

HUB-Environnement
3 rue des entrepôts
69004 LYON

☎ 04.72.80.94.74

☎ 04.83.07.53.76

✉ contact@hub-
environnement.com



Diagnostic complémentaire de la qualité environnementale des sols EQRS

*1 rue de Châteaudun
63000 Clermont-Ferrand*

Affaire 20210831v3

CARDINAL Auvergne

Suivie par

H. BONIN Tel : 0 679 379 679

*HUB Environnement – 3 rue des entrepôts, 69004 Lyon
Tel : 04 72 80 94 74*

CERTIFIE

LNE

OPQIBi
L'INGÉNIERIE QUALIFIÉE

O . C . E . P .

N° & version	Date	Statut du rapport	Rédacteur	Chef de projet	Vérificateur
20211011	11 octobre 2021	RF	G. FALCONE	N. GARNIER- PINEL	H. BONIN

Table des matières

1. Contexte général de la mission	3
2. Contexte réglementaire et normatif	4
3. Localisation du site de l'étude	5
4. Projet d'aménagement	7
5. Résumé des études précédentes	7
6. Intervention HUB-Environnement (Septembre 2021)	13
6.1 Mesures préalables avant le démarrage des investigations	13
6.2 Méthodologies d'investigations	13
6.3 Programme des investigations	15
7. Interprétation des résultats d'analyses	22
7.1 Résultats d'analyses des COV sur site	22
7.2 Résultats d'analyse dans les sols	22
7.3 Résultats d'analyse en laboratoire des composés volatils dans les gaz du sol	26
7.4 Résultats d'analyse en laboratoire des eaux souterraines	27
7.5 Représentation cartographique des résultats	30
8. Description de l'étude de risque	42
8.1 Méthodologie de l'EQRS	42
8.2 Evaluation de l'exposition	43
8.3 Evaluation de la relation dose-réponse	46
8.4 Choix des modèles	47
9. Résultats de l'EQRS	48
9.1 Principe de calcul	48
9.2 Résultats des calculs	49
10. Conclusions et préconisations	50
10.1 Synthèse technique	50
10.2 Préconisations	52
ANNEXES	54

1. Contexte général de la mission

- **Objectif et résumé de la demande :** M. Amadiou, directeur de programmes chez CARDINAL, a missionné HUB-Environnement pour réaliser un diagnostic complémentaire de la qualité environnementale des sols sur le site et une EQRS afin de délimiter les sources de pollution et vérifier la compatibilité du site avec le projet d'aménagement de logements. Des investigations précédentes ont mis en évidence la présence de deux zones sources en composés organiques (HCT et HAP) au droit du puits houiller et de l'ancien gazomètre, ainsi que de très fortes teneurs en cyanures dans la nappe.


- **Donneur d'ordre :**

M. Antoine Amadiou
CARDINAL Auvergne
42 Quai Rambaud
68286 LYON Cedex 02






























- **Localisation étude :** 1 rue de Châteaudun, 63000 Clermont-Ferrand – parcelles cadastrales BZ 323, 326 et 328

- **Documents à disposition :**

- Demande du client /mail
- Rapport TAUW Diagnostic

 masse clermont.pdf 2 MB	 plan totographique.pdf 2 MB	 CADASTRE InfoParcelles.pdf 4 KB
--	--	--

- Documents transmis par M. Amadiou :

-  2002-01-28 Récépissé de déclaration rubriques 2920 2b et 2910-A2
-  2002-12-19 Récépissé de déclaration rubrique 2565-2b
-  2006-03-09 Récépissé de déclaration rubriques 2564 3 et 1530
-  Bases de données ICPE au 18 mars 2021
-  BREEAM
-  Clermont chateaudun cess act chauff
-  Compte rendu de réunion anciennes usines à gaz 25.09.01
-  Confirmation de cession du site 24.10.01
-  Courrier de la DREAL sur les ICPE du 22 avril 2021
-  Courrier EDF à DRIRE 12.09.01
-  Dépôt des lettres de garantie par EDF des risques de Pollution et Dommage-ouvrage du ...
-  Descriptif géorisques au 18 mars 2021
-  Diag pollution
-  Diagnostic approfondi pollution sous-sol Août 2001
-  Fiche BASIAS - GDF - 22 avenue de la République
-  FRCOVCF001-R1V1-Covivio-Clermont-Ferrand_finale établi par RAMBOLL le 7 avril 2021
-  icpe
-  Objectifs de réhabilitation Avril 2001
-  Protocole de réhabilitation des sols Avril 1996
-  Rapport Clermont_mesures-air vdef établi par RAMBOLL le 3 juin 2021
-  Rapport de surveillance des eaux souterraines établi par ERG ENVIRONNEMENT le 14 no...
-  Rapport de surveillance des eaux souterraines établi par ERG ENVIRONNEMENT le 25 juil...
-  Récépissé préfecture 1180 Clermont
-  Relevés BASIAS au 18 mars 2021
-  Relevés BASOL au 18 mars 2021
-  Réponse de la Préfecture sur les ICPE du 9 avril 2021
-  SITE DE CLERMOND FERRAND SURVEILLANCE DES EAUX SOUTERRAINES 2007
-  SITE DE CLERMOND FERRAND SYNTHESE 2001-2006
-  Tableau sommaire garanties pollution

