

Diagnostic de la qualité environnementale des sols EQRS

**12 Rue Voltaire
39400 MOREZ**

Affaire 20220401v2

LIDL Direction Régionale Montchanin

Suivie par

H. BONIN Tel : 0 679 379 679

HUB Environnement – 3 rue des entrepôts, 69004 Lyon

Tel : 04 72 80 94 74



N° & version	Date	Rédacteur	Chef de projet	Vérificateur
20220503 RF	03 avril 2022	N. GARNIER-PINEL	N. GARNIER-PINEL	H. BONIN
20220503 RFv2	28 juin 2024	N. GARNIER-PINEL	N. GARNIER-PINEL	H. BONIN

Sommaire

1. Contexte général de la mission	4
2. Contexte réglementaire et normatif	5
3. Localisation du site de l'étude	6
4. Projet d'aménagement	8
5. Résumé de l'étude précédentes (Diag'Sol – Février 2022)	9
5.1 Résumé des contextes historique et environnemental	9
5.2 <i>Investigations de terrain réalisées</i>	12
6. Intervention HUB-Environnement (Avril 2022)	14
6.1 <i>Mesures préalables avant le démarrage des investigations</i>	14
6.2 <i>Méthodologies d'investigations</i>	14
6.3 <i>Programme des investigations</i>	16
7. Interprétation des résultats d'analyses	19
7.1 <i>Caractéristiques des sondages</i>	19
7.2 <i>Résultats d'analyses des COV sur site</i>	20
7.3 <i>Résultats d'analyse dans les sols</i>	20
7.4 <i>Résultats d'analyse en laboratoire des composés volatils dans les gaz du sol</i>	25
7.5 Représentation cartographique des résultats	26
8. Description de l'étude de risque	29
8.1 <i>Méthodologie de l'EQRS</i>	29
8.2 <i>Evaluation de l'exposition</i>	29
8.3 <i>Evaluation de la relation dose-réponse</i>	33
8.4 <i>Choix des modèles</i>	34
9. Résultats de l'EQRS	34
9.1 <i>Principe de calcul</i>	34
9.2 <i>Résultats des calculs</i>	35
10. Conclusions et préconisations	35
10.1 <i>Conclusions</i>	35
10.2 <i>Préconisations</i>	36
ANNEXES	39
Annexe 1 : Fiches techniques des sondages sol	40
Annexe 2 : Fiches techniques : prélèvements de gaz du sol	46
Annexe 3 : Bordereaux d'analyse laboratoire	48
Annexe 4 : Méthodologie de l'Analyse des Risques	61
Annexe 5 : Paramètres de la modélisation du transfert vers l'air intérieur des bâtiments	66
Annexe 6 : Paramètres de la modélisation du transfert vers l'air extérieur	68
Annexe 7 : Données des calculs	69
Annexe 8 : Évaluation des incertitudes	70

Liste des figures

Figure 1 : Localisation de la zone d'étude sur fond de carte IGN et photographie aérienne (Géoportail.gouv.fr)....	6
Figure 2 : Plan de la zone d'étude sur fond de carte cadastral (délimitations en rouge – cadastre.gouv.fr).....	7
Figure 3: Plans d'aménagement futur du site	9
Figure 4: Localisation des sources potentielles de pollution	10
Figure 5: Investigations et résultats de la campagne COV (cabinet Diag'sol – Février 2022)	12
Figure 6: Localisation des sondages sol.....	16
Figure 7: Localisation de micro-sondages HUB-Environnement	18
Figure 8: Carte des teneurs en COV (ppmV) mises en évidence	26
Figure 9: Cartographie des teneurs en HCT (0-1 m)	27
Figure 10: Cartographie des anomalies des métaux impactants (cuivre, plomb, zinc et mercure).....	28
Figure 11: Schéma conceptuel	32

Liste des tableaux

Tableau 1 : Synthèse des zones sources de pollution potentielles.....	10
Tableau 2: Résultats d'analyse des investigations des sols (cabinet Diag'Sol – Février 2022)	13
Tableau 3: Justification de l'implantation des sondages du 19/04/2022	17
Tableau 4: Caractéristiques du prélèvement de gaz du sol.....	18
Tableau 5: Caractéristiques des sondages.....	19
Tableau 6: Résultats d'analyses des COV sur site (ppm).....	20
Tableau 7: Résultats des analyses de métaux dans les sols (mg/kg)	20
Tableau 8: Résultats des analyses de composés organiques dans les sols (mg/kg)	22
Tableau 9 : Résultats d'analyses sur lixiviats (mg/kg)	23
Tableau 10: Résultats des composés organiques dans les gaz du sol (µg/échantillon)	25
Tableau 11: Résultats des calculs de concentrations sur PaM1.....	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 12: Caractérisation des voies d'exposition potentielles.....	30
Tableau 13: Paramètres d'exposition choisis	31
Tableau 14: Sélection des substances	31
Tableau 15: Données toxicologiques.....	33
Tableau 16: VTR retenues pour l'EQRS.....	33
Tableau 17: Résultats de calculs de risque	35

1. Contexte général de la mission

- **Objectif et résumé de la demande :** Pour le compte de l'entreprise (LIDL Direction Régionale Montchanin), Mme LETESSIER du groupe GINGER a missionné HUB-Environnement pour réaliser un diagnostic complémentaire de la qualité environnementale des sols sur le site ainsi qu'une EQRS afin d'assurer la compatibilité du site pour le changement d'usage futur (construction d'un magasin LIDL). Un diagnostic précédent a mis en évidence la présence de COV, HCT, métaux lourds et PCB.

- **Donneur d'ordre :**

Demandé par	Pour le compte du client
Mme Aurélie LETESSIER Groupe GINGER 06 20 89 84 75	LIDL Direction Régionale Montchanin 1 Rue Eugène Herzog 71210 MONTCHANIN

- **Localisation étude :** 12 Rue Voltaire, 39400 Morez, parcelle AC n°12
- **Contexte de l'étude :** Dans le cadre de la construction d'un magasin LIDL avec stationnement extérieur
- **Documents à disposition :**
 - Audit de la qualité environnementale des sols de Diag'sol du 23 février 2022
 - Etude géotechnique de GINGER du 31 mars 2022
- **Usages du site :**
 - Activités ancienne et actuelle : Activité industrielle de lunetterie et d'horlogerie de 1952 à 2016
 - Activités futures : Création d'un bâtiment commercial (magasin LIDL)
- **Risques identifiés :**
 - Site BASIAS FRC3901120 : activité d'horlogerie, forge, traitement des métaux, DLI et fabrication de matériel optique
 - Deux cuves de fioul sur dalle dans sous-sol et ancien transformateur retiré
 - Présence de COV en teneurs supérieures à 10 ppm (jusqu'à 85 ppmV au droit des cuves)
 - Présence de HCT jusqu'à 890 mg/kg
 - Des anomalies fortes en cuivre, plomb, zinc et mercure
 - Traces de PCB
- **Prestations réalisées :**

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

 - Prélèvements et analyses sur les sols (A200)
 - Prélèvements et analyses sur les gaz du sol (A230)
 - Interprétation des résultats des investigations (A270)
 - Analyses des risques sanitaires (A320)
- **Résumé non technique :** Voir le chapitre « Conclusion et préconisations ».
- **Résumé technique :** afin d'éviter tout risque de mauvaise interprétation concernant nos résultats, le chapitre « Conclusion et préconisations » du présent rapport a été rédigé dans un esprit de synthèse. Pour les sachants la lecture de l'ensemble s'impose avec toutefois des commentaires de synthèse à chaque chapitre.

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 18400-203 « Qualité du sol – Echantillonnage - Partie 203 : investigations des sites potentiellement contaminés »
- Norme NF ISO 18400-204 « Qualité du sol – Echantillonnage- Partie 204 : Lignes directrices pour l'échantillonnage de gaz du sol » ;
- Guide BRGM et 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 ».
- Norme AFNOR NF X50-110 de mai 2003 sur les « prescriptions générales de compétence pour une expertise », pouvant prévaloir sur les normes précédentes.

Des excavations sont prévues et une production de déblais est attendue ; la réglementation « déchet » sera également à prendre en compte :

- Décision du Conseil Européen n°2003/33/CE du 19 décembre 2002 établissant des critères et des procédures d'admission des déchets dans les décharges, conformément à l'article 16 et à l'Annexe II de la directive 1999/31/CE ;
- La transcription dans le droit français par l'arrêté du 28 octobre 2010 modifié relatif aux installations de stockage de déchets inertes ;
- L'arrêté ministériel du 12/12/2014 relatif aux conditions d'admission des déchets inertes dans les installations relevant des rubriques 2515, 2516, 2517 et dans les installations de stockage de déchets inertes relevant de la rubrique 2760 de la nomenclature des installations classées ;
- Loi n° 2020-105 du 10 février 2020, Loi relative à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire, au statut de déchet, recyclage et traçabilité des matériaux

NB : Chaque CSDU possède ses propres critères d'acceptation (définis dans leurs arrêtés préfectoraux). Nous utiliserons également les valeurs guides de la Fédération Nationale des Activités de la Dépollution et de l'Environnement (FNADE).

3. Localisation du site de l'étude

Le site d'étude se trouve à 12 Rue Voltaire, sur la commune de Morez dans le département du Jura (39). Le site comprend la parcelle cadastrale AC n°12. La superficie est d'environ 6540 m², dont environ 2090 m² de bâtis. Le site est à une altitude moyenne de 706 m NGF, avec une pente Nord-Ouest/Sud-est. Le point le plus haut de la zone d'étude est à 710 m NGF et le point le plus bas à 700 m NGF.

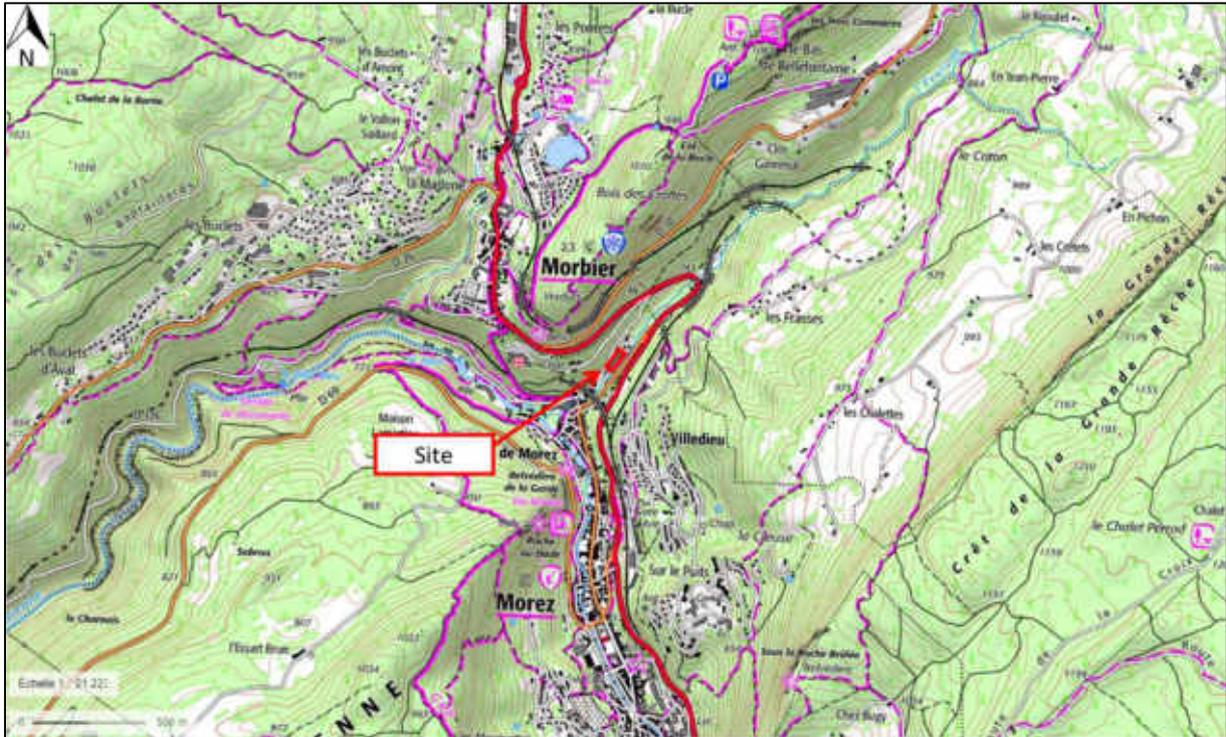


Figure 1 : Localisation de la zone d'étude sur fond de carte IGN et photographie aérienne (Géoportail.gouv.fr)

Cette étude concerne toute la parcelle. Le périmètre exact de l'étude est disponible ci-dessous.

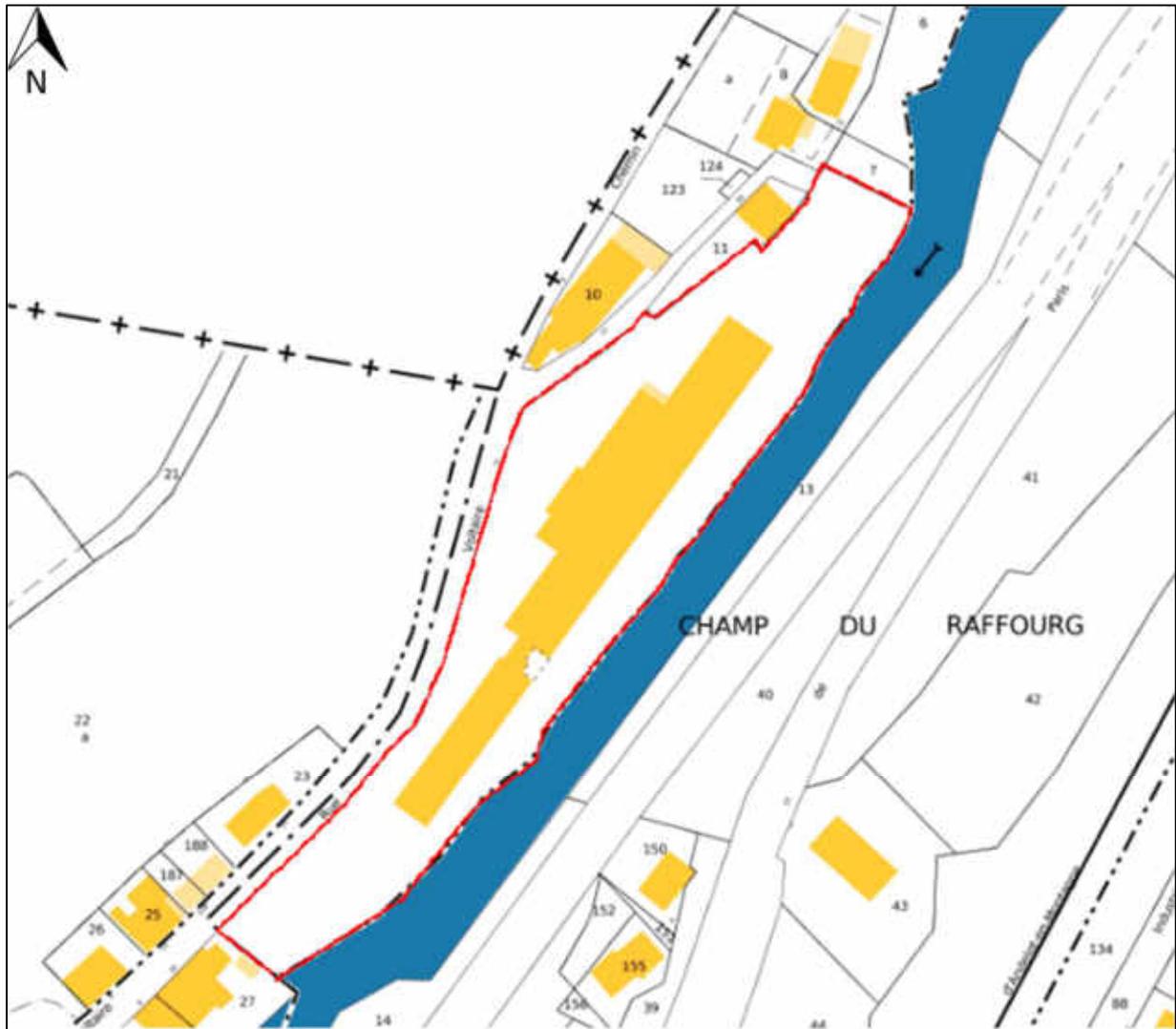
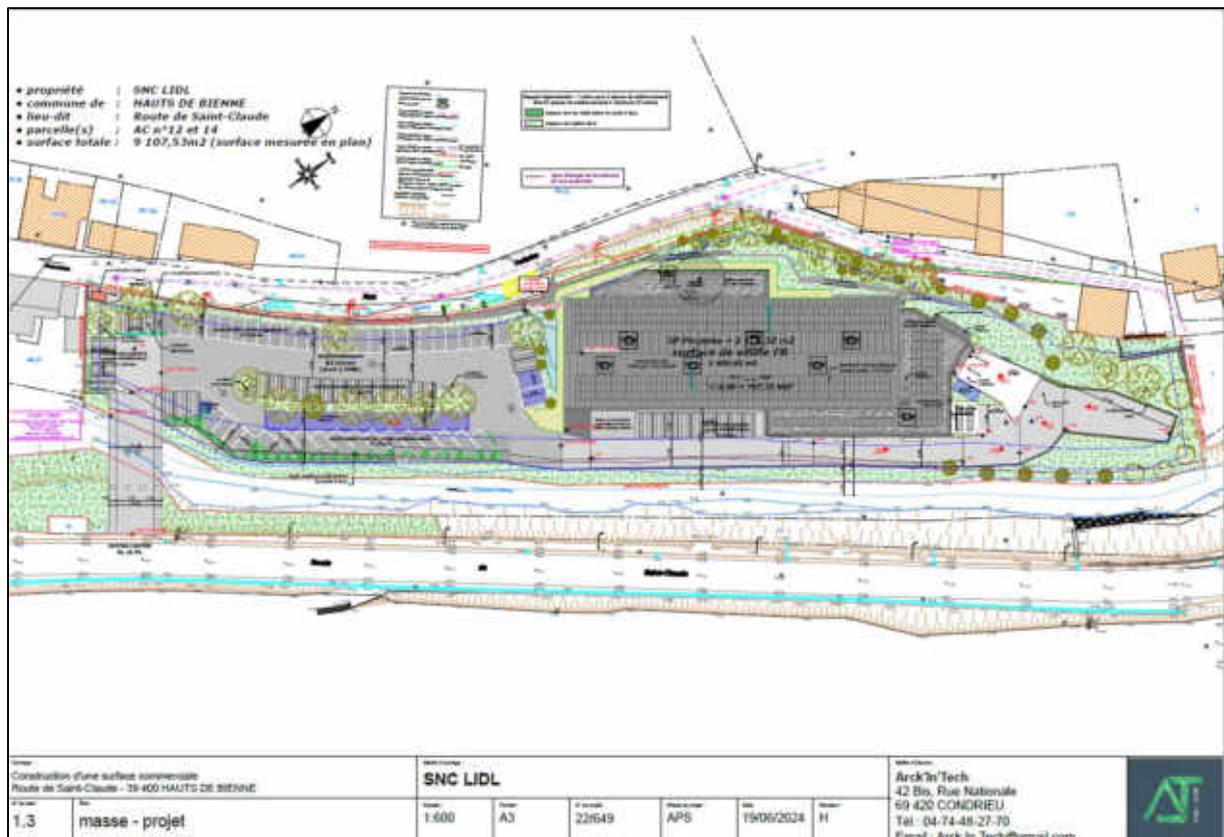


Figure 2 : Plan de la zone d'étude sur fond de carte cadastral (délimitations en rouge – cadastre.gouv.fr)

4. Projet d'aménagement

Le projet d'aménagement prévoit la construction d'un bâtiment commercial avec une zone de stationnement extérieur. Le projet prévoit l'excavation de 2 à 3 mètres de profondeur puis le remblaiement pour combler les sous-sols du bâtiment existant après sa démolition.



