; Sols argileux : 10 ⁻¹⁶ à 10 ⁻¹²			

Full Name		Symbol	Unit
Porosite de la couche de sol 2		n2	unitless
Description			
A définir si definition_Cinh est différent de valeur_entree. Paramètre à renseigner même si la couche polluée vient au contact de la dalle du bâtiment : utiliser alors la même porosité que celle de la couche polluée			
Value	Predefined	Min value	Max value
0.45	0.0	0.25	0.5
Comment			

Vérfié. Sols sableux : 0,25 à 0,4 (0,4 par défaut) ; sols limoneux et argileux : 0,35 à 0,5 (0,45 par défaut)

Full Name		Symbol	Unit
Porosité de la couche de sol pollué		Porosite_couche,source	unitless
Description			
A définir si definition_Cinh est différent de valeur_entree et s'il s'agit d'une source sol (definition Cas_source_sol=valeur_calculée_sol ou definition Cas_source_sol=valeur_entree_sol)			
Value	Predefined	Min value	Max value
0.45	0.0	0.25	0.5
Comment			
Vérfié. Sols sableux : 0,25 à 0,4 (0,4 par défaut) ; sols limoneux et argileux : 0,35 à 0,5 (0,45 par défaut)			

Full Name		Symbol	Unit
Rayon de fissure		Rayon_fissure	m
Description			
A définir si definition_Cinh est différent de valeur_entree			
Value	Predefined	Min value	Max value
0.0050	0.0	5.0E-4	0.0050

Full Name		Symbol	Unit
Teneur en carbone organique de la couche contenant la source sol		foc	unitless
Description			
A définir si definition_Cas_source=valeur_calculée_sol et si Kd_source est défini à partir de Koc ou logKoc (en l'absence de connexion pour ce paramètre à partir de modules amont)			
Value	Predefined	Min value	Max value
0.0050	0.0	0.0010	0.01
Comment			
Vérfié			

Vector parameters

Full Name		Symbol	Unit
Coefficient de diffusion dans l'air		Da	m ² s ⁻¹
Materials	Value	Predefined	Min value
Benzo(a)pyrène	4.85E-6		
Naphtalène	7.33E-6		
Arom C10_C12	1.0E-5	NaN	
Arom C12_C16	1.0E-5	NaN	
Materials	Comment		
Benzo(a)pyrène	Valeur à 25°C. Valeur ajustée à 12,5°C : 4,5E-6		
Naphtalène	Valeur à 25°C. Valeur ajustée à 12,5°C : 6,9E-6		

Arom C10_C12

Arom C12_C16

Full Name	Symbol	Unit				
Coefficient de diffusion dans l'eau	De	m ² s ⁻¹				
Materials	Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
Benzo(a)pyrène	5.69E-10					
Naphtalène	7.989999999999999E-10					
Arom C10_C12	1.0E-9	NaN				
Arom C12_C16	1.0E-9	NaN				
Materials	Comment					
Benzo(a)pyrène	Valeur à 25°C. Valeur ajustée à 12,5°C : 4,0E-10					
Naphtalène	Valeur à 25°C. Valeur ajustée à 12,5°C : 5,6E-10					
Arom C10_C12						
Arom C12_C16						

Full Name	Symbol	Unit				
Coefficient de partage carbone organique-eau	Koc	l kg ⁻¹				
Description						
Coefficient de partage carbone organique-eau. A définir si definition_Cas_source==valeur_calculée_sol. L'utilisateur doit définir pour chaque substance une valeur soit pour Kd_source_E, soit pour log Kd_source_E, soit pour log Koc, soit pour log Koc (en l'absence de connexion pour ce paramètre à partir de modules amont). Mettre Koc à -1 (valeur par défaut) en cas de substances inorganiques						
Materials	Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
Benzo(a)pyrène	3900000.0	-1.0				
Naphtalène	1250.0	-1.0				
Arom C10_C12	2500.0	-1.0				
Arom C12_C16	5000.0	-1.0				

Full Name	Symbol	Unit				
Concentration au niveau de la source sol (hors bruit de fond)	Cs _{source,sol}	mg kg ⁻¹				
Description						
A définir si definition_Cinh est différent de valeur_entree, s'il s'agit d'une source sol et 1) si Cas_source est différent de Cas_source_E ou 2) pour tenir compte de la masse initiale présente dans le sol dans le calcul du flux maximal (si Cs_source_sol=0, la concentration dans l'air Cag_i_inh_attrib sera calculée sans tenir compte de ce flux maximal) ou 3) si definition_source=source_finie. Concentration dans le sol prise en compte pour le calcul des émissions de polluants gazeux à partir du sol vers l'air intérieur (concentration hors bruit de fond).Cs_source_sol doit être constante (pas de variation avec le temps)						
Materials	Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
Benzo(a)pyrène	3.5	0.0				
Naphtalène	0.67	0.0				
Arom C10_C12	4.7	0.0				
Arom C12_C16	11.3	0.0				