- **Usages du site :**
 - Activités anciennes recensées : Ancienne usine EDF-GDF
 - Activités actuelles : Bureaux et restauration employés
 - Activités futures : Logements collectifs et bureaux
- **Risques identifiés :**
 - Deux zones sources sol en HAP et HCT (respectivement jusqu'à 2000 et 3300 mg/kg)
 - Des teneurs importantes en cyanures dans les sols en profondeur (130 mg/kg)
 - De très fortes teneurs en cyanures dans la nappe (jusqu'à 2500 µg/l)
- **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 eaux souterraines (A210)
 - Prélèvements et analyses sur les gaz du sol (A230)
 - Interprétation des résultats des investigations (A270)
 - Analyse des enjeux sanitaires (A320)
- **Résumé non technique :** HUB-Environnement a réalisé des sondages sol, des prélèvements de gaz du sol et d'eaux souterraines pour évaluer la qualité environnementale du site et réaliser une EQRS. Les investigations réalisées concluent sur la présence de zones sources en HCT et HAP dans les sols (respectivement jusqu'à 15 000 et 3260 mg/kg), principalement en profondeur, des dépassements des seuils de référence en arsenic et cyanures dans la nappe sur la quasi-totalité du site (respectivement jusqu'à 190 et 900 µg/l) et la présence d'hydrocarbures volatils dans les gaz du sol (jusqu'à 93,3 mg/m³).
L'EQRS a mis en évidence que le site est compatible avec l'usage résidentiel prévu.
- **Résumé technique :** afin d'éviter tout risque de mauvaise interprétation concernant nos résultats, le chapitre 1 et le chapitre « conclusions » du présent rapport ont été rédigés dans un esprit de synthèse facilement accessible pour un lecteur non averti. 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 ;

Pour les sols :

- Norme AFNOR NF X 31-620 « Qualité du sol – Prestations de service relatives aux sites et sols pollués » ;
- Norme NF ISO 10381-21 « Procédure d'investigation des sols contaminés » et plus généralement des normes de la série X31 (SOLS) et X30 (Déchets)
- Norme NF ISO 18400-203 « Qualité du sol – Échantillonnage - Partie 203 : investigations des sites potentiellement contaminés »

Pour les gaz du sol :

- Norme NF ISO 18400-204 « Qualité du sol – Échantillonnage – Partie 204 : lignes directrices l'échantillonnage des gaz du sol » (07/2017) ;
- Norme NF ISO 18400-202 d'avril 2019 « Qualité du sol - Échantillonnage - Partie 202 : investigations préliminaires - Qualité du sol - Échantillonnage - Partie 202 : Diagnostics préliminaires » ;
- Le guide INERIS du 21/11/2016 « Guide pratique pour la caractérisation des gaz du sol et de l'air intérieur en lien avec une pollution des sols et/ou des eaux souterraines »

Pour les eaux souterraines :

- Directive n°2006/118/CE du 12/12/2006 relative à la protection des eaux souterraines contre la pollution et la détérioration.
- Directive de la qualité de l'eau de boisson établie par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS)
- Arrêté du 11/01/2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et eaux destinées à la consommation humaine.
- Arrêté du 17 décembre 2008 établissant les critères d'évaluation et les modalités de détermination de l'état des eaux souterraines et des tendances significatives et durables de dégradation de l'état chimique 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.