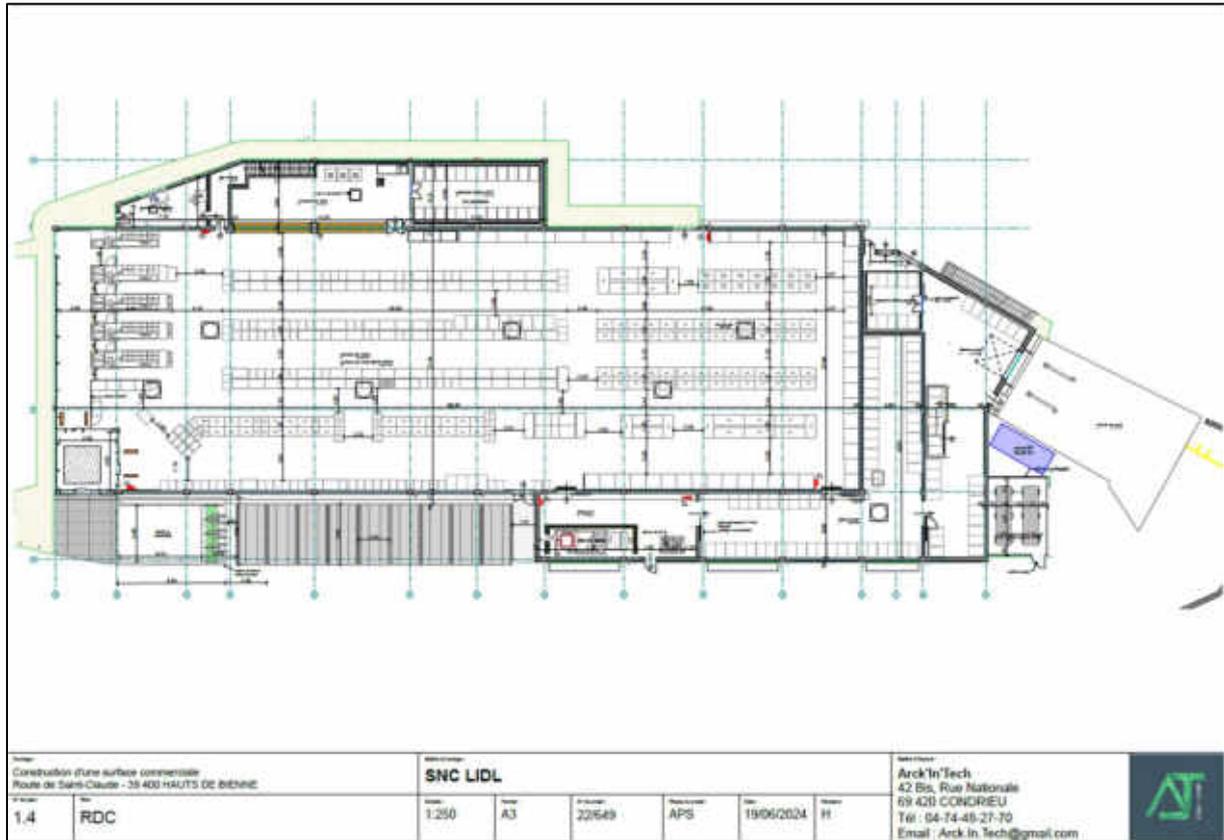


Figure 3: Plans d'aménagement futur du site

5. Résumé de l'étude précédentes (Diag'Sol – Février 2022)

5.1 Résumé des contextes historique et environnemental

Les contextes historique et environnemental ont été décrits par le cabinet Diag'Sol dans le dossier référencé « Audit de la qualité environnementale des sols » daté du 23 février 2022.

5.1.1 Résumé du contexte historique

Le bâtiment sur la parcelle a été construit en 1952 tout comme le début d'activité du site d'après l'outil « remonter le temps » et les informations retenues sur la BASIAS du site. L'activité sur le site s'est arrêtée en 2016.

Le site est recensé sur la base de données BASIAS (FRC3901120) : SA LOGO. Elle met en évidence une activité d'horlogerie et de lunetterie. Le site indique des activités de forge, de traitement des métaux et de dépôt de liquides inflammables qui sont les activités susceptibles d'apporter un potentiel impact.

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

Plusieurs sites BASIAS ayant la même activité que celle du site sont présents aux alentours de la zone d'étude. Différentes sources potentielles d'impacts ont été observées pendant la visite de site. Un transformateur et deux cuves de fioul sont présents au droit du site. Elles seront localisées sur la figure et présentées sur le tableau ci-dessous :

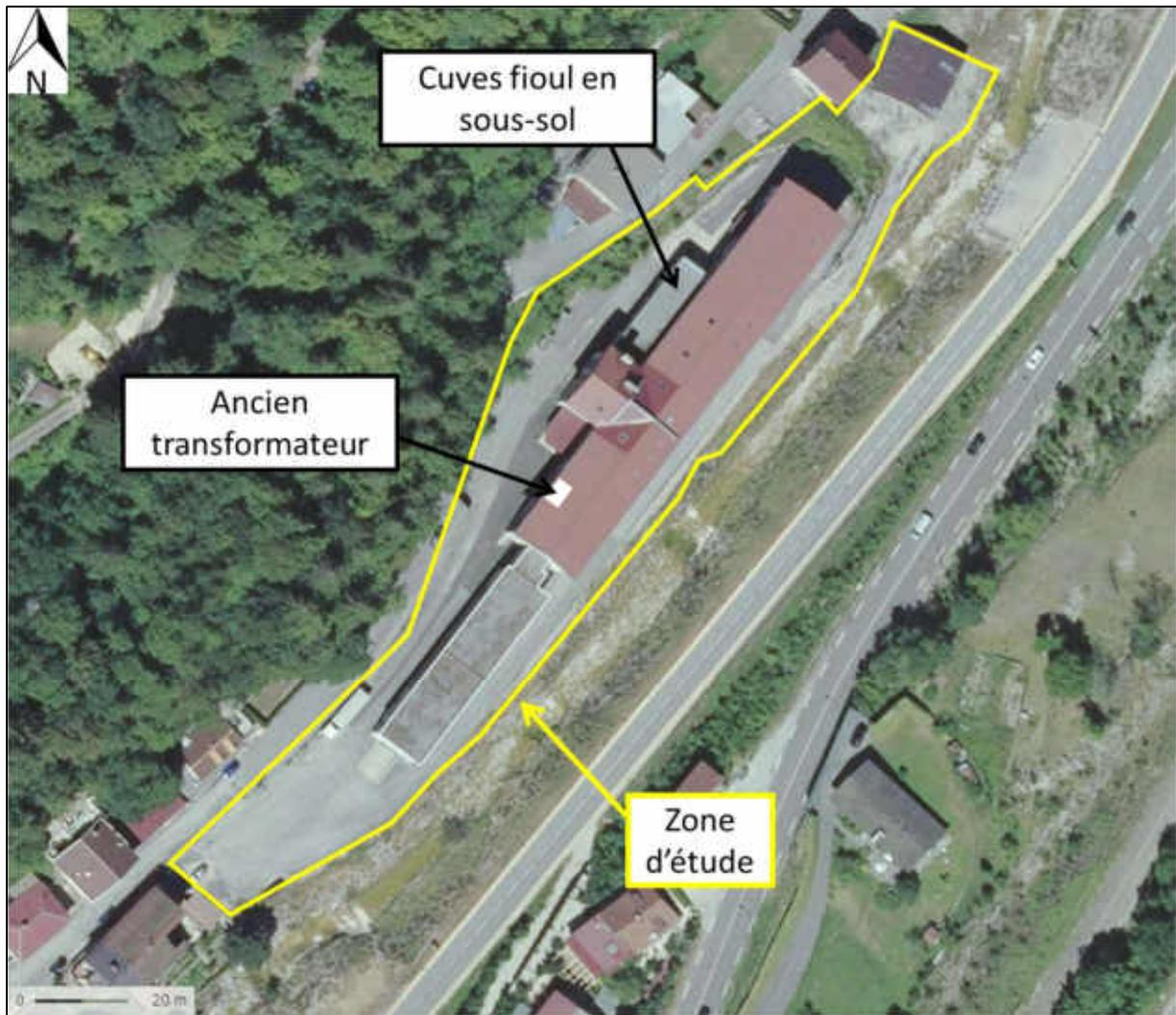


Figure 4: Localisation des sources potentielles de pollution

Tableau 1 : Synthèse des zones sources de pollution potentielles

Zone source potentielle	Composés traceurs	Activités anciennes ou actuelles
Deux cuves de fioul	HCT, BTEX, HAP	Ancienne
Transformateur	PCB, Pyralène	Ancienne

- **Construction du bâtiment et site en activité de 1953 à 2016. Une activité d'horlogerie et de lunetterie, et des installations (deux cuves de fioul et un transformateur) étaient et sont présentes sur le site soulignant des sources potentielles d'impacts.**

5.1.2 Résumé du contexte environnemental

La zone d'étude se situe sur la couche sédimentaire G représentant une moraine glaciaire constituée principalement de blocs dans une matrice argileuse.

D'après la base de données BSS, le forage BSS001PDLM, situé à 350 m au du site à l'Est et sur la même formation (G), a mis en évidence la lithologie suivante :

- Moraine glaciaire à blocs dans matrice argileuse beige clair très peu sableuse entre 0 et 15 m ;
- Calcaires oolithiques et bioclastiques du kimméridgien entre 15 et 40 m.

Le site se trouve sur l'entité hydrogéologique 515AG00, correspondant à l'aquifère NV2 « Calcaires jurassiques et crétacés de la Haute-Chaine » étant une entité hydrogéologique à nappe libre et karstique.

La masse d'eaux souterraines identifiée au droit du site est la masse d'eau des calcaires et marnes jurassiques de la chaîne du Jura et Bugey (FRDG114) qui a la particularité d'être dans des aquifères karstiques. Ces formations peuvent faire de 150 à 250 m d'épaisseur. Aucune information sur la profondeur de nappe ainsi que sons sens d'écoulement n'ont été répertorié au droit du site. Il est à noter l'arrivée d'eau à faible profondeur au droit du site.

La zone n'a pas recensé de captages d'eaux aux alentours du site et aucun espace protégé sensible n'est présent à moins d'un kilomètre.

Le site est vulnérable concernant les eaux superficielles avec la présence de l'Evalude à quelques mètres et La Brienne en aval.

- ***Se situe sur la couche sédimentaire G représentant des sols hétérogènes peu perméables. Un aquifère de l'entité hydrogéologique « calcaires jurassiques et créacés de la Haute-Chaine » met en évidence de potentiels réseaux karstiques en profondeur (à partir d'une dizaine de mètres). Aucune information sur la nappe au droit du site n'a été répertoriée.***

5.2 Investigations de terrain réalisées (Diag'Sol)

8 sondages ont été réalisés jusqu'à une profondeur maximale de 1 m à l'aide d'une foreuse portable à gouge ouverte sur l'ensemble du site. Une campagne de mesure des COV dans les gaz du sol au PID portatif sur micro-sondages a également été réalisée sur l'ensemble du site.

La localisation des investigations et les résultats de la campagne de mesures de COV sont présentés sur la figure suivante.

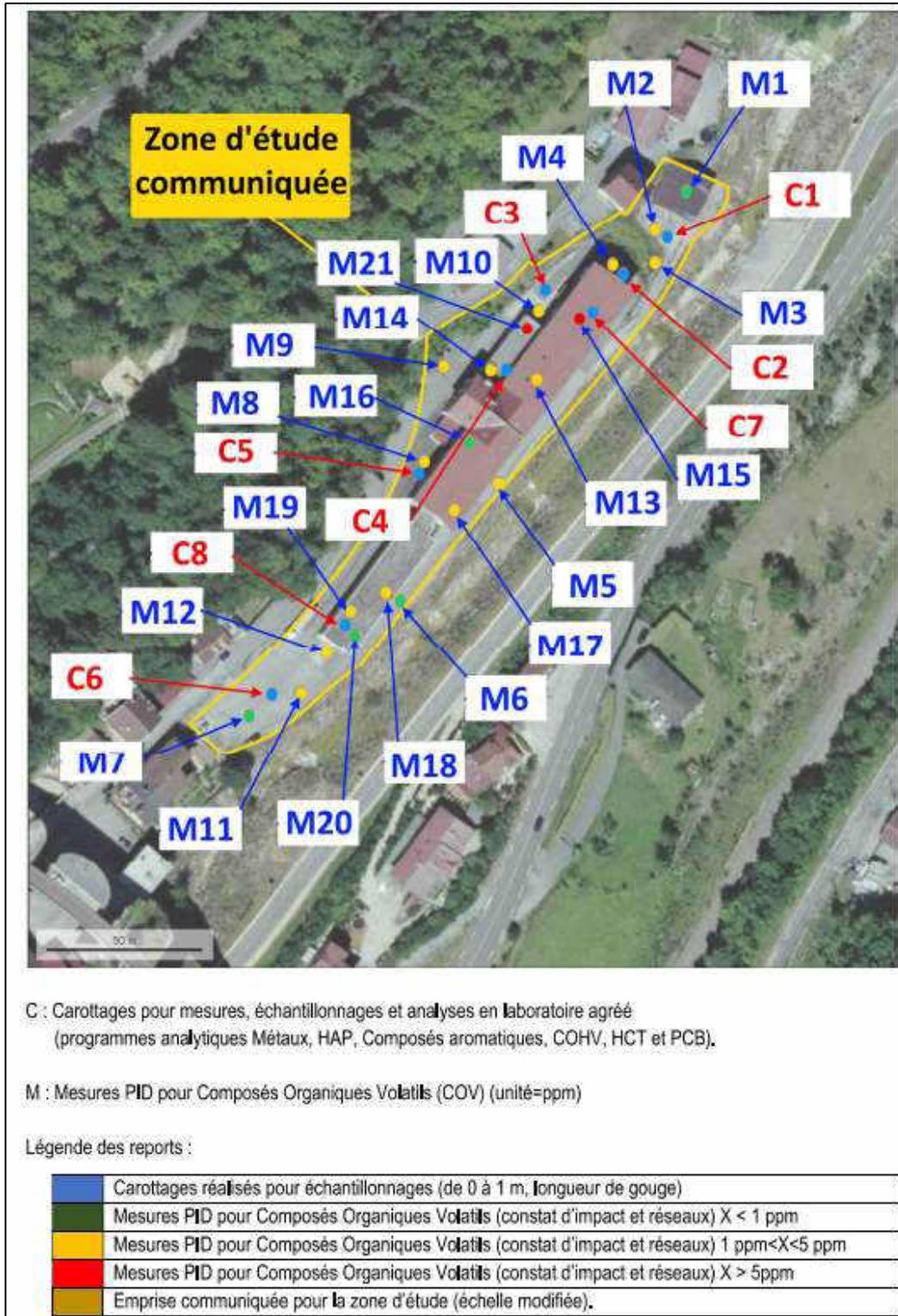


Figure 5: Investigations et résultats de la campagne COV (cabinet Diag'sol – Février 2022)

Tableau 2: Résultats d'analyse des investigations des sols (cabinet Diag'Sol – Février 2022)