Full Name		Symbol	Unit
Constante de Henry à température du sol		H_{Ts}	$\text{Pa m}^3 \text{mol}^{-1}$
Description			
A définir si definition_Cinh est différent de valeur_entree. Mettre à 0 pour les substances inorganiques (hors mercure)			
Materials	Value	Predefined	Min value Max value PDF Predefined
Benzo(a)pyrène	0.0535		0.0465 0.111
Naphtalène	48.0		
Arom C10_C12	350.0	-1.0	
Arom C12_C16	530.0	-1.0	
Materials	Comment		
Benzo(a)pyrène	Valeurs à 25°C - Valeur ponctuelle ajustée à 12,5°C : 0,025		
Naphtalène	Valeur à 25°C - Valeur ajustée à 12,5°C : 19		
Arom C10_C12			
Arom C12_C16			

Full Name		Symbol	Unit
Epaisseur de la couche 2 de la ZNS		l_2	m
Description			
Epaisseur de la couche 2 de la ZNS (située entre la couche 1 et la dalle du bâtiment. Dans le cas d'une source nappe, la hauteur de la frange capillaire n'est pas incluse dans l'épaisseur de la couche 2. A définir si definition_Cinh est différent de valeur_entree			
Materials	Value	Predefined	Min value Max value PDF Predefined
Benzo(a)pyrène	1.0	0.0	
Naphtalène	1.0	0.0	
Arom C10_C12	1.0	0.0	
Arom C12_C16	1.0	0.0	

Full Name		Symbol	Unit
Fraction annuelle de temps passé à l'intérieur (lieu de vie + sous-sol) sur le site		$f_{\text{annuelle, temps, int}}$	unitless
Description			
A définir pour le calcul du niveau d'exposition par inhalation			
Classes_d'age	Value	Predefined	Min value Max value PDF Predefined
classe_1	0.18	0.726	
classe_10	0.0		
classe_2	0.0	0.726	
classe_3	0.0	0.63	
classe_4	0.0	0.63	
classe_5	0.0	0.643	
classe_6	0.0	0.606	
classe_7	0.0	0.686	
classe_8	0.0		
classe_9	0.0		
Classes_d'age	Comment		

classe_1	Vérfié. temps passé au domicile, à l'intérieur
classe_10	
classe_2	Vérfié. temps passé au domicile, à l'intérieur
classe_3	Vérfié. temps passé au domicile, à l'intérieur
classe_4	Vérfié. temps passé au domicile, à l'intérieur
classe_5	Vérfié. temps passé au domicile, à l'intérieur
classe_6	Vérfié. temps passé au domicile, à l'intérieur
classe_7	Vérfié. temps passé au domicile, à l'intérieur
classe_8	
classe_9	

Full Name	Symbol	Unit				
Masse molaire	M	g mol ⁻¹				
Materials	Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
Benzo(a)pyrène	252.32					
Naphtalène	128.18					
Arom C10_C12	150.0	-1.0				
Arom C12_C16	170.0	-1.0				

Full Name	Symbol	Unit
Pression de vapeur à température du sol	Pvap _{Ts}	Pa

Description						
A définir si definition_Cas_source=valeur_calculée_sol. Paramètre servant au calcul de la concentration dans l'air du sol dans le cas d'une source sol						
Materials	Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
Benzo(a)pyrène	7.21E-7					
Naphtalène	11.0					
Arom C10_C12	63.99	-1.0				
Arom C12_C16	4.79	-1.0				
Materials	Comment					
Benzo(a)pyrène	Valeur à 25°C. Valeur ajustée à 12,5°C : 8,2E-8 ; valeur ajustée à 20°C : 3,0E-7					
Naphtalène	Valeur à 25°C. Valeur ajustée à 12,5°C : 3,1 ; valeur ajustée à 20°C : 7,6					
Arom C10_C12						
Arom C12_C16						

Full Name	Symbol	Unit
Température de fusion	Tm	K

Description						
Paramètre servant au calcul des fractions de polluant sous forme particulaire et sous forme gazeuse dans l'air et au calcul de la concentration dans l'air du sol						
Materials	Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
Benzo(a)pyrène	452.0					
Naphtalène	353.0					

Arom C10_C12	350.0	-1.0
Arom C12_C16	360.0	-1.0

Lookup table changes

Scalar lookup tables

Full Name	Symbol	Unit
Teneur en eau de la couche contenant la source sol	\ominus couche,source	unitless
Description		
A définir si definition_Cas_source_sol=valeur_calculée.		
Cyclic option		
No		
Interpolation		
Interpolation-Use End Values		
Time	Values	
Predefined	0.0:0.0	
0.0	0.3	

Full Name	Symbol	Unit
Teneur en eau de la couche de sol 2	\ominus couche2	unitless
Description		
A définir si definition_Cinh est différent de valeur_entrée. Paramètre à renseigner même si la couche polluée vient au contact de la dalle du bâtiment : utiliser alors la même teneur en eau que celle de la couche polluée		
Cyclic option		
No		
Interpolation		
Interpolation-Use End Values		
Time	Values	
Predefined	0.0:0.0	
0.0	0.3	