3. Localisation du site de l'étude

Le site d'étude se trouve au 1 rue de Châteaudun, qui correspond au site ENEDIS Auvergne, sur la commune de Clermont-Ferrand dans le département du Puy-de-Dôme (63). Le site comprend les parcelles cadastrales n°323, 326 et 328 de la section BZ, pour une surface d'environ 14700 m² dont environ 4300 m² de bâti. Le site présente une légère pente avec une altitude maximale d'environ 356,5 m NGF (au Sud) et une altitude minimale de 355,5 mNGF (au nord-est).

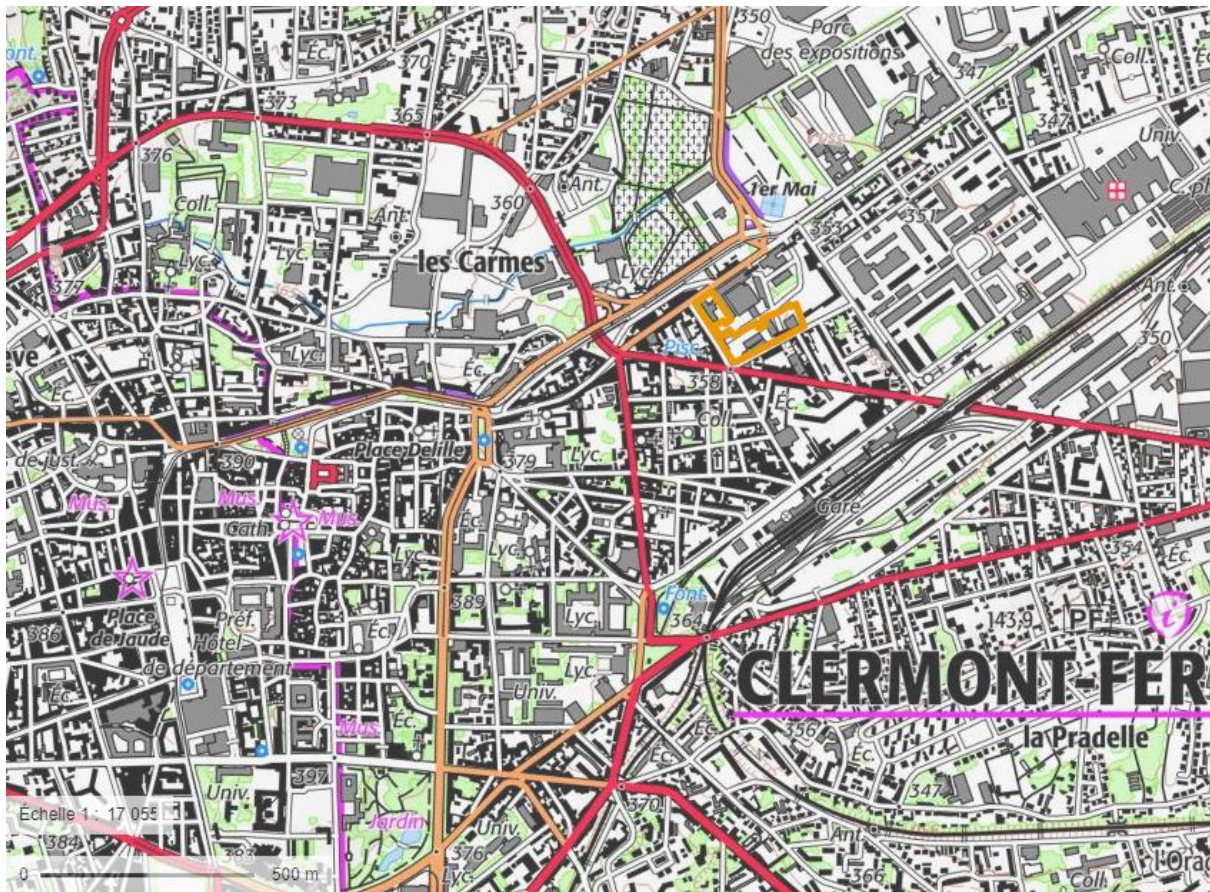




Figure 1 : Localisation de la zone d'étude sur fond de carte IGN et photographie aérienne (Géoportail)