Synthèse comparative et simplifiée des résultats analytiques du laboratoire agréé										
SOL (sur brut) mg / kg MS		Valeurs repères	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
Métaux ETM & assimilés (8) (méthodologie SSP avril 2017)	Arsenic (As)	25,0	15	1,6	2,3	2,5	4,4	11	3,5	5,3
	Cadmium (Cd)	0,45	0,3	0,4	0,1	0,2	0,2	0,4	0,1	0,3
	Chrome (Cr)	90	6	17	8,7	5,6	8	12	8,7	9,4
	Cuivre (Cu)	20	5 500	120	54	38	67	340	16	190
	Mercure (Hg)	0,10	<0,05	<0,05	<0,05	0,06	<0,05	0,18	<0,05	0,10
	Nickel (Ni)	60	9,3	4,8	4,5	4,4	4,6	12	3,8	6,7
	Plomb (Pb)	50	1 100	17	11	9,5	19	130	5,3	66
Zinc (Zn)	100	820	110	40	50	51	220	20	150	
HCT Hydrocarbures totaux	HCT C ₁₀ -C ₄₀	50	52,3	240	420	250	120	79	890	53,7
HAP Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques	Somme HAP (EPA)	3,3	0,329	ND	ND	0,797	12,7	14,1	0,589	9,29
BTEX Hydrocarbures Composés Aromatiques	Benzène	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
	Toluène	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
	Ethylbenzène	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
	m,p-Xylène	0,05	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
	o-Xylène	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
	Somme Xylènes	/	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Somme des BTEX	/	LQ	LQ	LQ	LQ	LQ	LQ	LQ	LQ	
PCB (7) Polychlorobiphényles	7 Ballschmiter	0,0015	ND	0,011	ND	0,50	ND	0,022	0,014	ND
COHV Composés Organiques Halogénés Volatils	Chlorure de Vinyle	0,1	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
	Dichlorométhane	0,2	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
	Trichlorométhane	0,1	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
	Tétrachlorométhane	0,1	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
	Trichloroéthylène	0,1	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,19	<0,05	0,17
	Tétrachloroéthylène	0,1	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
	1,1,1-Trichloroéthane	0,1	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
	1,1,2-Trichloroéthane	0,1	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
	1,1-Dichloroéthane	0,1	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
	1,2-Dichloroéthane	0,1	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
	cis-Dichloroéthylène	0,1	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
	1,1-Dichloroéthylène	0,1	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
	Trans-Dichloroéthylène	0,1	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
Somme cis/trans-1,2-Dichloroéthylènes	/	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	

Cette étude a mis en évidence :

- La présence de COV en teneurs supérieures à 1 ppmV sur la majeure partie du site et des zones ponctuelles au droit des cuves où la teneur en COV est supérieure à 10 ppmV (supérieures à **85 ppmV**) ;
- Des teneurs en HCT (C₁₀-C₄₀) supérieures au seuil ISDI pour C7 (jusqu'à **890 mg/kg**) et supérieures au seuil BRGM pour l'ensemble des sondages ;
- Anomalie forte pour le cuivre, le plomb et le zinc au droit de C1 et C2 (jusqu'à **5500 mg/kg** de cuivre au droit de C1) ;
- Traces de HAP (**jusqu'à 0,5 mg/kg**) au droit du sondage C4.

6. Intervention HUB-Environnement (Avril 2022)

6.1 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.

6.2 Méthodologies d'investigations

6.2.1 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 18400-203 qui présente 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. 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 ».

6.2.2 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 (cf. fiche de prélèvement en annexe 2)

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/transport n'a pas été réalisé dans cette étude. Un bilan coût-avantage pour la réalisation d'un blanc a été considéré, au vu des contraintes premières du client à savoir le budget et au vu de la réalisation de deux prélèvements impliquant alors une proportion importante du blanc par rapport au nombre de prélèvement réalisé, il a été décidé de ne pas réaliser ce blanc. Il est à noter également que nous sommes dans le cadre d'une pollution industrielle, les composés mesurés ne sont pas présents en trace.

En contrepartie, HUB-Environnement s'engage à la prise de mesures complémentaires comprenant le contrôle des COV dans l'air ambiant, l'air dans la glacière ainsi que l'air dans le véhicule de terrain à l'aide du PID (mesures disponibles dans les fiches de prélèvement en annexe).

6.3 Programme des investigations

6.3.1 Investigation des sols

La campagne de sondages sol a été réalisée le 19 avril 2022. L'implantation des 6 sondages est présentée sur la carte suivante.

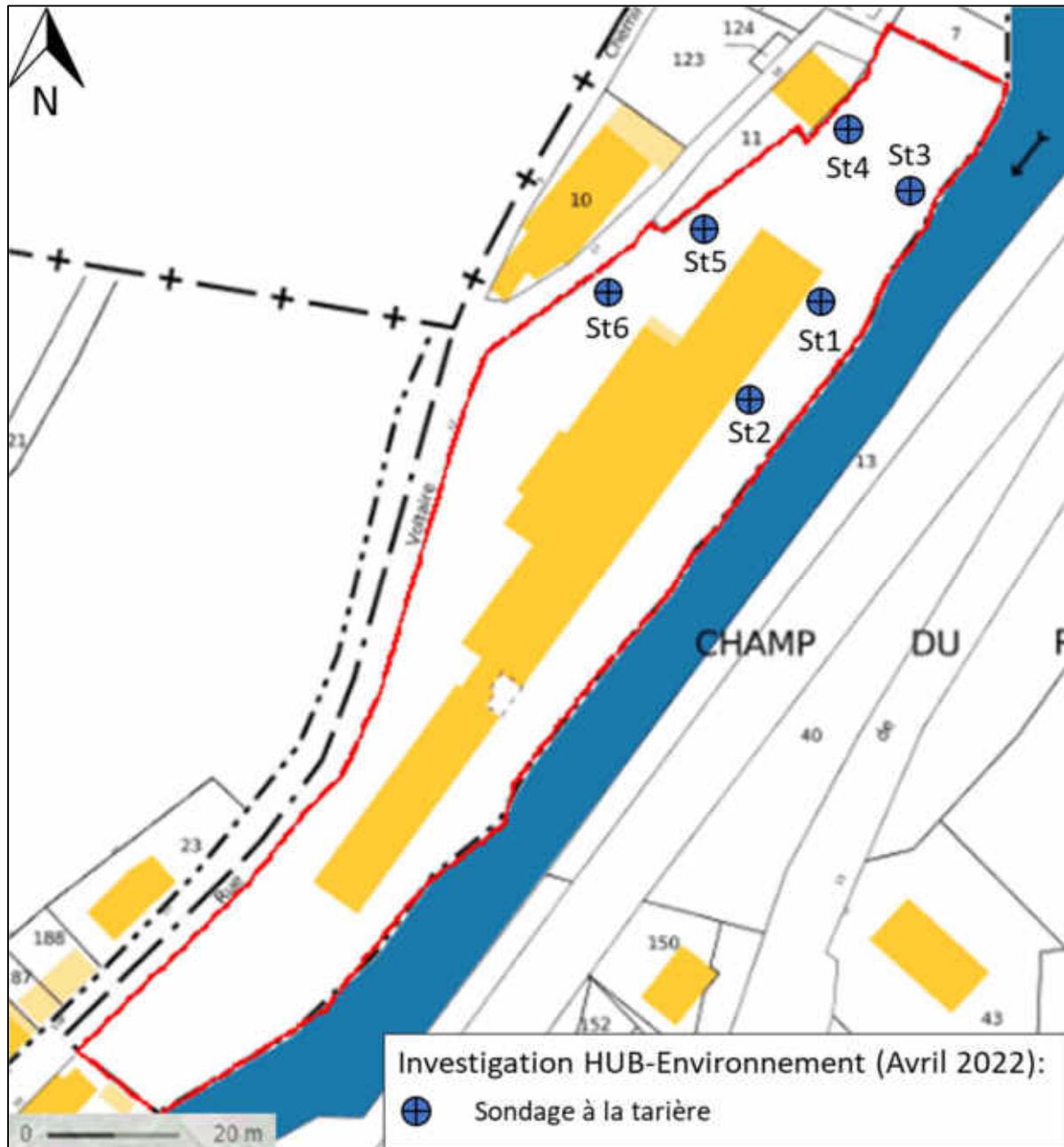


Figure 6: Localisation des sondages sol

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

Tableau 3: Justification de l'implantation des sondages du 19/04/2022

Sondage	Coordonnées du point de sondage (Lambert 93)			Justification /Activités sensibles (identifiées dans le contexte historique)
	X	Y	Z (mNGF)	
St1	931671,56	6608065,38	707,25	Détermination de l'extension des HCT et métaux (cuivre, mercure, plomb et zinc) mis en évidence par le cabinet Diag' sol
St2	931660,28	6608048,13	706,54	
St3	931697,10	6608086,05	709,03	Déterminer les filières d'évacuation des terres dans le cadre du projet
St4	931690,64	6608093,59	711,1	
St5	931652,99	6608077,38	707,62	Détermination de l'extension des HCT et métaux (cuivre, mercure, plomb et zinc) mis en évidence par le cabinet Diag' sol
St6	931635,78	6608064,83	708,55	

Le choix des échantillons envoyés en laboratoire pour analyses a été fait après mesures de COV au PID dans les échantillons individuels, ou en fonction de la profondeur et des indices organoleptiques en l'absence de valeurs de COV discriminantes (voir Annexe 1 sur les fiches de prélèvement).

6.3.2 Investigation des gaz du sol

La campagne de mesures de COV au PID portatif a été réalisée le 19 avril 2022. L'implantation des 7 micro-sondages est présentée sur la carte suivante.

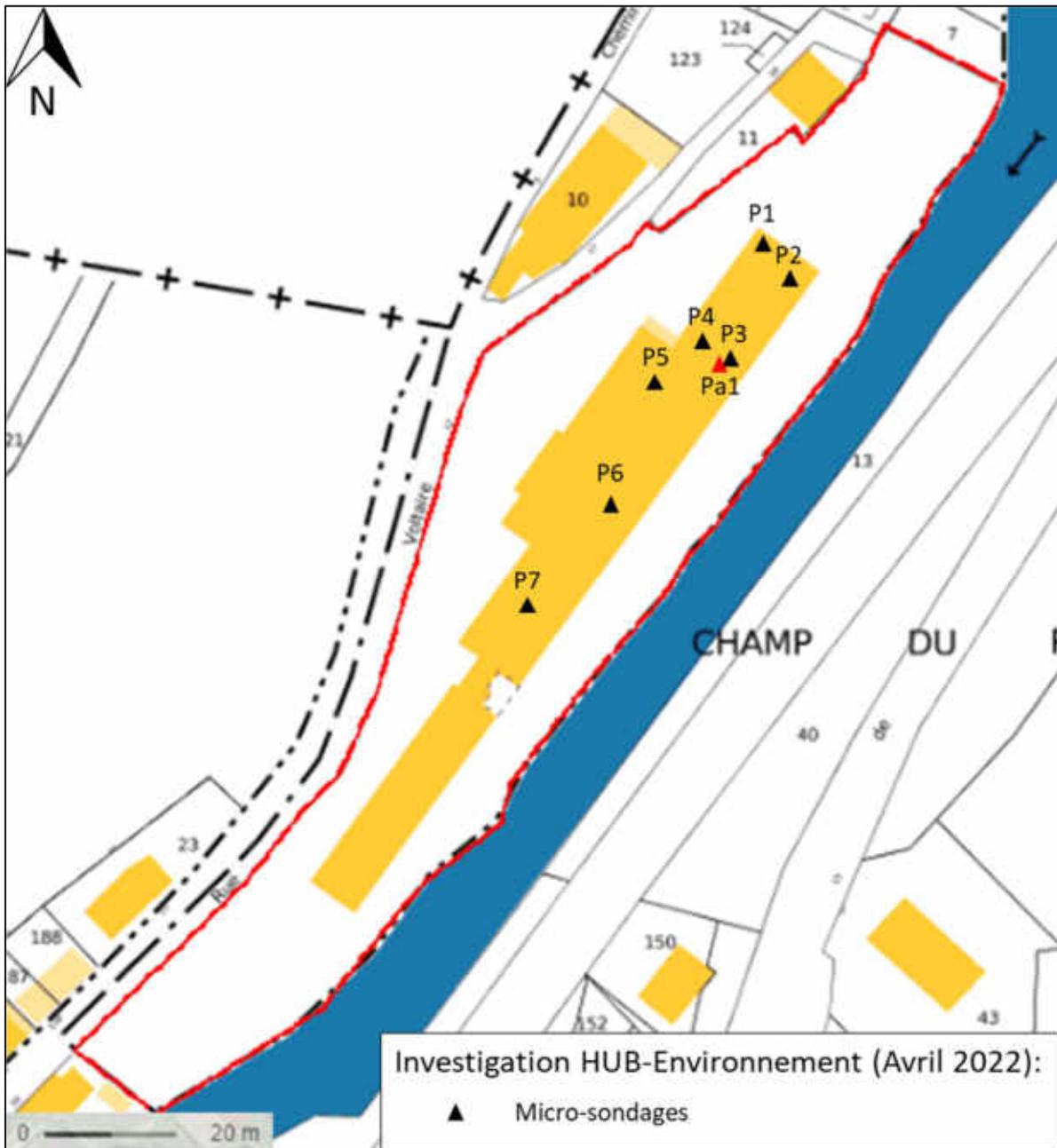


Figure 7: Localisation de micro-sondages HUB-Environnement

Au cours des investigations, un prélèvement de gaz du sol pour l'analyse en laboratoire (en rouge sur la figure 6) a été réalisé au droit du micro-sondage P3 à proximité des cuves de fioul qui présente les teneurs les plus élevées en COV (1,5 ppmV). 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
Pa1	Charbon actif	13h55	14h25	0,5 l/min	15 l

7. Interprétation des résultats d'analyses

7.1 Caractéristiques des sondages

Les caractéristiques de chaque sondage réalisé sur site ont mis en évidence :

Tableau 5: Caractéristiques des sondages

Sondages	Profondeur	Lithologie	Critères organoleptiques	PID	Echantillon
St1	0 – 0,05 m	Enrobé	-	/	/
	0,05 – 1,5 m	Remblais sableux à graveleux beige-clair, cailloux (calcaire)	-	0	/
	1,5 – 3 m	Remblais sableux à graveleux beige-clair, cailloux (calcaire)	-	0	St1-2

Sondages	Profondeur	Lithologie	Critères organoleptiques	PID	Echantillon
St2	0 – 0,05 m	Enrobé	-	/	/
	0,05 – 0,4 m	Remblais avec présence de cailloux (calcaire)	-	/	/
	0,4 – 1,5 m	Sablo-graveleux avec cailloux (calcaire)	-	0	St2-1
	1,5 – 3 m	Sablo-graveleux avec cailloux (calcaire)	-	0	/

Sondages	Profondeur	Lithologie	Critères organoleptiques	PID	Echantillon
St3	0 – 0,05 m	Enrobé	-	/	/
	0,05 – 1,5 m	Terre argileuse marron	-	0	St3-1
	1,5 – 2,3 m	Terre argileuse marron	-	0	/
	1,5 – 3 m	Alternance d'argile et de calcaire (marnes ?)	Humide à 2,5 m	0	/

Sondages	Profondeur	Lithologie	Critères organoleptiques	PID	Echantillon
St4	0 – 1,5 m	Remblais avec cailloux (peu de matériaux)	-	/	St4-1
	1,5 – 3 m	Sable avec cailloux (Calcaire)	-	0	St4-2

Sondages	Profondeur	Lithologie	Critères organoleptiques	PID	Echantillon
St5	0 – 0,05 m	Enrobé	-	/	/
	0,05 – 1,5 m	Sablo-graveleux avec cailloux (calcaire)	-	0	St5-1
	1,5 – 2,6 m	Sablo-graveleux avec cailloux (calcaire) (Refus)	-	0	/

Sondages	Profondeur	Lithologie	Critères organoleptiques	PID	Echantillon
St6	0 – 0,05 m	Enrobé	-	/	/
	0,05 – 1,5 m	Sablo-graveleux avec cailloux (calcaire)	-	0	St6-1
	1,5 – 3 m	Sablo-graveleux avec cailloux (calcaire)	-	0	/

7.2 Résultats d'analyses des COV sur site

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

Tableau 6: Résultats d'analyses des COV sur site (ppm)

Point	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
COV	1,2	0,9	1,5	0,1	0,9	0,3	1,1

Légende

COV > 1 ppm	COV > 10 ppm	COV > 50 ppm
-------------	--------------	--------------

➤ Commentaires :

Les résultats de la campagne de mesures de COV ont mis en évidence :

- La présence de COV en teneurs très faiblement supérieures à 1 ppm au droit du bâtiment vers le transformateur et les cuves de fioul, ainsi qu'à l'extérieur au nord du site.
- La présence de teneurs en COV inférieures à 1 ppm sur la majorité du site.

7.3 Résultats d'analyse dans les sols

7.3.1 Résultats d'analyses 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 3**. 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 qui avait pour objectif de définir le bruit de fond géochimique national, ainsi qu'aux valeurs du fond géochimique local défini par interpolation par le Réseau de Mesures de la Qualité des Sols (RMQS) issues du Groupement d'Intérêt Scientifique Sol (Gis Sol).

Tableau 7: Résultats des analyses de métaux dans les sols (mg/kg)

Métaux	Référence INRA	St1-2	St2-1	St3-1	St4-1	St4-2	St5-1	St6-1
As	30-60	1	1	31	5	3	2	2
Cd	0,7-2	<LD	<LD	0,8	<LD	<LD	<LD	<LD
Cr	90-150	4	3	14	22	8	6	4
Cu	20-62	2	8	2600	380	100	9	10
Hg	0,15-2,3	<LD	<LD	0,3	<LD	<LD	<LD	<LD
Ni	60-130	2	3	25	6	5	4	3
Pb	60-90	<LD	<LD	670	87	17	<LD	<LD
Zn	100-250	9	18	1500	270	160	18	27

Légende :

Sol ordinaire
Anomalie modérée
Anomalie forte

Les résultats d'analyses sur les métaux lourds obtenus sont également présentés dans le tableau ci-dessous. Pour assurer l'interprétation des résultats, en l'absence de référence réglementaire, les teneurs en métaux lourds ont été comparées aux valeurs moyennes du programme FNADE.