3.3. Conc gaz air extérieur

Conc gaz air extérieur		Sub-system
Id	Conc_gaz_air_exterieur	
Enabled flag	Yes	
Symbol	Conc gaz air extérieur	
Description	<p>Le module permet le calcul du flux d'émission à partir d'une source sol ou d'une source nappe, l'estimation des concentrations attendues dans l'air et les niveaux d'exposition par inhalation de polluant gazeux en milieux extérieur</p> <p>Dans les deux cas, <u>l'utilisateur peut définir les caractéristiques de 2 couches de sol différentes au-dessus de la source (sauf pour le calcul du flux de diffusion à partir d'une source sol finie). Ces couches de sol sont numérotées de la source vers la surface . Si une seule couche de sol a besoin d'être renseignée entre la source et la surface d'émission (sol homogène), renseigner la couche numérotée 2 et laisser les valeurs par défaut des données d'entrée pour la couche 1 .</u></p> <p>1) Dans le cas d'une source nappe , la concentration sera définie comme une constante . Il sera possible de considérer des remontées capillaires jusqu'à la surface ou non et la diffusion du polluant dans la nappe ("aquifère mal mélangé") en plus du transfert dans la frange capillaire.</p> <p>2) <u>Dans le cas d'une source sol, si la distance entre la source et la surface du sol est non nulle, le flux de diffusion devra être calculé en régime stationnaire (ce qui correspond à une source sol infinie) , avec ou sans remontées capillaires à la surface. La concentration dans le sol ou le gaz du sol sera définie comme une constante .</u></p> <p>Dans ce cas, <u>en définissant le volume de la source, la surface d'émission (S_émission) et la concentration dans le sol (Cs_source) , il est néanmoins possible de limiter le flux d'émission émis à un instant t par un contrôle de la masse de polluant dans le sol . Le contrôle de la masse de polluant effectué porte soit sur le flux d'émission instantané, soit sur la quantité de polluant émise depuis le début de la simulation.</u></p> <p>* Dans le premier cas (contrôle de la masse de polluant portant sur le flux d'émission instantané), le flux d'émission (appelé J), résultant des transferts par convection et diffusion, est constant jusqu'à l'instant t, où $J \times t \times S_émission = Q$ (quantité initiale présente dans le sol) puis il est égal à : $Q / S_émission / t$. Le flux ainsi calculé sert notamment au calcul des niveaux d'exposition des cibles à un instant t (Cinh_fraction_expo_classe_age et Cinh_fraction_expo_individu), ainsi qu'au calcul de la concentration dans le lieu de vie en moyenne annuelle (Cinh_lieu_vie_moy_an) et des niveaux d'exposition par inhalation en moyenne annuelle (Cinh_fraction_expo_classe_age_moy_an) au-delà de la première année de simulation.</p> <p>* Dans le second cas (contrôle de masse de polluant sur la quantité de polluant émise depuis le début de la simulation), le flux d'émission (appelé J_prime), résultant des transferts par convection et diffusion, est constant jusqu'à l'instant t, où $J \times t \times S_émission = Q$ (quantité initiale présente dans le sol) puis il est égal à 0. Le flux ainsi calculé sert notamment au calcul du niveau d'exposition par inhalation sur la vie entière (Cinh_fraction_expo_vie_entiere) et aux niveaux d'exposition en moyenne annuelle lors de la première année de simulation (les variables calculées selon cette approche portent le suffixe _prime).</p> <p>Par ailleurs, dans le cas d'une source sol infinie, la concentration dans l'air du sol peut être calculée en tenant compte ou non du mélange de substances présentes dans le sol et en appliquant ou non la loi de Raoult pour cela.</p> <p>* <u>Dans le cas d'une source sol, si la distance entre la source et la surface du sol est nulle , le flux de diffusion devra être calculé en utilisant l'approche de Jury (1984) : approche avec une source-sol finie.</u></p>	

Pour le calcul de la concentration inhalée par les cibles, il est possible, en plus des sources sol ou nappe, de tenir compte de la concentration de polluant liée à d'autres sources de polluants issues du site. Pour définir cette concentration et la concentration de bruit de fond dans l'air, l'utilisateur peut définir les concentrations incluant les fractions gazeuse et particulaire ($Ca_{e_autres_sources_sites}$ et Ca_{e_BF} respectivement) ou les concentrations gazeuses seules ($Cag_{e_autres_sources_sites_E}$ et Cag_{e_BF}). Dans le premier cas, la fraction gazeuse sera calculée à partir de l'équation 1.1.35 du rapport sur les Jeux d'équation.

La concentration inhalée par les cibles est calculée à la hauteur de respiration de ces cibles. Il est aussi possible de calculer la concentration dans l'air à une hauteur Hb différente (exemple hauteur des fenêtres pour connecter cette donnée au module $Conc_gaz_air_int_Volasoil$ et tenir compte de l'apport de polluant dans le bâtiment à partir de l'extérieur).

Voir le chapitre 1.2 Partie B du rapport Jeux d'équations pour la modélisation des expositions liées à la contamination d'un sol ou aux émissions d'une installation industrielle et note INERIS_DRC_18 sur les modes de calcul des flux de polluant..