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

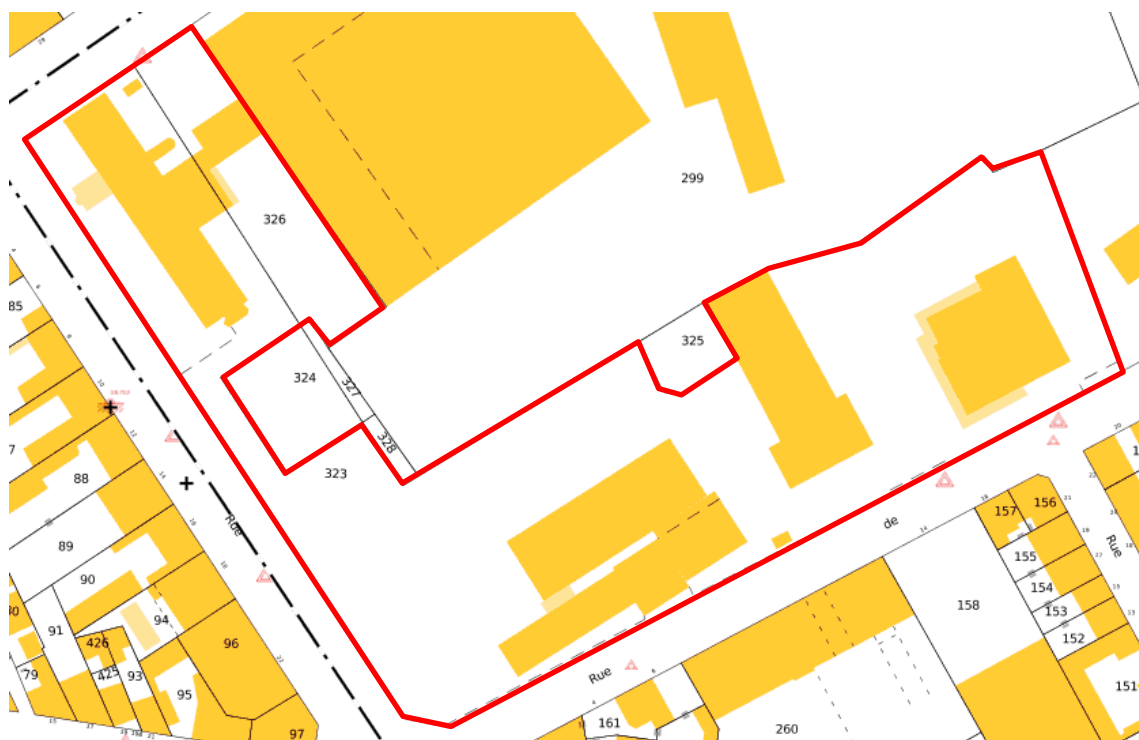


Figure 2 : Plan de la zone d'étude sur fond de carte cadastral (délimitations en rouge)

4. Projet d'aménagement

Le projet d'aménagement concernant la partie sud du site et consistera en la démolition de tous les bâtiments existants, puis la construction de nouveaux bâtiments avec parkings aériens. Le plan du projet d'aménagement est présenté sur la figure suivante.