Métaux	Référence FNADE		St1-2	St2-1	St3-1	St4-1	St4-2	St5-1	St6-1
	K2	K1							
As	10	37	1	1	31	5	3	2	2
Cd	2	10	<LD	<LD	0,8	<LD	<LD	<LD	<LD
Cr	65	130	4	3	14	22	8	6	4
Cu	400	1800	2	8	2600	380	100	9	10
Hg	1	7	<LD	<LD	0,3	<LD	<LD	<LD	<LD
Ni	70	140	2	3	25	6	5	4	3
Pb	85	400	<LD	<LD	670	87	17	<LD	<LD
Zn	400	1600	9	18	1500	270	160	18	27

Légende :

Sol ordinaire
Dépassement des seuils K2
Dépassement des seuils K1

➤ **Commentaires :**

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

- Des anomalies fortes en cuivre au droit des sondages St3 et St4 (jusqu'à 2600 mg/kg) situé au nord du site
- Une anomalie forte ponctuelle en plomb au droit du sondage St3
- Des anomalies fortes zinc au droit des échantillons St3-1, St4-1.
- Des anomalies modérées en arsenic, cadmium et mercure au droit de St3-1, en plomb au droit de St4-1 et en zinc au droit de St4-2.
- La présence de « sols ordinaires » au droit des échantillons St1, St2, St5 et St6.
- Des dépassements des seuils FNADE K1 sur les terres du prélèvement St3-1. Ces terres devront donc être évacuées en décharge de type 1 - ISDD.
- Des dépassements des seuils FNADE K2 sur le prélèvement St4-1. Ces terres devront donc être évacuées en décharge de type 2 – ISDND.

➔ **Les échantillons St4-1 et St4-2 mettent en évidence des anomalies plus fortes en surface sur l'horizon 0-1 m.**

7.3.2 Résultats d'analyse 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 3.

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 8: Résultats des analyses de composés organiques dans les sols (mg/kg)

Composé	Seuil BRGM	Seuil ISDI	St1-2	St2-1	St3-1	St4-1	St4-2	St5-1	St6-1
HCT	50	500	<LD	<LD	41	23	<LD	<LD	<LD
HAP	10	50	<LD	<LD	1,3	0,06	<LD	<LD	<LD
Naphtalène	0,1	-	<LD						
PCB	0,2	1	<LD						
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

➤ Commentaires :

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

- La présence de HCT à des teneurs inférieures au seuil BRGM au droit des sondages St3 et St4 ;
- Des traces de HAP au droit des sondages St3 e St4.
- L'absence de PCB, BTEX et COHV pour les échantillons analysés.

7.3.3 Résultats d'analyses sur lixiviats

Les résultats d'analyses sur lixiviats sont présentés dans le tableau suivant. Les bordereaux d'analyse sont disponibles en Annexe 3.

Pour assurer l'interprétation des résultats d'analyses, les valeurs de référence choisies sont :

- **Seuils ISDI** : seuils de l'arrêté ministériel du 12/12/2014 relatif aux conditions d'admission des déchets inertes.
- **Seuils ISDND et ISDD** : seuils de la décision 2003/33/CE du 19 décembre 2002 établissant des critères et des procédures d'admission des déchets dans les décharges conformément à l'article 16 et à l'annexe II de la directive 1999/31/CE et seuils selon l'arrêté ministériel du 30 décembre 2002 fixant les dispositions diverses pour le stockage de déchets dangereux. Pour les paramètres non précisés dans cette décision du Conseil Européen ou l'arrêté ministériel, les valeurs correspondent aux seuils couramment utilisés par les exploitants d'ISDND.

Tableau 9 : Résultats d'analyses sur lixiviats (mg/kg)

	Seuils maximum			St3-1	St4-1	St4-2
	ISDI	ISDND	ISDD			
COT	500	800	1000	120	<LD	<LD
Chlorures	800	15000	25000	<LD	<LD	<LD
Fluorures	10	150	500	<LD	<LD	<LD
Sulfates	1000	20000	50000	<LD	<LD	<LD
Indice phénol	1	50	100	<LD	<LD	<LD
Fraction soluble	4000	60000	100000	1100	<LD	<LD
As	0,5	2	25	0,1	<LD	<LD
Ba	20	100	300	0,13	0,09	<LD
Cd	0,04	1	5	<LD	<LD	<LD
Cr	0,5	10	70	<LD	<LD	<LD
Cu	2	50	100	4,8	0,23	0,07
Hg	0,01	0,2	2	<LD	<LD	<LD
Mo	0,5	10	30	0,11	<LD	<LD
Ni	0,4	10	40	<LD	<LD	<LD
Pb	0,5	10	50	0,5	<LD	<LD
Sb	0,06	0,7	5	0,17	<LD	<LD
Se	0,1	0,5	7	<LD	<LD	<LD
Zn	4	50	200	1	<LD	<LD

Légende

Classe ISDI
Classe ISDND
Classe ISDD

➤ **Commentaires :**

Les résultats d'analyses sur lixiviats ont mis en évidence :

- Un dépassement du seuil ISDI pour certains métaux (cuivre, plomb et antimoine) au droit du sondage St3.
- L'absence de dépassement des seuils pour les autres paramètres analysés.

➔ **La présence de dépassements du seuil ISDI pour certains métaux au droit du sondage St3 met en évidence une zone précise à surveiller pour les travaux à venir (potentiel terrassement). Ce dépassement rend les sols non conformes pour la filière ISDI.**

7.3.4 Résultats d'analyse sur radioactivité

L'horlogerie étant une activité pouvant produire des déchets radioactifs, des analyses au compteur GEIGER ont été réalisées sur les échantillons prélevés.

D'après l'organisme IRSN (Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire), le taux moyen de radioactivité en France est comprise entre 0,04 et 0,15 $\mu\text{Sv/h}$.

	St1-2	St2-1	St3-1	St4-1	St4-2	St5-1	St6-1
Rayonnement (en $\mu\text{Sv/h}$)	0,109	0,093	0,126	0,109	0,109	0,076	0,126

➤ **Commentaires :**

Les résultats d'analyses sur lixiviats ont mis en évidence :

- Aucun des échantillons analysés ne présentent d'anomalie en radioactivité.

7.4 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 WESSLING 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 10: Résultats des composés organiques dans les gaz du sol ($\mu\text{g}/\text{échantillon}$)

Analyses	Pa1 ZM	Pa1 CC
Benzène	<LD	<LD
Toluène	<LD	<LD
Éthylbenzène	<LD	<LD
p- et m-xylène	<LD	<LD
o-Xylène	<LD	<LD
Naphtalène	<LD	<LD
Somme des xylènes	<LD	<LD
Chlorure de vinyle	<LD	<LD
1,1-Dichloroéthylène	<LD	<LD
Somme cis/trans-1,2-Dichloroéthylènes	<LD	<LD
Dichlorométhane	<LD	<LD
trans-1,2-Dichloroéthylène	<LD	<LD
1,1-Dichloroéthane	<LD	<LD
cis-1,2-Dichloroéthylène	<LD	<LD
Trichlorométhane	<LD	<LD
Tétrachlorométhane	<LD	<LD
1,1,2-Trichloroéthane	<LD	<LD
Trichloroéthylène	<LD	<LD
Tétrachloroéthylène	<LD	<LD
Somme des COHV	<LD	<LD
Hydrocarbures aliphatiques > C5-C6	<LD	<LD
Hydrocarbures aliphatiques > C6-C8	<LD	<LD
Hydrocarbures aliphatiques > C8-C10	<LD	<LD
Hydrocarbures aliphatiques > C10-C12	<LD	<LD
Hydrocarbures aliphatiques > C12-C16	<LD	<LD
Somme Hydrocarbures Aliphatiques C5-C16	<LD	<LD
Hydrocarbures aromatiques > C6-C7	<LD	<LD
Hydrocarbures aromatiques > C7-C8	<LD	<LD
Hydrocarbures aromatiques > C8-C10	<LD	<LD
Hydrocarbures aromatiques > C10-C12	<LD	<LD
Hydrocarbures aromatiques > C12-C16	<LD	<LD
Somme Hydrocarbures aromatiques	<LD	<LD

➤ Commentaires :

Les résultats d'analyse laboratoire des gaz du sol mettent en évidence l'absence de détection des substances recherchées.

7.5 Représentation cartographique des résultats

7.5.1 Carte de répartition des COV dans les gaz du sol

La carte de répartition des teneurs en COV mises en évidence lors des campagnes de mesures réalisées par le cabinet Diag'Sol et HUB-Environnement sont présentées sur la figure suivante.

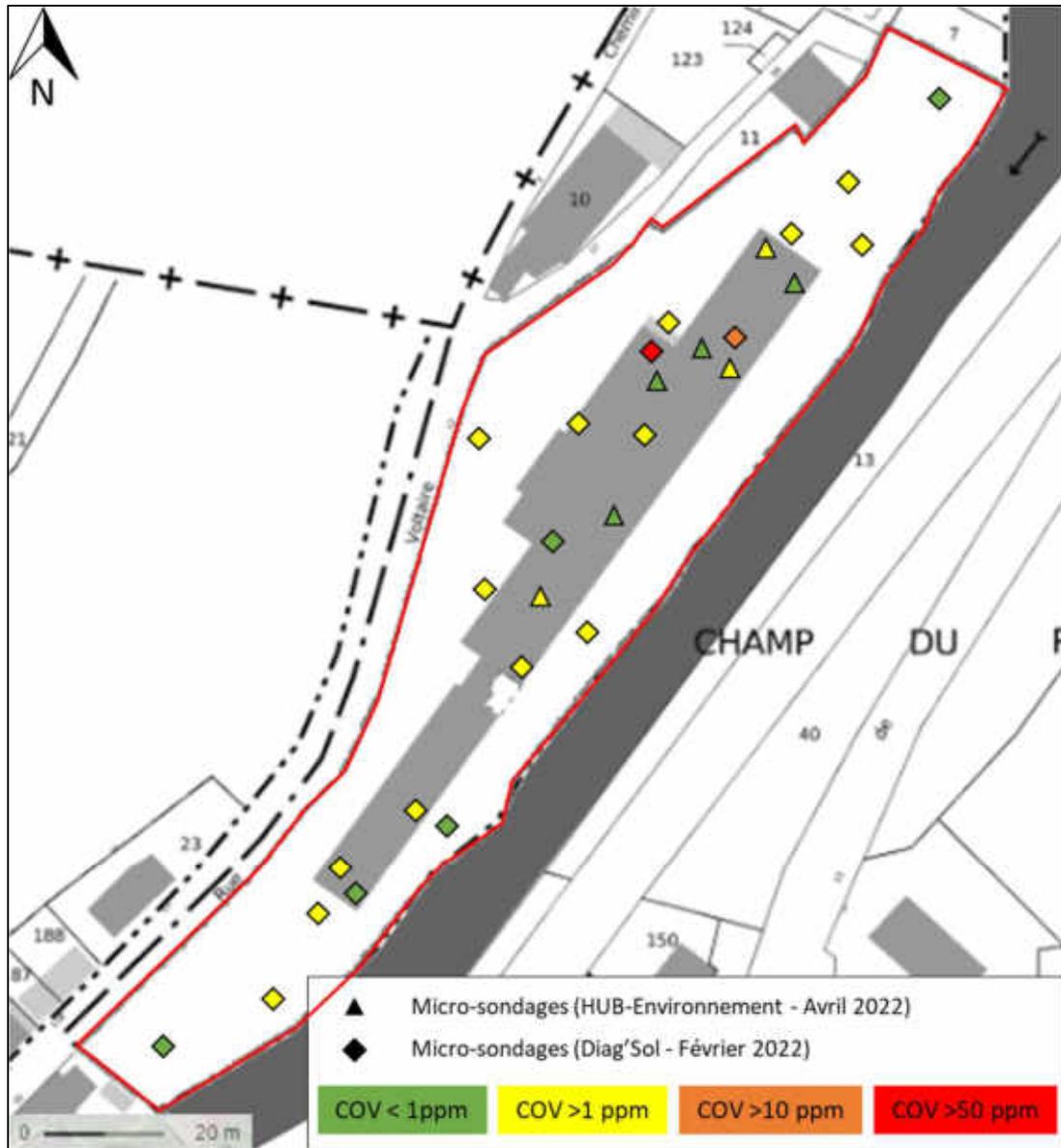


Figure 8: Carte des teneurs en COV (ppmV) mises en évidence

➤ Commentaires :

Les résultats de la campagne de mesures de COV ont mis en évidence :

- La présence de COV sur la majorité du site avec des teneurs comprises entre 1 et 5 ppm ;
- La présence ponctuelle de COV au droit des 2 cuves (teneurs en COV supérieures à 85 ppmV) et au droit du nord du bâtiment (30 ppmV).

7.5.2 Carte de répartition des HCT dans les sols

Les cartes de répartition des anomalies en HCT ont été réalisées sur le premier mètre de sol en prenant en compte les données des deux diagnostics réalisés. Les seuils pris comme référence sont :

- Le seuil BRGM : 50 mg/kg
- Le seuil ISDI : 500 mg/kg

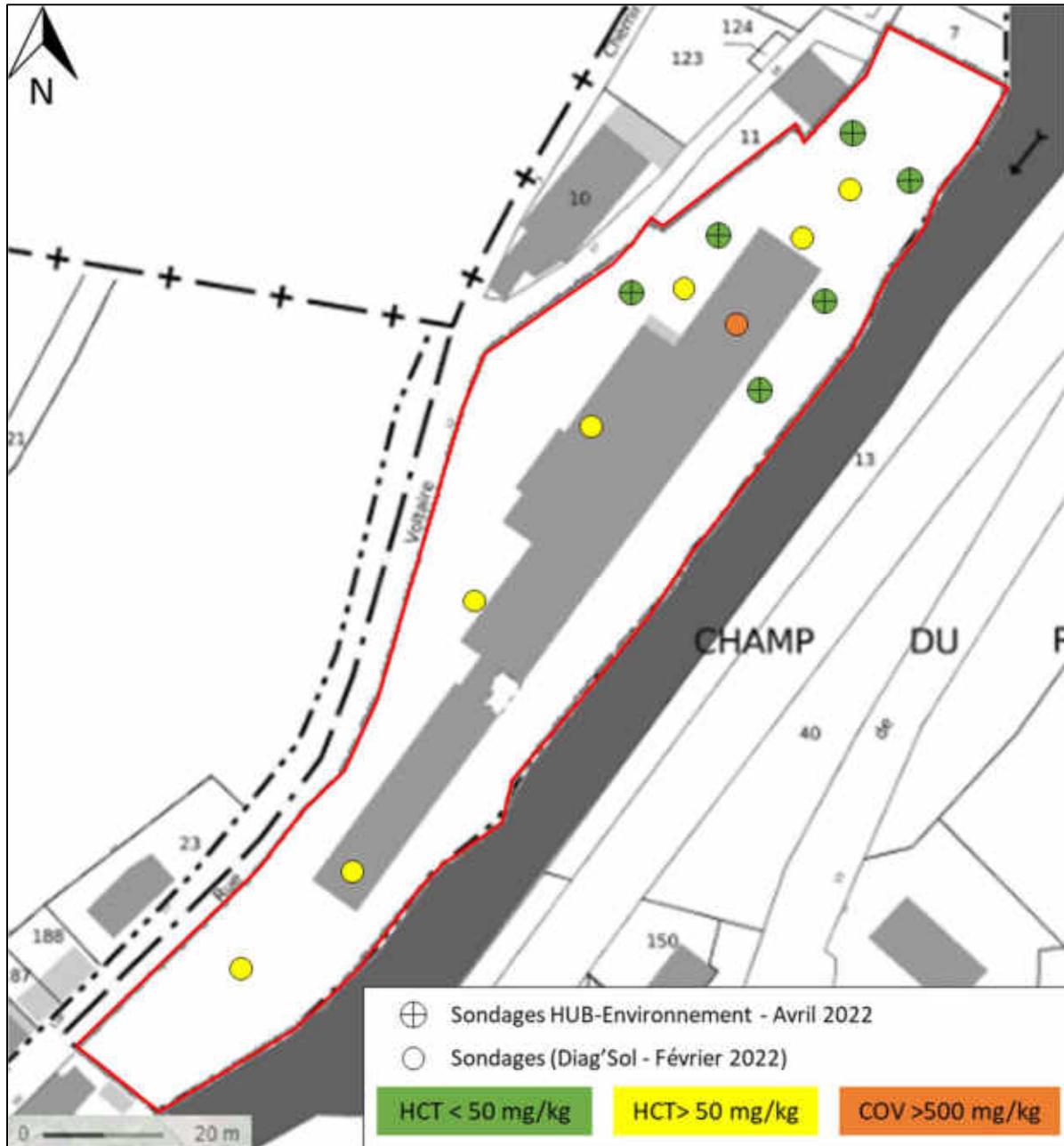


Figure 9: Cartographie des teneurs en HCT (0-1 m)

➤ **Commentaires :**

Cette carte met en évidence :

- Un dépassement ponctuel du seuil ISDI en HCT au nord du bâtiment à l'est des cuves ;
- Le dépassement du seuil BRGM sur la majorité du site.

7.5.3 Carte de répartition des métaux dans les sols

La carte de répartition des anomalies en métaux lourds dans les sols après analyses laboratoire est présentée ci-dessous. Cette carte a été réalisée en prenant en compte les concentrations maximales des métaux les plus impactants (cuivre, plomb, zinc et mercure) mises en évidence pour chaque sondage (HUB-Environnement et Diag'Sol), toutes profondeurs comprises. Les seuils pris comme référence sont les valeurs du programme INRA-ASPITET.