Object	Input	Sub-system
inorganique	inorganique	Constantes Replages
organique	organique	Constantes Replages
type Polluant	type Polluant	Constantes Replages
Object	Output	Sub-system
$Cag_{e,Hb,attrib,prime}$	$Cag_{e,Hb,attrib,prime}$	Conc gaz air interieur J E
$Cag_{e,Hb,attrib}$	$Cag_{e,Hb,attrib}$	Conc gaz air interieur J E
$Cinh_{fraction,expo,vie,entiere}$	$Cinh_{fraction,expo,vie,entiere}$	Niveaux Exposition Risque
$Cinh_{fraction\ expo\ classe\ age\ moy\ an}$	$Cinh_{fraction,expo,classe,age,moy,an}$	Niveaux Exposition Risque

General variable changes

Vector general variables

Full Name	Symbol	Unit
definition_Cas_source_sol	definition Cas source sol	
Description		
A définir si definition_flux_J=source_sol_infinie ou si definition_flux_J= source_sol_finie.Sélectionner le mode d'estimation de la concentration dans l'air du sol, attribuable à la source sol étudiée (hors bruit de fond) : valeur définie par l'utilisateur ou valeur calculée.		
Materials	Value	Predefined value
Benzo(a)pyrène	valeur_calculée	Conc_gaz_air_exterieur.valeur_entree
Naphtalène	valeur_calculée	Conc_gaz_air_exterieur.valeur_entree
Arom C10_C12	valeur_calculée	Conc_gaz_air_exterieur.valeur_entree
Arom C12_C16	valeur_calculée	Conc_gaz_air_exterieur.valeur_entree

Full Name	Symbol	Unit
definition_Cinh	definition Cinh	
Description		
Sélectionner la concentration à prendre en compte pour le calcul du niveau d'exposition des cibles. Il peut s'agir d'une valeur calculée par le modèle : concentration attribuable au site (valeur_Cag_e_inh_attrib) ou concentration totale (valeur_Cag_e_inh_tot) ou d'une valeur définie par l'utilisateur (valeur entree)		
Materials	Value	Predefined value
Benzo(a)pyrène	valeur_Cag_e_inh_attrib	Conc_gaz_air_exterieur.valeur_entree
Naphtalène	valeur_Cag_e_inh_attrib	Conc_gaz_air_exterieur.valeur_entree
Arom C10_C12	valeur_Cag_e_inh_attrib	Conc_gaz_air_exterieur.valeur_entree
Arom C12_C16	valeur_Cag_e_inh_attrib	Conc_gaz_air_exterieur.valeur_entree

Full Name	Symbol	Unit
definition_flux_J	definition flux J	
Description		
A si definition_Cinh est différent de valeur_entree ou si l'utilisateur veut calculer la concentration gazeuse à la hauteur Hb. Sélectionner le mode d'estimation du flux d'émission à utiliser pour le calcul de la concentration dans l'air extérieur attribuable à la contamination du sol ou de la nappe : valeur calculée par le modèle pour une source-nappe sans remontées capillaires à la surface, pour une source-nappe avec remontées capillaires jusqu'à la surface, pour une source-sol finie, pour une source-sol infinie ou valeur définie par l'utilisateur. Si la source sol affleure à la surface, sélectionner source-sol finie.		
Materials	Value	Predefined value
Benzo(a)pyrène	source_sol_infinie	Conc_gaz_air_exterieur.valeur_entree
Naphtalène	source_sol_infinie	Conc_gaz_air_exterieur.valeur_entree
Arom C10_C12	source_sol_infinie	Conc_gaz_air_exterieur.valeur_entree
Arom C12_C16	source_sol_infinie	Conc_gaz_air_exterieur.valeur_entree

Parameter changes

Scalar parameters

Full Name	Symbol	Unit			
Dimension de la zone d'émission parallèle à la direction du vent	Dim _{zone,emission}	m			
Description					
A définir si definition_C_inh est différent de valeur_entree ou si l'utilisateur veut calculer la concentration gazeuse à la hauteur Hb. Sert au calcul des concentrations gazeuses dans l'air extérieur attribuable au sol ou à la nappe					
Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
4.0	0.0				

Full Name	Symbol	Unit			
Porosité de la couche contenant la source sol	Porosite _{couche,source}	unitless			
Description					
A définir si definition_Flux_J=source_sol_finie ou definition_Flux_J=source_sol_infinie					
Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
0.45	0.0	0.25	0.5		
Comment					
Vérifié. Sols sableux : 0,25 à 0,4 (0,4 par défaut) ; sols limoneux et argileux : 0,35 à 0,5 (0,45 par défaut)					

Full Name	Symbol	Unit			
Porosité de la couche de sol 2	n ₂	unitless			
Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
0.45	0.0	0.3	0.7		
Comment					
Vérifié. Sols sableux : 0,4 par défaut ; sols limoneux et argileux : 0,5					

Full Name	Symbol	Unit			
Teneur en carbone organique de la couche contenant la source sol	f _{oc}	unitless			
Description					
A définir si definition_Flux_J=source_sol_finie ou definition_Cas_source_sol=valeur_calculée et si Kd_source est défini à partir de Koc ou logKoc (en l'absence de connexion pour ce paramètre à partir de modules amont)					
Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
0.0050	0.0	0.0010	0.01		
Comment					
Vérifié					

Vector parameters

Full Name	Symbol	Unit
Coefficient de diffusion dans l'air	Da	m ² s ⁻¹
Description		
A définir si definition_Cinh et definition_Flux_J sont différents de valeur_entree ou bien si l'utilisateur veut calculer la concentration gazeuse à la hauteur Hb et definition_Flux_J est différent de valeur_entree.		