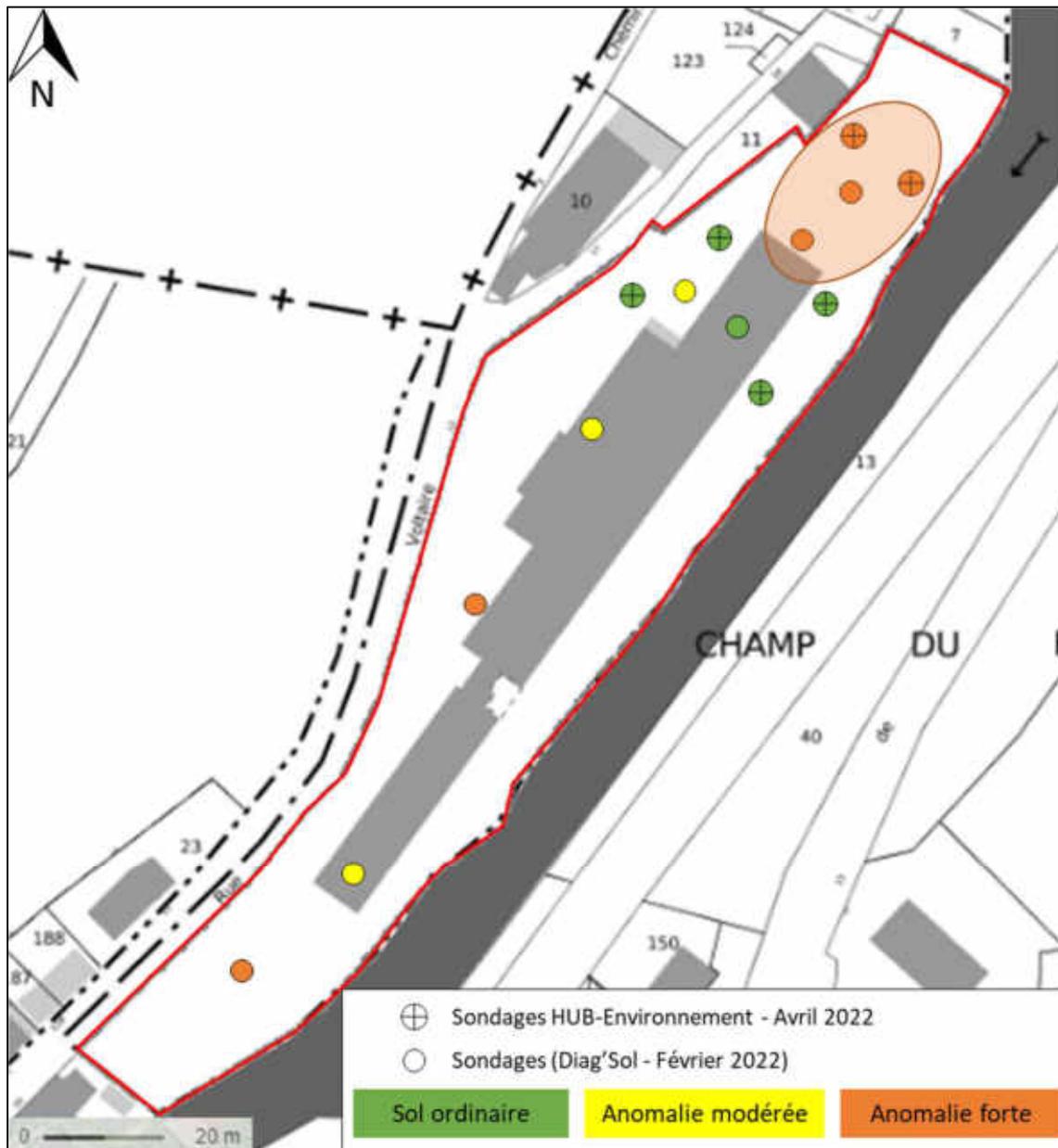


Figure 10: Cartographie des anomalies des métaux impactants (cuivre, plomb, zinc et mercure)

➤ Commentaires :

Cette carte met en évidence :

- Une zone à forte anomalie au nord du site avec des teneurs en métaux qui dépassent largement les valeurs seuils de l'INRAE-ASPITET (jusqu'à 5500 mg/kg de cuivre au droit de C1).
- Des anomalies fortes ponctuelles localisées sur la moitié sud du site.
- Des anomalies modérées en plomb, cuivre et zinc sur la majorité du site et des anomalies modérées ponctuelles en arsenic, mercure et cadmium (St3 et C1).

8. Description de l'étude de risque

8.1 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 en février 2007 et révisée par la note ministérielle du 19 avril 2017.

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 4.

8.2 Evaluation de l'exposition

8.2.1 Caractérisation du lieu d'exposition

L'usage prévu pour le site est un usage **de local commercial (enseigne LIDL)**.

8.2.2 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. Il détaille chaque voie d'exposition potentielle et conclut sur l'intérêt de l'étudier dans la présente étude au vu du futur projet d'aménagement.

Les hypothèses suivantes sont à considérer :

- Couverture de la totalité de la source de pollution par une dalle ou couche d'enrobé supprimant toute ingestion, contact cutané ou inhalation de poussières à l'intérieur des bâtiments et en extérieur ;
- Aucun usage des eaux souterraines n'est envisagé et réseau AEP totalement étanche supprimant tout risque d'ingestion ;
- Aucune plantation consommable sur le site supprimant toute ingestion indirecte.

Tableau 11: 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 de futurs bâtiments (continuité d'activité)	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	Futurs occupants du site	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	<u>Non revêtus</u> (espaces verts à usage d'ornementation)	Ingestion directe de sol / poussières	Contact direct au niveau des zones découvertes ou mal isolées	Sans objet en l'absence d'espace non revêtus	NON
		Absorption cutanée de sol / poussières.			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
		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		NON
	<u>Revêtus</u> (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	Sans objet en l'absence d'activité au droit de la source	NON
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 et/ou de l'eau d'arrosage pompée vers des aliments d'origine végétale ou animale produits sur le site	Sans objet en l'absence d'usage des eaux souterraines sur site	NON	

→ La voie d'exposition la plus probable est l'inhalation de polluant sous forme gazeuse en intérieur (par volatilisation des substances depuis les sols).

8.2.3 Cibles retenues

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

➤ Adultes 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 12: Paramètres d'exposition choisis

Paramètres	Unités	Employés	Justification
Durée d'exposition (T)	ans	40	INERIS (2015) et jugement d'expert
Fréquence d'exposition (Ef)	-	0,64	Moyenne classe d'âge d'après INERIS (2017) et jugement d'expert
Fréquence d'exposition en intérieure dans les bâtiments (Ti)	ans	40	US EPA (1997) et INERI (2015)
Période sur laquelle est moyennée l'exposition pour les effets sans seuil (Tm)	ans	70	

Les périodes de temps 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 cancérigènes quelle que soit la cible considérée
- 40 et 6 ans (durée d'exposition pour les adultes et les enfants) pour les effets toxiques non cancérigènes

8.2.4 Sélection des substances

Les substances prises en compte dans les calculs sont les concentrations maximales mises en évidence dans les sols : ce sont les hydrocarbures aromatiques C5-C16 qui seront pris en compte, au vu de leur toxicité.

Tableau 13: Sélection des substances

Substances	Concentration (mg/kg)	Sondage impacté
HCT aromatiques C5-C16	73	C7

8.2.5 Scénario d'exposition

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

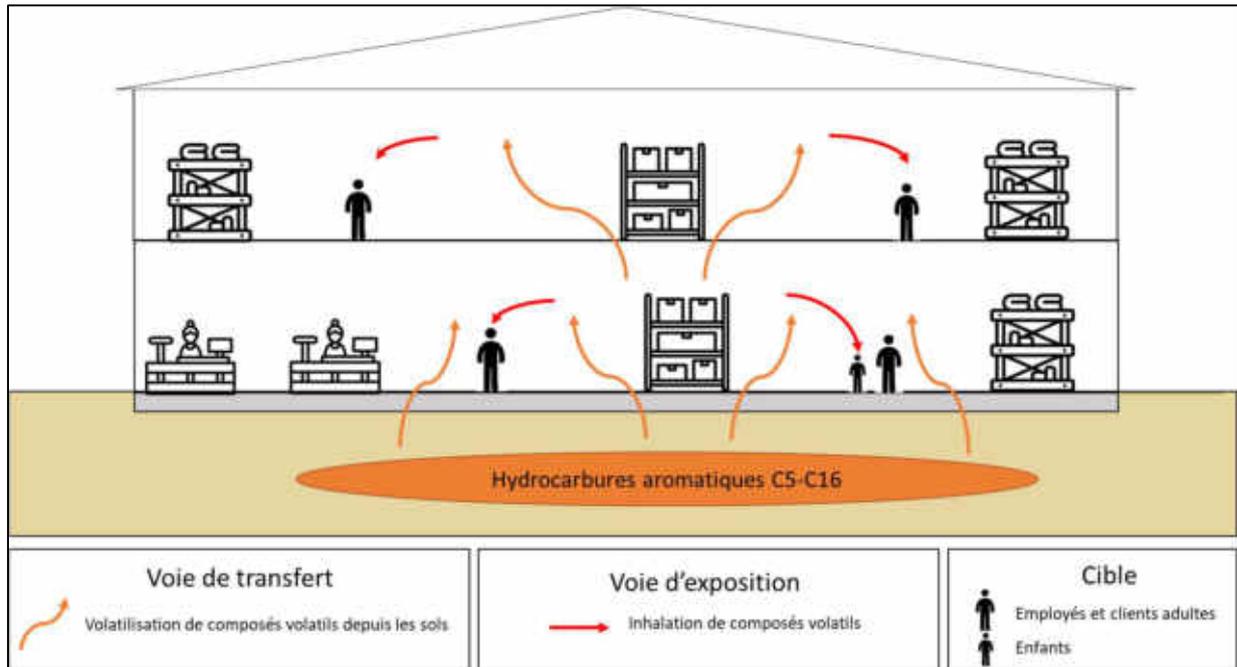


Figure 11: Schéma conceptuel

8.3 Evaluation de la relation dose-réponse

8.3.1 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 14: Données toxicologiques

Substances		Effet non cancérigène	Effet cancérigène			
			Classification			Types de cancer
Dénomination	N°CAS		USEPA	CIRC	UE	
Hydrocarbures aromatiques nC5-C16	-	Maux de tête, vertiges, somnolence, asphyxie, irritation muqueuses pulmonaire et cutanée, foie, sang	-	-	-	-

8.3.2 Valeurs toxicologiques 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 15: VTR retenues pour l'EQRS

Substances		VTR avec seuil (RfC)	Organisme (année)	VTR sans seuil (ERi)	Organisme (année)
Dénomination	N°CAS				
Hydrocarbures aromatiques nC5-C16	-	2.10 ⁻¹	TPHCWG, 1999	-	-

8.4 Choix des modèles

Le transfert de polluants des eaux souterraines et des sols vers l'air intérieur et extérieur est modélisé à l'aide d'outils de calculs adaptés et de logiciels de modélisation. Les logiciels utilisés dans le cadre de la présente étude sont :

➤ **Pour l'air intérieur :**

La concentration de la substance choisie dans l'air intérieur sera calculée avec le modèle Johnson et Ettinger version 3.1 de l'US-EPA. Johnson and Ettinger prend en compte une fissuration périphérique du dallage et un écoulement de type DARCY à travers ces fissures ; il est donc particulièrement adapté pour les bâtiments considérés dans notre étude. Ce modèle est détaillé en annexe 5.

9. Résultats de l'EQRS

9.1 Principe de calcul

Le principe de calcul se repose sur les formules suivantes :

9.1.1 Estimation du risque pour les effets avec seuil (non cancérigènes)

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

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

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.

9.1.2 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.

9.2 Résultats des calculs

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

Tableau 16: Résultats de calculs de risque

Substances	Quotient de danger (QD)	Excès de risque individuel (ERI)
Hydrocarbures aromatiques nC5-C16	7,09.10 ⁻⁸	-
Total	7,09.10⁻⁸	-

Légende :

QD < 1 ; ERI < 10 ⁻⁵	QD > 1 ; ERI > 10 ⁻⁵
---------------------------------	---------------------------------

➤ **Commentaires :**

Les risques sanitaires par inhalation sont donc acceptables dans le cas d'une inhalation en intérieur. Le site est donc compatible avec l'usage prévu.

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.

10. Conclusions et préconisations

10.1 Conclusions

➤ **Synthèse de la qualité environnementale**

Les investigations du cabinet Diag'Sol et HUB-Environnement sur le site ont mis en évidence :

Dans les sols :

- Un dépassement du seuil ISDI en HCT (jusqu'à 890 mg/kg) localisé dans le bâtiment à l'est des 2 cuves ;
- Une zone à forte anomalie au nord du site avec des teneurs en métaux (cuivre, plomb, zinc) qui dépassent largement les valeurs seuils de l'INRAE-ASPITET (jusqu'à 5500 mg/kg de cuivre au droit de C1) ;
- Deux anomalies fortes ponctuelles notamment en cuivre ;
- Des anomalies modérées ponctuelles en arsenic, cadmium et mercure au droit de St3 et C6 et C8 ;
- Des traces de HAP et PCB au droit de C4, C6, C7 et St3, St4 ;
- L'absence de dépassements des seuils pour les autres composés organiques (COHV, BTEX et PCB).

Dans les gaz du sol :

- La présence de COV sur la majorité du site avec des teneurs comprises entre 1 et 5 ppm ;
- La présence ponctuelle de COV au droit de l'espace cuve avec des teneurs en COV supérieures à 85 ppmV et au droit du nord du bâtiment (30 ppmV).
- L'absence de détection des substances recherchées dans les analyses laboratoire sur les gaz du sol.

Filière d'évacuation :

- Dans le cadre du projet d'aménagement, une partie des terres au Nord du site doivent être évacuées. D'après les résultats des métaux lourds sur brut, le sondage St3-1 dépasse le seuil FNADE K1 et les terres devront être évacuées en décharge de type 1 – ISDD. Les terres autour du sondage St4-1 devront être évacuées en décharge de type 2 – ISDND.
- Le prix d'évacuation de ces terres peut s'élever à :
 - o 130 €/t (TGAP & transport) pour les décharges de type 1- ISDD.
 - o 70 €/t (TGAP & transport) pour les décharges de type 2- ISDND.
- Attention néanmoins, ce prix est donné à titre indicatif, et la consultation des centres est nécessaire afin de chiffrer exactement le coût d'évacuation des terres.

Risques sanitaires :

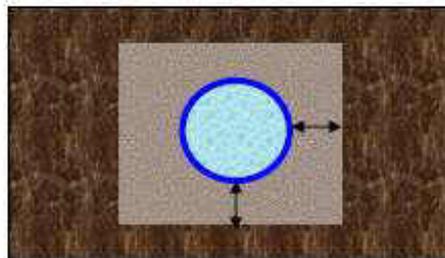
Le calcul de risques sanitaires a mis en évidence que les risques sanitaires par inhalation sont acceptables pour les futurs employés. Le site est donc compatible avec l'usage prévu, à condition que l'ensemble du terrain soit recouvert par un écran de protection (dalle, enrobé, 30 cm de terres saines).

Les risques par ingestion des sols n'ont pas été calculés car les sols sont recouverts par un revêtement imperméable (dalle ou enrobé) empêchant tout contact et ingestion de sols.

10.2 Préconisations

Compte tenu des conclusions précédentes, les préconisations suivantes sont à retenir :

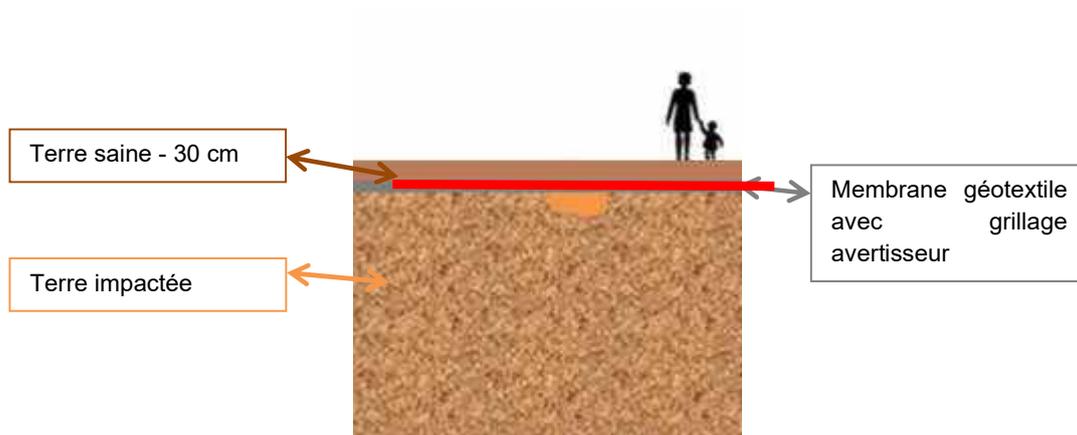
- **Gestion des déblais (en cas de travaux d'excavation dans le futur) :** Des prescriptions relatives à la gestion des déblais non inertes devront être mises en place afin de gérer au mieux la prévention de déchets et l'envoi des terres impactées en installation de stockage agréé ou centre de traitement. Des analyses de sol sur lixiviat ont été réalisées et ont mis en évidence l'interdiction de la filière ISDI au droit du sondage St13. Il faudra donc être attentif, au fait que chaque centre de stockage possède ses propres seuils d'admissibilité pouvant différer des seuils réglementaires pris en compte ici. Les déblais peuvent donc être refusés malgré le fait qu'ils respectent les seuils réglementaires. Il est donc recommandé de consulter plusieurs centres pour optimiser la gestion de ces exportations.
- **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 doit être joint à tout dossier d'aménagement concernant le site d'étude et devra donc être transmis à toute personne concernée (site soumis à la méthodologie du 8 février 2007 révisée par la note du DGPR du 19 avril 2017).
- **Mises en place dans les niveaux impactés de canalisations d'eau potable en tranchées remblayées par des matériaux sains** d'épaisseur suffisante de 40 cm à minima de part et d'autre de la tranchée, et avec bidim anti contaminant pour séparer le remblai sain des terres contaminées avoisinantes, selon le schéma ci-dessous



Légende :

- Matériaux issus du site potentiellement impactés
- Epaisseur de matériaux sains
- Réseau d'eau potable

- **L'ensemble de la superficie non bâtie du site sera recouvert par une couche de terre saine d'une épaisseur minimale de 30 cm** ou bien recouvert par du revêtement artificiel (bitume, pavés, ...). La couche de terre saine de 30 cm sera séparée du terrain impacté sous-jacent par un grillage avertisseur et d'un géotextile



- **En cas de dispositif d'infiltration des eaux pluviales des surfaces revêtues et des toitures dans le sol**, il faudra prévoir une analyse détaillée des sols au niveau des surfaces prévues pour l'infiltration de ces eaux pour vérifier l'absence de risque de lixiviation de substances polluantes vers les eaux souterraines ; en cas de non-conformité des analyses , une purge préalable des sols impactés pourra être effectuée avec remplacement par des matériaux sains pour assurer l'infiltration des eaux superficielles en toute sécurité. Leur qualité physico-chimique et ainsi éviter la contamination de la nappe phréatique. Il pourra être également prévu un système d'infiltration en profondeur, sous les remblais pollués.
- **L'interdiction de mettre des potagers en pleine terre**, ces derniers doivent être hors-sol. L'interdiction de planter des arbres fruitiers (à racine profondes).

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 : Fiches techniques des sondages sol

ANNEXE 2 : Fiches techniques des prélèvements de gaz du sol

ANNEXE 3 : Bordereaux d'analyse laboratoire

ANNEXE 4 : Méthodologie de l'Analyse des Risques

ANNEXE 5 : Paramètres de la modélisation du transfert vers l'air intérieur des bâtiments

ANNEXE 6 : Paramètres de la modélisation du transfert vers l'air extérieur

ANNEXE 7 : Données des calculs

ANNEXE 8 : Calcul d'incertitudes

Annexe 1 : Fiches techniques des sondages sol

		Fiche de suivi de sondage et prélèvement de sol		Désignation du point	
				St1	
N° du projet: DIAG Morez Client: LIDL (GINGER) Site et commune: Morez Responsable projet: N.GARNIER Opérateur: N.GARNIER			Coordonnées: x: 9316711,56 m y: 6608055,46 m z sol: 706,71 mNGF		
Date et heure :		19/04/2022 9h30		Météo: Ensoleillé T°: 11°C	
Outil de sondage :		Tarière mécanique		Prestataire:	
Diamètre sondage:				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	/	/	/	/
0,05-1,5 m	Remblais sableux à graveleux beige-clair, cailloux calcaire	/	/	0	/
1,5-3 m	Remblais sableux à graveleux beige-clair, cailloux calcaire	/	/	0	St1-2
<i>Indices Eau : sec / + légèrement humide / ++ humide / +++ noyé</i>					
Plan de localisation			Codes barre laboratoire		
Gestion des échantillons					
Type de flaconnage (fourni par le labo)	Flacon de 400 ml	Laboratoire:		Wessling	
		Expédié le :		20/04/2022	
		Conditionnement :		Glacières réfrigérées	

		Fiche de suivi de sondage et prélèvement de sol		Désignation du point	
				St2	
N° du projet: DIAG Morez Client: LIDL (GINGER) Site et commune: Morez Responsable projet: N.GARNIER Opérateur: N.GARNIER		Coordonnées: x: 931660,28 m y: 6608048,13 m z sol: 706.54 mNGF			
Date et heure : 19/04/2022 10h30		Météo: Ensoleillé		T°: 12°C	
Outil de sondage: Tarrière mécanique		Prestataire:			
Diamètre sondage:		Profondeur atteinte : 3 m			
Rebouchage et refecton :		Cuttings: Béton		Enrobé Autre:	
Gestion des cuttir:		Remis en place		Evacués Stockés sur site Big-bag Carothèque	
Remarques :					
Profondeur	Description lithologique	Eau	Organoleptiques	PID	Echantillons
0-0,05 m	Enrobé	/	/	/	/
0,05-0,4 m	Remblais avec cailloux	/	/	/	/
0,4-1,5 m	Sablo-graveleux avec cailloux (calcaire)	/	/	0	St2-1
1,5-3 m	Sablo-graveleux avec cailloux (calcaire)	/	/	0	/
<i>Indices Eau : sec / + légèrement humide / ++ humide / +++ noyé</i>					
Plan de localisation			Codes barre laboratoire		
Gestion des échantillons					
Type de flaconnage (fourni par le labo)	Flacon de 400 ml	Laboratoire:	Wessling		
		Expédié le :	20/04/2022		
		Conditionnement :	Glacières réfrigérées		

 Fiche de suivi de sondage et prélèvement de sol		Désignation du point			
		St3			
N° du projet: DIAG Morez Client: LIDL (GINGER) Site et commune: Morez Responsable projet: N.GARNIER Opérateur: N.GARNIER		Coordonnées: x: 931697,1 m y: 6608086,05 m z sol: 709,03 mNGF			
Date et heure : 19/04/2022 11h30		Météo: Ensoleillé T°: 12°C			
Outil de sondage: Tarière mécanique Diamètre sondage: Rebouchage et refecton : <input checked="" type="checkbox"/> Cutings <input checked="" type="checkbox"/> Béton <input type="checkbox"/> Enrobé <input type="checkbox"/> Autre: Gestion des cuttir: <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		Prestataire: Profondeur atteinte : 3 m			
Remarques :					
Profondeur	Description lithologique	Eau	Organoleptiques	PID	Echantillons
0-0,05 m	Enrobé	/	/	/	/
0,05-1,5 m	Terre argileuse marron (remblais?)	/	/	0	St3-1
1,5-2,3 m	Terre argileuse marron (remblais?)	/	/	/	/
2,3-3 m	Alternance d'argile et de calcaire (marnes?)	Humide à partir de 2,5 m	/	0	/
<i>Indices Eau : sec / + légèrement humide / ++ humide / +++ noyé</i>					
Plan de localisation			Codes barre laboratoire		
Gestion des échantillons					
Type de flaconnage (fourni par le labo)	Facon de 400 ml	Laboratoire:	Wessling		
		Expédié le :	20/04/2022		
		Conditionnement :	Glacières réfrigérées		

		Fiche de suivi de sondage et prélèvement de sol				Désignation du point
						St4
N° du projet: DIAG Morez Client: LIDL (GINGER) Site et commune: Morez Responsable projet: N.GARNIER Opérateur: N.GARNIER		Coordonnées: x: 931690,64 m y: 6608093,59 m z sol: 711,1 mNGF				
Date et heure : 19/04/2022 13h30		Météo: Ensoleillé		T°: 13°C		
Outil de sondage: Tarière mécanique		Prestataire:				
Diamètre sondage:		Profondeur atteinte: 3 m				
Rebouchage et refecion : <input checked="" type="checkbox"/> Cuttings <input checked="" type="checkbox"/> Béton		<input type="checkbox"/> Enrobé		Autre:		
Gestion des cuttir: <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	
0-1,5 m.	Remblais avec cailloux (peu de matériaux)	/	/	/	St4-1	
1,5-3 m.	Sable avec cailloux (calcaire)	++	/	0	St4-2	
<i>Indices Eau : sec / + légèrement humide / ++ humide / +++ noyé</i>						
Plan de localisation			Codes barre laboratoire			
Gestion des échantillons						
Type de flaconnage (fourni par le labo)	Flacon de 400 ml	Laboratoire:	Wessling			
		Expédié le :	20/04/2022			
		Conditionnement :	Glacières réfrigérées			

		Fiche de suivi de sondage et prélèvement de sol			Désignation du point	
					St5	
N° du projet: DIAG Morez Client: LIDL (GINGER) Site et commune: Morez Responsable projet: N.GARNIER Opérateur: N.GARNIER		Coordonnées: x: 931652,99 m y: 6608077,38 m z sol: 707,62 mNGF				
Date et heure : 19/04/2022 14h30		Météo: Ensoleillé		T°: 13°C		
Outil de sondage: Tarrière mécanique		Prestataire:				
Diamètre sondage:		Profondeur atteinte: 2,6 m				
Rebouchage et refection :		Cuttings Béton		Enrobé Autre:		
Gestion des cuttir :		Remis en place Evacués		Stockés sur site Big-bag Carothèque		
Remarques :						
Profondeur	Description lithologique	Eau	Organoleptiques	PID	Echantillons	
0-0,05 m	Enrobé	/	/	/	/	
0,05-1,5	Sablo-graveleux avec cailloux (calcaire)	/	/	0	St5-1	
1,5-2,6 m	Sablo-graveleux avec cailloux (calcaire)	/	/	0	/	
2,6 m	Refus					
<i>Indices Eau : sec / + légèrement humide / ++ humide / +++ noyé</i>						
Plan de localisation			Codes barre laboratoire			
Gestion des échantillons						
Type de flaconnage (fourni par le labo)	Flacon de 400 ml	Laboratoire:	Wessling			
		Expédié le :	20/04/2022			
		Conditionnement :	Glacières réfrigérées			

		Fiche de suivi de sondage et prélèvement de sol		Désignation du point	
				St6	
N° du projet: DIAG Morez Client: LIDL (GINGER) Site et commune: Morez Responsable projet: N.GARNIER Opérateur: N.GARNIER		Coordonnées: x: 931635,78 m y: 6608064,83 m z sol: 708,55 mNGF			
Date et heure : 19/04/2022 15h00		Météo: Ensoleillé		T°: 13°C	
Outil de sondage: Tarière mécanique		Prestataire:			
Diamètre sondage:		Profondeur atteinte: 2,6 m			
Rebouchage et refexion : <input checked="" type="checkbox"/> Cuttings <input checked="" type="checkbox"/> Béton		<input type="checkbox"/> Enrobé		<input type="checkbox"/> Autre:	
Gestion des cuttir: <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
0-0,05 m	Enrobé	/	/	/	/
0,05-1,5	Sablo-graveleux avec cailloux (calcaire)	/	/	0	St6-1
1,5-3 m	Sablo-graveleux avec cailloux (calcaire)	/	/	0	/
<i>Indices Eau : sec / + légèrement humide / ++ humide / +++ noyé</i>					
Plan de localisation			Codes barre laboratoire		
Gestion des échantillons					
Type de flaconnage (fourni par le labo)	Flacon de 400 ml	Laboratoire:	Wessling		
		Expédié le :	20/04/2022		
		Conditionnement :	Glacières réfrigérées		

Annexe 2 : Fiches techniques : prélèvements de gaz du sol

Fiche prélèvement gaz du sol							
Référence dossier : Diag Morez Identification du préleveur : N. GARNIER Date : 19/04/2022			Nom du prélèvement : Pa1 Localisation / Adresse : 12 Rue Voltaire, 39400 Morez Longitude : 931659,51 Latitude : 6608055,46 z : 706,71 m NGF				
Description de l'ouvrage							
Ouvrage temporaire ou permanent : Temporaire Type d'ouvrage : Sondage sous-dalle							
Conditions météorologiques							
Ensoleillé, pluvieux... : Ensoleillé T°C ext : 12°C T°C int : 12°C Pression : 1011 hPa			Taux d'humidité dans l'air (%) : 40% Vitesse et sens du vent : 7 kmh				
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) : débit Gocal, 1 cartouche, 2 PEHD Profondeur de l'ouvrage (m) ? sous-dalle Type d'étanchéité : Ciment Description des sols : Remblai sableux-graveleux							
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	ppm	%	ppm	%	ppm		
Valeur	1,5	20,8	0	0	0		
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)
13h55	14h25	30 min	0,5	0,5	0,5	0,5	15l
Conditionnement et transport							
Laboratoire de destination : Agrolab Type de conditionnement : Glaciaire 4°C			Transporteur : UPS Date et heure de remise au transporteur : 19/04/2022				
Substances recherchées							
TPH, COHV, BTEX, naphtalène							

Annexe 3 : Bordereaux d'analyse laboratoire



Accréditation n°1-1364
Portée disponible
sur www.cofrac.fr



WESSLING

Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie - 40 rue du Ruisseau
BP 50705 - 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 - Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr - www.wessling.fr

WESSLING France S.A.R.L. 40 rue du Ruisseau, 38070 Saint-Quentin-Fallavier Cedex

HUB ENVIRONNEMENT
Monsieur Gilles FALCONE
3 rue des entrepôts
69004 LYON

N° rapport d'essai : JULY22-009393-1
N° commande : JULY-09173-22
Interlocuteur (interne) : Y. Lafond
Téléphone : +33 474 990 554
Courrier électronique : y.lafond@wessling.fr
Date : 29.04.2022

Rapport d'essai

Diag Morez



Les résultats ne se rapportent qu'aux échantillons soumis à l'essai et tels qu'ils ont été reçus.
Les résultats des paramètres couverts par l'accréditation EN ISO/IEC 17025 sont marqués d'un (A).
La portée d'accréditation COFRAC n°1-1364-essais du laboratoire WESSLING de Lyon (St Quentin Fallavier) est disponible sur le site www.cofrac.fr pour les résultats accrédités par ce laboratoire.
Le COFRAC est signataire des accords de reconnaissance mutuelle de ILAC et de IEA pour les activités d'essai.
Les organismes d'accréditation signataires de ces accords pour les activités d'essai reconnaissent comme dignes de confiance les rapports couverts par l'accréditation des autres organismes d'accréditation signataires des accords des activités d'essai.
Ce rapport d'essai ne peut être reproduit que sous son intégralité et avec l'autorisation des laboratoires WESSLING.
Les laboratoires WESSLING autorisent leurs clients à extraire tout ou partie des résultats d'essai envoyés à titre indicatif sous format excel uniquement à des fins de retraitement, de suivi et d'interprétation de données sans faire allusion à l'accréditation des résultats d'essai.
Les données fournies par le client sont sous sa responsabilité et identifiées en italique.

Le 29.04.2022

N° d'échantillon		22-062000-01	22-062000-02	22-062000-03	22-062000-04
Désignation d'échantillon	Unité	St 1-2	St 2-1	St 5-1	St 6-1

Analyse physique

Matériaux séchés - NF ISO 11468 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Matériau séché	% masse MB	95,5 (A)	97,5 (A)	95,3 (A)	96,5 (A)
----------------	------------	----------	----------	----------	----------

Paramètres globaux / Indices

Indice Hydrocarbures (C10-C40) (Agitation mécanique - purification au Florisil) - NF EN ISO 16703 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Indice hydrocarbure C10-C40	mg/kg MS	<20 (A)	<20 (A)	<20 (A)	<20 (A)
Hydrocarbures > C10-C12	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C12-C16	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C16-C21	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C21-C35	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C35-C40	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20

Métaux lourds

Métaux - Méthode interne - METAUX-ICP/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Chromé (Cr)	mg/kg MS	4,0 (A)	3,0 (A)	6,0 (A)	4,0 (A)
Nickel (Ni)	mg/kg MS	2,0 (A)	3,0 (A)	4,0 (A)	3,0 (A)
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	2,0 (A)	8,0 (A)	9,0 (A)	10 (A)
Zinc (Zn)	mg/kg MS	9,0 (A)	18 (A)	18 (A)	27 (A)
Arsenic (As)	mg/kg MS	1,0 (A)	1,0 (A)	2,0 (A)	2,0 (A)
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	<0,4 (A)	<0,4 (A)	<0,4 (A)	<0,4 (A)
Mercuré (Hg)	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Plomb (Pb)	mg/kg MS	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)

Hydrocarbures halogénés volatils (COHV)

Composés organohalogénés volatils - Méthode interne - COHV-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

1,1-Dichloroéthane	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
1,1-Dichloroéthylène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Dichlorométhane	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Tétrachloroéthylène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
1,1,1-Trichloroéthane	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Tétrachlorométhane	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Trichlorométhane	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Trichloroéthylène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Chlorure de vinyle	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
cis-1,2-Dichloroéthylène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
trans-1,2-Dichloroéthylène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Somme des COHV	mg/kg MS	-/-	-/-	-/-	-/-

Le 29.04.2022

N° d'échantillon	22-062000-01	22-062000-02	22-062000-03	22-062000-04
Désignation d'échantillon	St 1-2	St 2-1	St 5-1	St 6-1

Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)

Benzène et aromatiques - Méthode interne : BTEX-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

	Unité	St 1-2	St 2-1	St 5-1	St 6-1
Benzène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Toluène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Ethylbenzène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
m-, p-Xylène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
o-Xylène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Cumène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
m-, p-Ethyltoluène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Mésitylène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
o-Ethyltoluène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Pseudocumène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Somme des CAV	mg/kg MS	-/-	-/-	-/-	-/-

Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

HAP (16) - NF ISO 16287 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

	Unité	St 1-2	St 2-1	St 5-1	St 6-1
Naphtalène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Acénaphthylène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Acénaphthène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Fluorène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Phénanthrène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Anthracène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Fluoranthène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Pyrène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Benzo(a)anthracène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Chrysène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Benzo(a)pyrène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Indéno(1,2,3,c,d)pyrène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Benzo(g,h)pérylène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Somme des HAP	mg/kg MS	-/-	-/-	-/-	-/-

Polychlorobiphényles (PCB)

PCB - Méthode interne : HAP-PCB-GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