Materials	Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
Benzo(a)pyrène	4.85E-6					
Naphtalène	7.33E-6					
Arom C10_C12	1.0E-5	NaN				
Arom C12_C16	1.0E-5	NaN				
Materials	Comment					
Benzo(a)pyrène	Valeur à 25°C. Valeur ajustée à 12,5°C : 4,5E-6					
Naphtalène	Valeur à 25°C. Valeur ajustée à 12,5°C : 6,9E-6					
Arom C10_C12						
Arom C12_C16						

Full Name	Symbol	Unit
Coefficient de diffusion dans l'eau	De	m ² s ⁻¹

Description
 A définir si definition_Cinh et definition_Flux_J sont différents de valeur_entree ou bien si l'utilisateur veut calculer la concentration gazeuse à la hauteur Hb et definition_Flux_J est différent de valeur_entree.

Materials	Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
Benzo(a)pyrène	5.69E-10					
Naphtalène	7.989999999999999E-10					
Arom C10_C12	1.0E-9	NaN				
Arom C12_C16	1.0E-9	NaN				
Materials	Comment					
Benzo(a)pyrène	Valeur à 25°C. Valeur ajustée à 12,5°C : 4,0E-10					
Naphtalène	Valeur à 25°C. Valeur ajustée à 12,5°C : 5,6E-10					
Arom C10_C12						
Arom C12_C16						

Full Name	Symbol	Unit
Coefficient de partage carbone organique-eau	Koc	l kg ⁻¹

Description
 Coefficient de partage carbone organique-eau. A définir si definition_Flux_J=source_sol_finie ou definition_Cas_source_sol=valeur_calculée. L'utilisateur doit définir pour chaque substance une valeur soit pour Kd_source_E, soit pour log Kd_source_E, soit pour Koc, soit pour log Koc (en l'absence de connexion pour ce paramètre à partir de modules amont). Mettre Koc à -1 (valeur par défaut) pour les substances inorganiques et le mercure organique

Materials	Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
Benzo(a)pyrène	3900000.0	-1.0				
Naphtalène	1250.0	-1.0				
Arom C10_C12	2500.0	-1.0				
Arom C12_C16	5000.0	-1.0				

Full Name	Symbol	Unit
Concentration au niveau de la source sol (hors bruit de fond)	Cs _{source,sol}	mg kg ⁻¹

Description

A définir si 1) definition_J= source_sol_finie ou 2) definition_Cas_source=valeur_calculée ou 3) definition_J= source_sol_infinie ou 4) melange_source_sol=oui. Concentration dans le sol prise en compte pour le calcul des émissions de polluants gazeux à partir du sol vers l'air extérieur (concentration hors bruit de fond).

Pour le calcul du flux, si definition_J= source_sol_infinie et si la concentration de la source n'est pas connue, laisser la valeur par défaut (le flux maximal émis lié à la quantité initiale de polluant présente dans le sol ne sera alors pas pris en compte = pas de contrôle de la masse de polluant dans le sol).

Materials	Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
Benzo(a)pyrène	11.3	0.0				
Naphtalène	0.67	0.0				
Arom C10_C12	4.7	0.0				
Arom C12_C16	11.3	0.0				

Full Name	Symbol	Unit
Constante de Henry à température du sol	H_{Ts}	$\text{Pa m}^3 \text{mol}^{-1}$

Description

A définir si definition_Cinh et definition_Flux_J sont différents de valeur_entree ou bien si l'utilisateur veut calculer la concentration gazeuse à la hauteur Hb et definition_Flux_J est différent de valeur_entree. Mettre à 0 pour les substances inorganiques sauf mercure

Materials	Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
Benzo(a)pyrène	0.0535		0.0465	0.111		
Naphtalène	48.0					
Arom C10_C12	350.0	-1.0				
Arom C12_C16	530.0	-1.0				

Materials	Comment
Benzo(a)pyrène	Valeurs à 25°C - Valeur ponctuelle ajustée à 12,5°C : 0,025
Naphtalène	Valeur à 25°C - Valeur ajustée à 12,5°C : 19
Arom C10_C12	
Arom C12_C16	

Full Name	Symbol	Unit
Épaisseur de la couche 2 de la ZNS (située entre la couche 1 et la surface du sol)	l_2	m

Description

Épaisseur de la couche 2 de la zone insaturée du sol (situé entre la surface et la couche1). A définir si definition_flux_J =source_sol_infinie ou si definition_Cas_source_nappe=valeur_calculée. **Si definition_flux_J =source_sol_infinie, l'épaisseur de la couche 2 doit être supérieure à 0** (approche ne pouvant pas être utilisée pour une source sol affleurant à la surface)

Materials	Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
Benzo(a)pyrène	1.0	0.0				
Naphtalène	1.0	0.0				
Arom C10_C12	1.0	0.0				
Arom C12_C16	1.0	0.0				

Full Name	Symbol	Unit
Fraction annuelle de temps passé à l'extérieur sur le site	$f_{\text{annuelle, temps, ext}}$	unitless