	Unité	St 1-2	St 2-1	St 5-1	St 6-1
PCB n° 28	mg/kg MS	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)
PCB n° 52	mg/kg MS	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)
PCB n° 101	mg/kg MS	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)
PCB n° 118	mg/kg MS	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)
PCB n° 138	mg/kg MS	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)
PCB n° 153	mg/kg MS	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)
PCB n° 180	mg/kg MS	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)
Somme des 7 PCB	mg/kg MS	-/-	-/-	-/-	-/-

Rapport d'essai n° : ULY22-009393-1
 Projet : Diag Morez

Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
 Z.I. de Chesnes Tharabie - 40 rue du Ruisseau
 BP 50705 - 38297 Saint-Quentin-Fallavier
 Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 - Fax +33 (0)9 72 53 90 56
 labo@wessling.fr - www.wessling.fr

Le 29.04.2022

N° d'échantillon		22-062000-01	22-062000-02	22-062000-03	22-062000-04
Désignation d'échantillon	Unité	St 1-2	St 2-1	St 5-1	St 6-1

Préparation d'échantillon

Minéralisation à l'eau régale - Méthode interne : MINÉRALISATION MÉTAUX - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Minéralisation à l'eau régale	MS	27/04/2022 (A)	27/04/2022 (A)	27/04/2022 (A)	27/04/2022 (A)
-------------------------------	----	----------------	----------------	----------------	----------------

MS : Matières sèches
 MB : Matières brutes

Informations sur les échantillons

Date de réception :	22.04.2022	22.04.2022	22.04.2022	22.04.2022
Type d'échantillon :	Sol / remblais	Sol / remblais	Sol / remblais	Sol / remblais
Date de prélèvement :	19.04.2022	19.04.2022	19.04.2022	19.04.2022
Heure de prélèvement :	14:00	14:00	14:00	14:00
Récipient :	250ml VBrun WES002	250ml VBrun WES002	250ml VBrun WES002	250ml VBrun WES002
Température à réception (C°) :	18	18	18	18
Début des analyses :	22.04.2022	22.04.2022	22.04.2022	22.04.2022
Fin des analyses :	29.04.2022	29.04.2022	29.04.2022	29.04.2022

Le 29.04.2022

N° d'échantillon		22-062000-05	22-062000-06	22-062000-07
Désignation d'échantillon	Unité	St 3-1	St 4-1	St 4-2

Analyse physique

Matières sèches - NF ISO 11465 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Matériau sèche	% masse MB	80,3 (A)	96,4 (A)	92,7 (A)
----------------	------------	----------	----------	----------

Paramètres globaux / Indices

COT (Carbone Organique Total) calculé d'après matière organique - Méthode interne - COT calc. - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

COT calculé d'ap. matière organique	mg/kg MS	64000	11000	7900
-------------------------------------	----------	-------	-------	------

Indice Hydrocarbures (C10-C40) (Agitation mécanique - purification au Florisil) - NF EN ISO 16703 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Indice hydrocarbure C10-C40	mg/kg MS	41 (A)	23 (A)	<20 (A)
Hydrocarbures > C10-C12	mg/kg MS	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C12-C16	mg/kg MS	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C16-C21	mg/kg MS	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C21-C35	mg/kg MS	31	<20	<20
Hydrocarbures > C35-C40	mg/kg MS	<20	<20	<20

Métaux lourds

Métaux - Méthode interne - METAUX-ICP/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Chromé (Cr)	mg/kg MS	14 (A)	22 (A)	8,0 (A)
Nickel (Ni)	mg/kg MS	25 (A)	6,0 (A)	5,0 (A)
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	2600 (A)	380 (A)	100 (A)
Zinc (Zn)	mg/kg MS	1500 (A)	270 (A)	160 (A)
Arsenic (As)	mg/kg MS	31 (A)	5,0 (A)	3,0 (A)
Sélénium (Se)	mg/kg MS	<1,0 (A)	<1,0 (A)	<1,0 (A)
Molybdène (Mo)	mg/kg MS	1,0 (A)	<1,0 (A)	<1,0 (A)
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	0,8 (A)	0,4 (A)	<0,4 (A)
Antimoine (Sb)	mg/kg MS	6,0 (A)	<1,0 (A)	<1,0 (A)
Baryum (Ba)	mg/kg MS	48 (A)	20 (A)	9,0 (A)
Mercuré (Hg)	mg/kg MS	0,3 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Plomb (Pb)	mg/kg MS	670 (A)	87 (A)	17 (A)

Hydrocarbures halogénés volatils (COHV)

Composés organohalogénés volatils - Méthode interne - COHV-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

1,1-Dichloroéthane	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
1,1-Dichloroéthylène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Dichlorométhane	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Tétrachloroéthylène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
1,1,1-Trichloroéthane	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Tétrachlorométhane	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Trichlorométhane	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Trichloroéthylène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Chlorure de vinyle	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
cis-1,2-Dichloroéthylène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
trans-1,2-Dichloroéthylène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Somme des COHV	mg/kg MS	-/-	-/-	-/-

Le 29.04.2022

N° d'échantillon	22-062000-05	22-062000-06	22-062000-07
Désignation d'échantillon	St 3-1	St 4-1	St 4-2

Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)

Benzène et aromatiques - Méthode interne - BTEX-HS/GCMS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

	Unité	St 3-1	St 4-1	St 4-2
Benzène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Toluène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Ethylbenzène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
m-, p-Xylène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
o-Xylène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Cumène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
m-, p-Ethyltoluène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Mésitylène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
o-Ethyltoluène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Pseudocumène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Somme des CAV	mg/kg MS	-/-	-/-	-/-

Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

HAP (16) - NF ISO 18287 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

	Unité	St 3-1	St 4-1	St 4-2
Naphtalène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Acénaphylène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Acénaphthène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Fluorène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Phénanthrène	mg/kg MS	0,07 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Anthracène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Fluoranthène	mg/kg MS	0,20 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Pyrène	mg/kg MS	0,16 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Benzo(a)anthracène	mg/kg MS	0,10 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Chrysène	mg/kg MS	0,11 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg MS	0,24 (A)	0,06 (A)	<0,05 (A)
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS	0,07 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Benzo(a)pyrène	mg/kg MS	0,14 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Indéno(1,2,3,c,d)pyrène	mg/kg MS	0,12 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Benzo(g,h,i)pérylène	mg/kg MS	0,12 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Somme des HAP	mg/kg MS	1,3	0,06	-/-

Polychlorobiphényles (PCB)

PCB - Méthode interne - HAP-PCB-GCMS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

	Unité	St 3-1	St 4-1	St 4-2
PCB n° 28	mg/kg MS	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)
PCB n° 52	mg/kg MS	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)
PCB n° 101	mg/kg MS	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)
PCB n° 118	mg/kg MS	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)
PCB n° 138	mg/kg MS	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)
PCB n° 153	mg/kg MS	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)
PCB n° 180	mg/kg MS	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)
Somme des 7 PCB	mg/kg MS	-/-	-/-	-/-

Rapport d'essai n° : ULY22-009393-1
 Projet : Diag Morez

Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
 Z.I. de Chesnes Tharabie - 40 rue du Ruisseau
 BP 50705 - 38297 Saint-Quentin-Fallavier
 Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 - Fax +33 (0)9 72 53 90 56
 labo@wessling.fr - www.wessling.fr

Le 29.04.2022

N° d'échantillon	22-062000-05	22-062000-06	22-062000-07
Désignation d'échantillon	St 3-1	St 4-1	St 4-2

Préparation d'échantillon

Minéralisation à l'eau régale - Méthode interne : MINÉRALISATION MÉTAUX - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Minéralisation à l'eau régale	MS	27/04/2022 (A)	27/04/2022 (A)	27/04/2022 (A)
-------------------------------	----	----------------	----------------	----------------

Lixiviation

Lixiviation - Méthode interne : LIXIVIATION 1X24H - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Masse totale de l'échantillon	g	75 (A)	75 (A)	73 (A)
Masse de la prise d'essai	g	21 (A)	20 (A)	21 (A)
Refus >4mm	g	44 (A)	19 (A)	87 (A)

pH / Conductivité - NF T 90-008 / NF EN 27888 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

pH		8,3 à 19,2°C (A)	9,2 à 19,3°C (A)	9,4 à 19,4°C (A)
Conductivité [25°C]	µS/cm	140 (A)	55 (A)	48 (A)

Sur lixiviat filtré

Résidu sec après filtration à 105±1,5°C - NF T90-029 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Résidu sec après filtration	mg/l E/L	110 (A)	<100 (A)	<100 (A)
-----------------------------	----------	---------	----------	----------

Anions dissous (filtration à 0,2 µm) - Méthode interne : ANIONS - IC - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Chlorures (Cl)	mg/l E/L	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)
Sulfates (SO4)	mg/l E/L	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)
Fluorures (F)	mg/l E/L	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)

Phénol total (indice) après distillation sur eau / lixiviat - NF EN ISO 14402 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Phénol (indice)	µg/l E/L	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)
-----------------	----------	---------	---------	---------

Carbone organique total (COT) - NF EN 1484 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Carbone organique total (COT)	mg/l E/L	12 (A)	<1,2 (A)	<1,2 (A)
-------------------------------	----------	--------	----------	----------

Métaux dissous sur eaux / lixiviat (ICP-MS) - NF EN ISO 17294-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Chrome (Cr)	µg/l E/L	<5,0 (A)	<5,0 (A)	<5,0 (A)
Nickel (Ni)	µg/l E/L	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)
Cuivre (Cu)	µg/l E/L	480 (A)	23 (A)	7,0 (A)
Zinc (Zn)	µg/l E/L	100 (A)	<50 (A)	<50 (A)
Arsenic (As)	µg/l E/L	10 (A)	<3,0 (A)	<3,0 (A)
Sélénium (Se)	µg/l E/L	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)
Cadmium (Cd)	µg/l E/L	<1,5 (A)	<1,5 (A)	<1,5 (A)
Baryum (Ba)	µg/l E/L	13 (A)	9,0 (A)	<5,0 (A)
Plomb (Pb)	µg/l E/L	50 (A)	<10 (A)	<10 (A)
Molybdène (Mo)	µg/l E/L	11 (A)	<10 (A)	<10 (A)
Antimoine (Sb)	µg/l E/L	17 (A)	<5,0 (A)	<5,0 (A)
Mercure (Hg)	µg/l E/L	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)

Le 29.04.2022

N° d'échantillon		22-062000-05	22-062000-06	22-062000-07
Désignation d'échantillon	Unité	St 3-1	St 4-1	St 4-2

Fraction solubilisée

Mercuré - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Mercuré (Hg)	mg/kg MS	<0,001	<0,001	<0,001
--------------	----------	--------	--------	--------

Carbone organique total (COT) - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Carbone organique total (COT)	mg/kg MS	120	<12,0	<12,0
-------------------------------	----------	-----	-------	-------

Sulfates (SO4) - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Sulfates (SO4)	mg/kg MS	<100	<100	<100
----------------	----------	------	------	------

Indice Phénol total - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Phénol (indice)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1
-----------------	----------	------	------	------

Fraction soluble - Calcul d'ap. résidu sec - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Fraction soluble	mg/kg MS	1100	<1000	<1000
------------------	----------	------	-------	-------

Anions dissous - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Fluorures (F)	mg/kg MS	<1,0	<1,0	<1,0
Chlorures (Cl)	mg/kg MS	<100	<100	<100

Métaux sur lavrat - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Chrome (Cr)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05
Nickel (Ni)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	4,8	0,23	0,07
Zinc (Zn)	mg/kg MS	1,0	<0,5	<0,5
Arsenic (As)	mg/kg MS	0,1	<0,03	<0,03
Sélénium (Se)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	<0,015	<0,015	<0,015
Baryum (Ba)	mg/kg MS	0,13	0,09	<0,05
Plomb (Pb)	mg/kg MS	0,5	<0,1	<0,1
Molybdène (Mo)	mg/kg MS	0,11	<0,1	<0,1
Antimoine (Sb)	mg/kg MS	0,17	<0,05	<0,05

MB : Matières brutes
 MS : Matières sèches
 E/L : Eau/lxiviat

Informations sur les échantillons

Date de réception :	22.04.2022	22.04.2022	22.04.2022
Type d'échantillon :	Sol / remblais	Sol / remblais	Sol / remblais
Date de prélèvement :	19.04.2022	19.04.2022	19.04.2022
Heure de prélèvement :	14:00	14:00	14:00
Récipient :	2*250ml VBrun WES002	2*250ml VBrun WES002	2*250ml VBrun WES002
Température à réception (C°) :	18	18	18
Début des analyses :	22.04.2022	22.04.2022	22.04.2022
Fin des analyses :	29.04.2022	29.04.2022	29.04.2022

Rapport d'essai n° : ULY22-009393-1
Projet : Diag Morez

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie - 40 rue du Ruisseau
BP 50705 - 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 - Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr - www.wessling.fr

Le 29.04.2022

Informations sur vos résultats d'analyses :

Les seuils de quantification fournis n'ont pas été recalculés d'après la matière sèche de l'échantillon.

Les seuils sont susceptibles d'être augmentés en fonction de la nature chimique de la matrice.

Les résultats des échantillons reçus à une température supérieure à 8°C, sont rendus avec réserve pour les analyses réalisées par WESSLING Lyon.

Le flaconnage a été préalablement ouvert pour d'autres analyses, cela peut entraîner une potentielle sous quantification du résultat :

-Composés organohalogénés volatils, Trichlorométhane, Chlorure de vinyle, 1,1-Dichloroéthylène, Dichlorométhane, trans-1,2-Dichloroéthylène, 1,1-Dichloroéthane, cis-1,2-Dichloroéthylène, Tétrachloroéthylène, 1,1,1-Trichloroéthane, Tétrachlorométhane, Trichloroéthylène : Valable pour tous les échantillons.

-Benzène et aromatiques, Pseudocumène, Toluène, Mésitylène, Benzène, Ethylbenzène, m-, p-Xylène, o-Xylène, Cumène, m-, p-Ethyltoluène, o-Ethyltoluène : Valable pour tous les échantillons.

Limite de quantification augmentée en raison du résultat de blanc de lixiviation supérieur à la limite de quantification de la méthode :

-Carbone organique total (COT), Carbone organique total (COT) : Valable pour les échantillons 22-062000-06, -07

Lixiviation : La prise d'essai effectuée sur l'échantillon brut en vue de la lixiviation est réalisée au carottier sans quartage préalable. La quantité de prise d'essai effectuée sur l'échantillon est de 20 g après homogénéisation, séchage et broyage en respectant le ratio 1/10.

Signataire approuvateur :

Jean-François CAMPENS

Gérant



WESSLING France S.A.R.L., 40 rue du Ruisseau, 38070 Saint-Quentin-Fallavier Cedex

HUB ENVIRONNEMENT
Monsieur Gilles FALCONE
3 rue des entrepôts
69004 LYONN° rapport d'essai : ULY22-009395-1
N° commande : ULY-09257-22
Interlocuteur (interne) : Y. Lafond
Téléphone : +33 474 990 554
Courrier électronique : y.lafond@wessling.fr
Date : 29.04.2022

Rapport d'essai

Diag Morez



Les résultats ne se rapportent qu'aux échantillons soumis à l'essai et tels qu'ils ont été reçus.
Les résultats des paramètres couverts par l'accréditation EN ISO/CEI 17025 sont marqués d'un (A).
La portée d'accréditation COFRAC n°1-1364 essais du laboratoire WESSLING de Lyon (St Quentin Fallavier) est disponible sur le site www.cofrac.fr pour les résultats accrédités par ce laboratoire.
Le COFRAC est signataire des accords de reconnaissance mutuelle de l'EAC et de l'EA pour les activités d'essai.
Les organismes d'accréditation signataires de cet accord pour les activités d'essai reconnaissent comme dignes de confiance les rapports couverts par l'accréditation des autres organismes d'accréditation signataires des accords des activités d'essai.
Ce rapport d'essai ne peut être reproduit que sous son intégralité et avec l'autorisation des laboratoires WESSLING.
Les laboratoires WESSLING autorisent leurs clients à extraire tout ou partie des résultats d'essai envoyés à titre indicatif sous format excel uniquement à des fins de retraitement, de suivi et d'interprétation de données sans faire allusion à l'accréditation des résultats d'essai.
Les données fournies par le client sont sous sa responsabilité et identifiées en italique.