Description

A définir pour le calcul du niveau d'exposition par inhalation

Classes_d'age	Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
classe_1	0.0050	0.0313				
classe_10	0.0					
classe_2	0.0	0.0313				
classe_3	0.0	0.09999999999999999				
classe_4	0.0	0.1				
classe_5	0.0	0.0361				
classe_6	0.0	0.0361				
classe_7	0.0	0.0279				
classe_8	0.0					
classe_9	0.0					

Classes_d'age	Comment
classe_1	Temps passé à l'extérieur au domicile
classe_10	
classe_2	Temps passé à l'extérieur au domicile
classe_3	Temps passé à l'extérieur au domicile
classe_4	Temps passé à l'extérieur au domicile
classe_5	Temps passé à l'extérieur au domicile
classe_6	Temps passé à l'extérieur au domicile
classe_7	Temps passé à l'extérieur au domicile. Pour les agriculteurs, f_annuelle_temps_ext=0,26
classe_8	
classe_9	

Full Name	Symbol	Unit
Hauteur de respiration de la cible	H _{resp}	m

Description
doit être supérieure à 0

Classes_d'age	Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
classe_1	1.5	0.3				
classe_10	0.0					
classe_2	0.0	0.7				
classe_3	0.0	0.9				
classe_4	0.0	1.1				
classe_5	0.0	1.35				
classe_6	0.0	1.5				
classe_7	0.0	1.55				
classe_8	0.0					
classe_9	0.0					

Classes_d'age	Comment
classe_1	Se rapporte à un enfant assis
classe_10	
classe_2	Estimé à partir de la taille

classe_3	Estimé à partir de la taille
classe_4	Estimé à partir de la taille
classe_5	Estimé à partir de la taille
classe_6	Estimé à partir de la taille
classe_7	Estimé à partir de la taille
classe_8	
classe_9	

Full Name	Symbol	Unit
Masse molaire	M	g mol ⁻¹

Description						
A définir si definition_Cas_source_sol=valeur_calculée						
Materials	Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
Benzo(a)pyrène	252.32					
Naphtalène	128.18					
Arom C10_C12	150.0	-1.0				
Arom C12_C16	170.0	-1.0				

Full Name	Symbol	Unit
Pression de vapeur à température du sol	Pvap _{Ts}	Pa

Description						
A définir si definition_Cas_source_sol=valeur_calculée						
Materials	Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
Benzo(a)pyrène	7.21E-7					
Naphtalène	11.0					
Arom C10_C12	63.99	-1.0				
Arom C12_C16	4.79	-1.0				

Materials	Comment
Benzo(a)pyrène	Valeur à 25°C. Valeur ajustée à 12,5°C : 8,2E-8 ; valeur ajustée à 20°C : 3,0E-7
Naphtalène	Valeur à 25°C. Valeur ajustée à 12,5°C : 3,1 ; valeur ajustée à 20°C : 7,6
Arom C10_C12	
Arom C12_C16	

Full Name	Symbol	Unit
Surface d'émission de la source_sol	S _{emission}	m ²

Description						
Paramètre utilisé pour calculer le flux maximal émis à partir d'une source sol de type infini. Si la surface de la source n'est pas connue, laisser la valeur par défaut (le flux maximal émis lié à la quantité initiale de polluant présente dans le sol ne sera alors pris en compte = pas de contrôle de la masse de polluant dans le sol).						
Materials	Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
Benzo(a)pyrène	4.0	0.0				
Naphtalène	4.0	0.0				

Arom C10_C12	4.0	0.0
Arom C12_C16	4.0	0.0

Full Name	Symbol	Unit
Température de fusion	Tm	K

Description

Paramètre servant au calcul des fractions de polluant sous forme particulaire et sous forme gazeuse dans l'air, au calcul du flux émis en source finie ou si definition_flux_J=source_sol_infinie et defintion_Cas_source_sol=valeur_calcelee

Materials	Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
Benzo(a)pyrène	452.0					
Naphtalène	353.0					
Arom C10_C12	350.0	-1.0				
Arom C12_C16	360.0	-1.0				

Full Name	Symbol	Unit
Vitesse du vent dans la boîte à la hauteur de respiration des cibles	u_{Hresp}	$m\ s^{-1}$

Classes_d'age	Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
classe_1	3.0	0.0				
classe_10	0.0					
classe_2	0.0					
classe_3	0.0					
classe_4	0.0					
classe_5	0.0					
classe_6	0.0					
classe_7	0.0					
classe_8	0.0					
classe_9	0.0					

Lookup table changes

Scalar lookup tables

Full Name	Symbol	Unit
Teneur en eau de la couche contenant la source sol	$\Theta_{couche,source}$	unitless

Description

A définir si definition_Flux_J=source_sol_finie ou definition_Cas_source_sol=valeur_calcelee

sables : de 0,04 à 0,26, limons : de 0,05 à 0,35, argile : 0,08 à 0,35 (USEPA, 2004; Bruand, 2004)

Cyclic option

No

Interpolation

Interpolation-Use End Values

Predefined 0.0:0.0

0.0 0.3

Full Name	Symbol	Unit
Teneur en eau de la couche de sol 2	Θ_{couche2}	unitless

Description

A définir en fonction du bilan hydrique

A définir en fonction du bilan hydrique, sables : de 0,04 à 0,28, limons : de 0,1 à 0,34, argile : 0,15 à 0,39 (Bruand, 2004 ; EPFL, 2006 ; Cornell University)

Cyclic option

No

Interpolation

Interpolation-Use End Values

Time	Values
------	--------

Predefined 0.0:0.0

0.0 0.3

3.4. Niveaux Exposition Risque

Niveaux Exposition Risque		Sub-system
Id	Niveaux_Exposition_Risque	
Enabled flag	Yes	
Symbol	Niveaux Exposition Risque	
Description	<p>Ce module permet de calculer, d'une part les niveaux d'exposition chroniques (en moyenne annuelle) pour les différentes classes d'âge définies par l'utilisateur et pour le profil d'individus (défini par l'âge en début d'exposition et la date au début de l'exposition : cf. module Constantes_Reglages), et d'autre part les niveaux de risques chroniques pour des effets cancérigènes et non cancérigènes.</p> <p>Les niveaux de risques sont définis par substance individuelle et pour toutes les substances et peuvent aussi être définis par organe cible, en précisant les organes cibles de chaque substance par voies orale et respiratoire.</p> <p>La classe d'âge ayant les niveaux de risque non cancérigènes les plus élevés est mise en évidence (Max_Age_QD_).</p> <p>Pour la voie orale, l'utilisateur peut définir en données d'entrée les doses d'exposition en fonction du temps pour les différentes classes d'âge et le profil d'individus définis ou bien connecter ces données à partir des modules adhoc (modules "Sol", "Vegetaux", "Animaux_aquatiques"...).</p> <p>Pour l'inhalation, les concentrations inhalées en moyenne annuelle, pondérées par la fréquence d'exposition pour les différentes classes d'âge (Cinh_fraction_expo_classe_age_moy_an) seront définies par l'utilisateur ou connectées aux données des modules adhoc pour le calcul des risques non cancérigènes. Pour le calcul du risque cancérigène par inhalation, la concentration inhalée moyennée sur la durée d'exposition et pondérée par la fréquence d'exposition (Cinh_fraction_expo_vie_entiere) sera définie ou connectée aux données des modules adhoc.</p> <p>Attention : Les VTR (Valeurs de Référence Toxicologiques) et les organes cibles de chaque substance ne sont pas renseignés par défaut.</p>	

Object	Input	Sub-system
Cinh fraction,expo,vie,entiere	Cinh fraction,expo,vie,entiere Cinh fraction,expo,vie,entiere	Conc gaz air extérieur Conc gaz air intérieur J E
Cinh fraction,expo,classe,age,moy,an	Cinh fraction expo classe age moy an Cinh fraction expo classe age moy an	Conc gaz air extérieur Conc gaz air intérieur J E

Parameter changes

Vector parameters

Full Name	Symbol	Unit
VTR à seuil par voie respiratoire	VTR _{seuil,inh}	mg m ⁻³
Description		
Si la substance ne possède pas de VTR pour les effets à seuil par voie respiratoire, laisser la mention "NaN"		

Materials	Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
Benzo(a)pyrène	2.0E-6	NaN				
Naphtalène	0.037	NaN				
Arom C10_C12	0.2	NaN				
Arom C12_C16	0.2	NaN				

Full Name	Symbol	Unit
VTR sans seuil par voie respiratoire	VTRinh,ss	mg ⁻¹ m ³

Description
Si la substance ne possède pas de VTR pour les effets sans seuil par voie respiratoire, laisser la mention "NaN"

Materials	Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
Benzo(a)pyrène	0.6	NaN				
Naphtalène	0.0056	NaN				
Arom C10_C12	NaN					
Arom C12_C16	NaN					

4. Simulation settings

Simulation type	Deterministic
Start time	0.0 Years
End time	70.0 Years
Output option	Produce specified output only
Time series	Linear Increment(start,end,1.0)
Solver	NDF
Absolute tolerance	Auto
Relative tolerance	0.0010
Initial step size	1.0E-5
Maximum step size	0.5
Minimum step size	Auto
Refine output	1
Limit number of data points to last	1000
Control error relative to norm of solution	No
Allowed number of step size violations	1
Enable saturation	Yes
Maximum order	5
LU decomposition matrix format	Dense

5. Results

Tables

Raw data table

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh [Arom C10 C12] [classe 1]
1	1,53E-3

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh [Arom C12 C16] [classe 1]
1	2,80E-3

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh [Benzo (a)pyrène] [classe 1]
1	1,82E-5

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh [Naphtalène] [classe 1]
1	3,04E-4

Iteration	Niveaux Exposition Risque.Somme QD inh [classe 1]
1	4,65E-3

Copyright (C) INERIS 2013-2014 All Rights Reserved

Annexe 8 : Evaluation des incertitudes

Incertitudes liées aux concentrations

Les concentrations prises en compte dans les calculs présentés précédemment sont les concentrations maximales mises en évidence sur le site. Ces concentrations et toutes les étapes précédant les analyses présentent plusieurs points d'incertitudes (liste non exhaustive) :

- La précision des résultats d'analyses au laboratoire, liés à un grand nombre de facteurs physiques et chimiques, qui peut donc sous-estimer ou surestimer la concentration réelle.
- Les délais entre le prélèvement et l'analyse, qui contribue potentiellement à la dégradation partielle des composés les moins stables.
- Les pertes liées à la méthode de prélèvement, qui peut participer à la volatilisation de certains composés.
- La représentativité des forages, chaque sondage donnant une image d'un point précis dont la représentativité dépend du nombre de sondages avoisinant.