Le 29.04.2022

N° d'échantillon 22-062512-01 22-062512-01-1
 Désignation d'échantillon Unité Pa 1 CM Pa 1 CC

Hydrocarbures volatils

Indice hydrocarbures volatils C5 à C16 - Méthode interne : AIR ACTIF-TPH-COHV-BTEX-GCMS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Type de support / N° de lot		Ana 747 - 13301	Ana 747 - 13301
Hydrocarbures aromatiques C6-C7	µg	<1,0	<1,0
Hydrocarbures aromatiques C7-C8	µg	<1,0	<1,0
Hydrocarbures aromatiques C8-C9	µg	<1,0	<1,0
Hydrocarbures aromatiques C9-C10	µg	<1,0	<1,0
Hydrocarbures aromatiques C10-C11	µg	<1,0	<1,0
Hydrocarbures aromatiques C11-C12	µg	<1,0	<1,0
Hydrocarbures aromatiques C12-C13	µg	<1,0	<1,0
Hydrocarbures aromatiques C13-C14	µg	<1,0	<1,0
Hydrocarbures aromatiques C14-C15	µg	<1,0	<1,0
Hydrocarbures aromatiques C15-C16	µg	<1,0	<1,0
Indice Hydrocarbures Aromatiques C6-C16	µg	<5,0 (A)	<5,0 (A)
Hydrocarbures aliphatiques C5-C6	µg	<5,0	<5,0
Hydrocarbures aliphatiques C6-C7	µg	<5,0	<5,0
Hydrocarbures aliphatiques C7-C8	µg	<5,0	<5,0
Hydrocarbures aliphatiques C8-C9	µg	<5,0	<5,0
Hydrocarbures aliphatiques C9-C10	µg	<5,0	<5,0
Hydrocarbures aliphatiques C10-C11	µg	<5,0	<5,0
Hydrocarbures aliphatiques C11-C12	µg	<5,0	<5,0
Hydrocarbures aliphatiques C12-C13	µg	<5,0	<5,0
Hydrocarbures aliphatiques C13-C14	µg	<5,0	<5,0
Hydrocarbures aliphatiques C14-C15	µg	<5,0	<5,0
Hydrocarbures aliphatiques C15-C16	µg	<5,0	<5,0
Indice Hydrocarbures Aliphatiques C5-C16	µg	<25 (A)	<25 (A)

Hydrocarbures halogénés volatils (COHV)

Hydrocarbures halogénés volatils - Méthode interne : AIR ACTIF-TPH-COHV-BTEX-GCMS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Type de support / N° de lot		Ana 747 - 13301	Ana 747 - 13301
Chlorure de vinyle	µg	<0,2 (A)	<0,2 (A)
1,1-Dichloroéthylène	µg	<0,2 (A)	<0,2 (A)
Dichlorométhane	µg	<0,2 (A)	<0,2 (A)
trans-1,2-Dichloroéthylène	µg	<0,2 (A)	<0,2 (A)
1,1-Dichloroéthane	µg	<0,2 (A)	<0,2 (A)
cis-1,2-Dichloroéthylène	µg	<0,2 (A)	<0,2 (A)
Trichlorométhane	µg	<0,2 (A)	<0,2 (A)
Tétrachlorométhane	µg	<0,2 (A)	<0,2 (A)
1,1,1-Trichloroéthane	µg	<0,2 (A)	<0,2 (A)
Trichloroéthylène	µg	<0,2 (A)	<0,2 (A)
Tétrachloroéthylène	µg	<0,2 (A)	<0,2 (A)
Somme des COHV	µg	-/-	-/-

Rapport d'essai n° : ULY22-009395-1
 Projet : Diag Morez

WESSLING France S.A.R.L.
 Z.I. de Chesnes Tharabie - 40 rue du Ruisseau
 BP 50705 - 38297 Saint-Quentin-Fallavier
 Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 - Fax +33 (0)9 72 53 90 56
 labo@wessling.fr - www.wessling.fr

Le 29.04.2022

N° d'échantillon 22-062512-01 22-062512-01-1
 Désignation d'échantillon Unité Pa 1 CM Pa 1 CC

Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)

Benzène et aromatiques (CAV-BTEX) - Méthode interne : AIR ACTIF-TPH-COHV-BTEX-GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Type de support / N° de lot		Ana 747 - 13301	Ana 747 - 13301
Benzène	µg	<0,2 (A)	<0,2 (A)
Toluène	µg	<0,2 (A)	<0,2 (A)
Ethylbenzène	µg	<0,2 (A)	<0,2 (A)
m-, p-Xylène	µg	<0,2 (A)	<0,2 (A)
o-Xylène	µg	<0,2 (A)	<0,2 (A)
Cumène	µg	<0,2 (A)	<0,2 (A)
m-, p-Ethyltoluène	µg	<0,2 (A)	<0,2 (A)
1,3,5-Triméthylbenzène (Mésitylène)	µg	<0,2 (A)	<0,2 (A)
o-Ethyltoluène	µg	<0,2 (A)	<0,2 (A)
1,2,4-Triméthylbenzène (Pseudocumène)	µg	<0,2 (A)	<0,2 (A)
Naphtalène	µg	<0,2	<0,2
Somme des CAV	µg	-/-	-/-

Informations sur les échantillons

Date de réception :	25.04.2022	25.04.2022
Type d'échantillon :	Gaz du sol	Gaz du sol
Date de prélèvement :	19.04.2022	19.04.2022
Heure de prélèvement :	14.00	14.00
Récepteur :	1CA	
Température à réception (C°) :	18	18
Début des analyses :	25.04.2022	25.04.2022
Fin des analyses :	28.04.2022	28.04.2022

Rapport d'essai n° : ULY22-009395-1
Projet : *Diag Morez*



Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie - 40 rue du Ruisseau
BP 50705 - 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tel. +33 (0)4 74 99 96 20 - Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr - www.wessling.fr

Le **29.04.2022**

Informations sur vos résultats d'analyses :

Les résultats fournis et les limites de quantification indiquées ne prennent pas en compte le rendement de désorption du support.
Les seuils sont susceptibles d'être augmentés en fonction d'interférences chimiques.
Les résultats des échantillons reçus à une température supérieure à 8°C, sont rendus avec réserve pour les analyses réalisées par WESSLING Lyon.

Signataire approuvateur :

Alexandra GUTTIN

Responsable Qualité et Sécurité

Annexe 4 : Méthodologie de l'Analyse des Risques

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 cancérogénéité. 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.
Substance probablement cancérigène chez l'homme mais il existe des preuves
- Groupe B2 :** 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 cancérogénéité pour l'homme.
- Groupe E :** Substance pour laquelle il existe des preuves de non cancérogénéité 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
- Catégorie 3 :** mais pour lesquelles les informations disponibles ne permettent pas une évaluation satisfaisante (preuves insuffisantes).

Pour évaluer le risque de ces substances cancérogènes 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 $(\text{mg/kg/j})^{-1}$.
- **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 cancérogènes (avec seuil)

Les substances à effets non cancérogènes 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 cancérogène

Pour une substance cancérogène, 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 (cancérigènes), le cumul des ERI correspond à l'hypothèse d'une indépendance des effets cancérigènes 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 cancérigènes (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 cancérigènes (sans seuil) :

- Si $ERI < 10^{-5}$ le niveau de risque toxicologique est considéré comme acceptable
- Si $ERI > 10^{-5}$ 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 5 : Paramètres de la modélisation du transfert vers l'air intérieur des bâtiments

L'outil retenu pour modéliser les transferts de l'air des sols vers l'air intérieur est le modèle, aujourd'hui largement reconnu, de « Johnson and Ettinger » (1991) qui prend en compte les transferts diffusifs et convectifs.

Johnson and Ettinger prend en compte une fissuration périphérique du dallage et un écoulement de type DARCY à travers ces fissures ; il est donc particulièrement adapté pour les bâtiments considérés dans notre étude.

La diffusion (équations de Millington and Quirk et équation de Fick) entraîne les polluants à travers le sol jusqu'à la zone d'influence du bâtiment où le phénomène convectif intervient. Le mouvement convectif, dû à une différence de pression entre l'air du sol et l'air intérieur des bâtiments (occasionnée par la combinaison du vent, du chauffage et des mécanismes de ventilation), transporte les vapeurs par les fissures des fondations et de la dalle béton.

La concentration dans l'air intérieur est calculée à partir de la concentration dans l'air des sols à la source. Si la source est considérée comme infinie alors :

$$C_{int} = \alpha C_{vs}$$

Avec :

C_{int} : concentration dans l'air intérieur

C_{vs} : concentration de substance gazeuse volatile dans le sol

α : coefficient d'atténuation

Le coefficient d'atténuation est calculé comme suit :

$$\alpha = \frac{\left[\frac{D_{eff} * A_B}{Q_B * L_T} \right] * \exp\left(\frac{Q_{sol} * L_{crack}}{D_{crack} * A_{crack}}\right)}{\left[\exp\left(\frac{Q_{sol} * L_{crack}}{D_{crack} * A_{crack}}\right) + \left[\frac{D_{eff} * A_B}{Q_B * L_T} \right] + \left[\frac{D_{eff} * A_B}{Q_{sol} * L_T} \right] * \left[\exp\left(\frac{Q_{sol} * L_{crack}}{D_{crack} * A_{crack}}\right) - 1 \right] \right]}$$

Avec :

D_{eff} : coefficient de diffusion effectif (cm^2/s) calculé à partir de la porosité et de la teneur en eau des différents horizons de sols entre la source de pollution et le dallage par application des équations de Millington et Quirk détaillées ci-après

C_{vs} : concentration de vapeur dans la source (g/cm^3)

Q_{sol} : débit de gaz en provenance du sol dans le bâtiment (cm^3/s), calculé à partir de la différence de pression et de la perméabilité des sols sous dallage

D_{crack} : coefficient de diffusion effectif dans les fondations (cm^2/s), calculé à partir de la porosité et de la teneur en eau des sols sous dallage par application des équations de Millington et Quirk détaillées ci-après

A_{crack} : surface de fissures à travers lesquelles les vapeurs rentrent dans le bâtiment (cm^2), correspondant au produit entre le taux de fissuration et la surface du dallage

L_{crack} : épaisseur de la dalle (cm)

A_B : surface des bâtiments (cm^2)

L_T : distance de la source au dallage (cm)

Q_B : Débit de renouvellement d'air du bâtiment (cm^3/s), calculé à partir du nombre d'échanges d'air par jour et du volume du bâtiment

Le terme en exponentiel dans l'équation :

$$\left(\frac{Q_{sol} * L_{crack}}{D_{crack} * A_{crack}} \right)$$

Représente le nombre de Péclet Equivalent pour le transport à travers les fondations du dallage, quand ce terme tend vers l'infini, c'est-à-dire que le transport convectif est négligeable par rapport au transport diffusif (comme c'est le cas dans cette étude), alors le coefficient d'atténuation peut être approximé de la manière suivante :

$$\alpha = \frac{\left[\frac{D_{eff} * A_B}{Q_B * L_T} \right]}{\left[\frac{D_{eff} * A_B}{Q_{sol} * L_T} \right] + 1}$$

Calcul du débit de gaz en provenance du sol :

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

$$Q_{sol} = \frac{2\pi * \Delta P * k_v * X_{crack}}{\eta * \ln \left(2 * \frac{Z_{crack}}{r_{crack}} \right)}$$

Avec :

ΔP : gradient de pression entre le bâtiment et l'extérieur (g/cm/s²)

k_v : perméabilité intrinsèque des sols (cm²)

η : viscosité de l'air (g/cm/s) : $\mu = 1,8.10^{-5}$ Pa.s à 20°C

X_{crack} : longueur du cylindre représentant la fissure, correspondant au périmètre du bâtiment considéré (cm)

r_{crack} : rayon équivalent de la fissure, calculé par le rapport entre (fraction des fissures dans le dallage x surface du dallage) et le périmètre du bâtiment considéré (cm)

Z_{crack} : profondeur des fissures sous le sol, correspondant à l'épaisseur du dallage considéré (cm)

Calcul des coefficients de diffusion :

Le coefficient de diffusion réel (appelé diffusion effective, D_{sa} dans l'air et D_w dans l'eau) est calculé par la solution analytique développée par Millington and Quirk (1981) à partir de la porosité des sols, de la teneur en air et en eau et des coefficients de diffusion de la substance dans l'air et dans l'eau.

$$D_{sa} = D_{air} * \theta_{air} * \tau_{air}^{-1}$$

$$D_w = \frac{D_{eau}}{H} * \theta_{eau} * \tau_{eau}^{-1}$$

Le coefficient de diffusion dans le milieu poreux est ensuite défini comme la somme des deux termes précédents.

Le coefficient de tortuosité (τ^{-1}) est défini de la manière suivante :

- Dans l'air du sol :

$$\tau_{air}^{-1} = \frac{\theta_{air}^{7/3}}{\theta^2}$$

- Dans la phase aqueuse du sol :

$$\tau_{eau}^{-1} = \frac{\theta_{eau}^{7/3}}{\theta^2}$$

Avec :

H : constante de Henry adimensionnelle,

θ : porosité totale,

θ_{eau} : teneur en eau du sol,

θ_{air} : teneur en gaz du sol.

Annexe 6 : Paramètres de la modélisation du transfert vers l'air extérieur

Dans l'air extérieur, la modélisation des expositions est conduite sur la base des équations de Millington and Quirck et de l'équation de Fick. La dilution par le vent est ensuite calculée dans une boîte de taille fixée.

Comme pour l'air intérieur, la source de pollution est considérée comme infinie.

Le calcul des concentrations diluées par le vent est effectué à l'aide de l'équation générique utilisée dans le logiciel RISC (modèle boîte) :

$$C_{ext} = \frac{F}{v} * \frac{L_{zone}}{H}$$

Avec :

C_{ext} : concentration moyenne dans l'air extérieur ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) à la hauteur de l'organe respiratoire

F : flux de polluant à l'interface sol/air extérieur ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{s}$)

L_{zone} : longueur de la zone de mélange, correspondant à la longueur de la zone polluée (m)

v : vitesse moyenne du vent (m/s)

H : hauteur de la zone de mélange, correspondant à la hauteur de l'organe respiratoire de la cible (m)

Le flux de polluant à l'interface sol/air extérieur (F) peut-être calculé grâce à l'équation suivante :

$$F = \frac{-\frac{Q_{sc}}{A_c} * C_{sol}}{\exp\left(\frac{-Q_{sc} * L}{D_{eff} * A_c}\right) - 1}$$

Avec :

C_{sol} : concentration en polluant dans l'air du sol à la source ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Q_{sc} : flux d'air induit par la convection du sol vers l'extérieur (m^3/s)

A_c : surface de la zone considérée (m^2)

D_{eff} : coefficient de diffusion effective de la substance dans les sols (m^2/s)

L : distance entre le toit de la pollution dans les sols et l'extérieur (m)

Le flux d'air induit par la convection du sol vers l'extérieur (Q_{sc}) est obtenu en appliquant la loi de Darcy :

$$Q_{sc} = \frac{K_s * A_c * \Delta P}{L}$$

Avec :

A_c : surface de la zone considérée (m^2)

ΔP : différence de pression entre l'air du sol et l'air extérieur (Pa)

L : distance entre le toit de la pollution dans les sols et l'extérieur (m)

K_s : perméabilité à l'air des sols sous la zone considérée ($\text{m}^2/\text{Pa}/\text{s}$) : elle se calcule de la manière suivante :

$$K_s = \frac{k}{\eta}$$

Avec :

k : perméabilité intrinsèque des sols sous la zone considérée (m^2)

η : viscosité dynamique de l'air (Pa/s) : $\eta = 1,85 * 10^{-5} \text{ Pa}\cdot\text{s}$

2.1. Caractéristiques de l'espace vert

La longueur de la zone de mélange est prise à **45m**.

La différence de pression entre l'air du sol et l'air extérieur est choisie par défaut de **4 Pa**.

La vitesse du vent est prise à **2 m/s** (valeur par défaut).

La hauteur de l'organe respiratoire est considérée à **1,50m** pour un employé adulte.

2.2. Caractéristiques du sol

Les caractéristiques du sol sont les mêmes que celles retenues pour le transfert vers l'air intérieur des bâtiments.

2.3. Caractéristiques des substances

Les caractéristiques des substances sont les mêmes que celles utilisées dans la modélisation du transfert vers l'air intérieur des bâtiments.

Annexe 7 : Données des calculs

Tableau 1 : Paramètres liés au bâtiment, sol et constantes

CARACTERISTIQUES DU BATIMENT		
Type de Bâtiment :	Rez-de-chaussée	
Ac: Surface de la zone considérée	(m ²)	2270
fd: Taux de fissures dans la dalle	(-)	0,001
nd: Nombre de fissures dans la dalle	(-)	0,2
ΔPca: Différence de pression vide sanitaire/air intérieur	g/cm.s ²	40
Lcrack = Zcrack: Epaisseur de la dalle vide sanitaire/RdC ou dalle plain-pied	(m)	0,2
uc: Taux de ventilation du vide sanitaire	(j-1)	-
Hc: Hauteur du vide sanitaire	(m)	-
ua: Taux de ventilation de la pièce considérée	(j-1)	12
Hrdc: Hauteur du RdC	(m)	4
L: Longueur de la zone polluée dans le sens du vent	(m)	10
Xcrack: Périmètre du bâtiment	(m)	102
Ab: Surface du bâtiment	(m ²)	650
Acrack: Surface de fissures à travers lesquelles les vapeurs rentrent dans le bâtiment	(m ²)	4,24
θ: Porosité totale	(-)	0,12
θeau: Teneur en eau dans le dallage	(-)	0,07

CARACTERISTIQUES DU SOL		
Type de sol:	Sableux	
θ: Porosité totale	(-)	0,250
θeau: Teneur en eau du sol	(-)	0,150
θair: Teneur en gaz du sol	(-)	0,10
ρ: Densité du sol	(g/cm ³)	1,50.10 ⁶
Fco: Fraction de carbone organique dans le sol	(g co/g sol)	0,11
K: Perméabilité	m ²	1,0.10 ⁻⁴
LT: Distance entre le toit de la pollution dans les sols et le vide sanitaire	(m)	0,05

CONSTANTES		
μ: Viscosité dynamique de l'eau	(Pa.s)	0,001
ρ: Masse volumique de l'eau	(kg/m ³)	1000
g: Accélération de la pesanteur	(m/s ²)	9,81
η: Viscosité dynamique de l'air (à 20°C)	(Pa.s)	1,8.10 ⁻⁵
v: Vitesse moyenne du vent	(m/s)	1
H: Hauteur de l'organe respiratoire de la cible	(m)	1,25

Tableau 2 : Paramètres liés aux substances

Substances	Constante de Henry	Coefficient de partition du carbone organique	Solubilité de la substance	Diffusion dans l'air	Diffusion dans l'eau
	(Pa.m ³ /mol)	(cm ³ /g)	(mg/l)	(m ² /j)	(m ² /j)
Hydrocarbures aromatiques C5-C16	300	2500	25000	0,00001	1,0.10 ⁻⁹

Annexe 8 : Évaluation 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 MODUL'ERS.

Le projet d'aménagement prévoyant des commerces, les durées d'exposition entre les clients et les employés des commerces pourra grandement varier, ce qui influencera également les risques sanitaires (corrélation directe entre durée d'exposition et risques sanitaires).

➤ **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.