Tous ces paramètres contribuent donc à des incertitudes sur les concentrations prises en compte, avec potentiellement des concentrations plus importantes qui n'ont pas été mises en évidence.

Le niveau de risques étant directement proportionnel à la concentration, l'augmentation ou la diminution des concentrations utilisées dans les calculs peut entraîner des résultats significativement différents. Une augmentation de 100% de la concentration d'un composé va donc entraîner une augmentation de 100 % des QD et ERI associés.

Autres sources d'incertitudes

Un certain nombre d'autres facteurs peuvent engendrer des incertitudes sur les résultats des calculs. Les principaux facteurs d'incertitudes mis en évidence sur cette étude sont listés ci-dessous.

- **Influence de la lithologie**

Les calculs réalisés au cours de cette étude ont été faits en considérant que le sol était un ensemble uniforme et homogène dont les caractéristiques dynamiques (porosité, teneur en eau et en air...) étaient des valeurs moyennes pondérées des caractéristiques d'un sol limon sableux et d'un sol argilo-sableux. La lithologie observée ayant mis en évidence une interface entre ces deux faciès lithologiques, il y aura des différences dans l'importance des sources sols (présentes dans les limons sableux) et l'influence de la nappe (dans les argiles sableuses) par rapport aux calculs réalisés ici.

De manière qualitative, on peut déterminer que les sources sols présenteront un risque plus important et la nappe un risque moins important que ceux calculés.

Il est également à noter que les calculs de risques avec le modèle Johnson & Ettinger considère que le sol est constitué de niveaux horizontaux continus et homogènes. Les sols du site n'étant très probablement pas dans cette configuration, de nombreuses différences entre les calculs et la réalité peuvent apparaître dus à l'hétérogénéité des sols (texture, profil...)

- **Influence des temps d'exposition**

Les calculs de risques par inhalation ont été réalisés en considérant des durées d'exposition en intérieur « standards » et régulièrement utilisées, qui sont les valeurs utilisées par l'INERIS dans leur module de calcul MO-DUL'ERS.

- **Incertitudes liées aux modèles et à la méthodologie des prélèvements et des calculs**

Les calculs de risques sanitaires font l'objet de nombreuses incertitudes dues aux outils de modélisation et au choix arbitraire de certains paramètres. Les incertitudes sont donc présentes tout au long du processus de calcul du risque et peuvent parfois être significatives. Certains exemples sont présentés ci-dessous :

- **Le taux de fissuration de la dalle et le taux de ventilation de la pièce** : le taux de fissuration a été pris égal à la valeur par défaut du modèle Johnson and Ettinger. Par principe de précaution, le taux de ventilation dans l'atelier a été choisi égal au minimum réglementaire recommandé par le code du travail pour les locaux à pollution non spécifique. Ces deux paramètres ont une grande importance dans le modèle Johnson & Ettinger et les valeurs par défaut peuvent ne pas représenter la réalité des caractéristiques du bâtiment.
- **Toutes les cibles n'ont pas été prises en compte**, seules les plus vulnérables interviennent dans le calcul. **Les fréquences d'exposition sont issues d'études statistiques** ; elles varient énormément selon les cas de figure.

Il convient de rappeler que les paramètres retenus pour l'EQRS ont tendance à surestimer les risques afin de répondre au principe de prudence scientifique qui régit l'évaluation quantitative des risques sanitaires.

- **La sélection des substances à traiter pour l'EQRS est également une source d'incertitude**. Ici les substances choisies sont les seules constituant un risque d'inhalation et dont les teneurs sont supérieures aux normes. Cependant les autres substances existent même en proportion moindre ; leur influence sur les risques encourus ne sera pourtant pas étudiée.
- **La quantification des concentrations des substances dans le sol par le laboratoire est soumise à des limites de précision.**
- Les délais entre le prélèvement et l'analyse, qui contribue potentiellement à la dégradation partielle des composés les moins stables.
- Les pertes liées à la méthode de prélèvement, qui peut participer à la volatilisation de certains composés.
- La représentativité des forages, chaque sondage donnant une image d'un point précis dont la représentativité dépend du nombre de sondages avoisinants. Des concentrations plus importantes que celles mises en évidence sont donc susceptibles d'être présentes sur le site à proximité des sondages réalisés.
- Les données toxicologiques retenues pour l'étude proviennent de l'US EPA, de l'OEHHA, de RIVM et de l'INERIS. Ce sont des valeurs reconnues dans les procédures de calculs de risques sanitaires, cependant une incertitude non quantifiable réside dans ces valeurs.
- Le calcul de risque se fait sur un scénario très précis, et ne peut pas prendre en compte les situations extérieures. Le calcul ne tient pas rigueur des expositions éventuelles à la même substance ou à d'autres substances auxquelles l'individu est confronté en dehors des scénarii établis et qui pourraient interférer et modifier considérablement l'évaluation des risques.