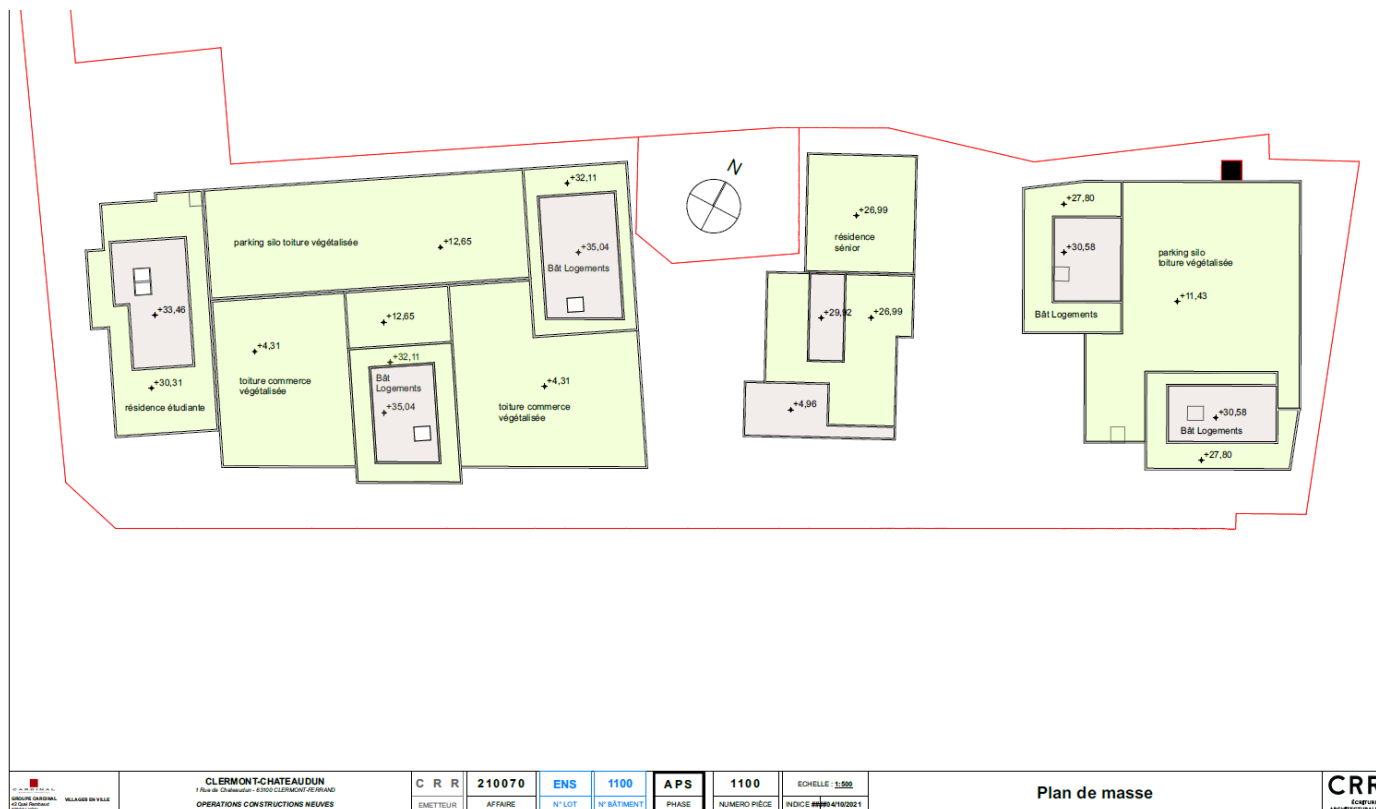


Figure 3 : Projet d'aménagement (CRR Architecture, 04/10/2021)

Les espaces entre les bâtiments seront majoritairement végétalisés ou recouverts d'un revêtement perméable.

Aucun niveau de sous-sol n'est prévu, mais des pieux de 15 m seront réalisés au droit des nouveaux bâtiments. Les déblais des tranchées VRD et des pieux seront conservés sur site.

Aucun changement n'est prévu pour la partie ouest du site.

5. Résumé des études précédentes

5.1 Résumé des contextes historique et environnemental

Les contextes historique et environnemental ont été décrits par TAUW dans le rapport référencé Diagnostic approfondi pollution sous-sol Août 2021.

Le site d'étude est implanté au droit de la formation des Alluvions indifférenciées des affluents de l'Allier, qui est un système lenticulaire avec lentilles de sables, de limons et de sables argileux. Les études précédentes ont mis en évidence la lithologie suivante :

- Remblais sablo-limoneux d'épaisseur très variable (1 à 4 m)
- Sables limoneux
- Localement, argiles limoneuses très compactes

Le site d'étude est situé au droit de deux masses d'eau :

- La masse d'eau des Formations quaternaires de la Limagne, constituée soit de sables graveleux perméables, soit de sables argileux peu perméables. Au droit du site, cette nappe a été mise en évidence entre 3 et 4 m de profondeur, avec un sens d'écoulement globalement Sud-Ouest – Nord-Est.
- La masse d'eau des formations oligocènes, situées à plus de 18 m de profondeur sous une couche argileuse très épaisse.

5.2 Diagnostics – TAUW, 2001

Le diagnostic de pollution de juin 2001 et le diagnostic approfondi seront traités dans le même chapitre puisqu'il s'agit de la même étude, le diagnostic approfondi contenant plus d'informations, notamment les coupes de sondages.

Ces diagnostics ont mis en évidence plusieurs activités ou installations potentiellement impactantes sur site. Ces sources potentielles sont présentées dans le tableau et la figure suivante.

Tableau 1 : Caractéristiques des zones sources potentielles mises en évidence (TAUW, 2001)

Sources	Localisation	Composés traceurs
Gazomètre	Secteur Est gazomètre / citerne goudron	HCT, HAP, BTEX, cyanures
Citerne à goudron + eaux ammoniacales		HCT, BTEX, HCT
Bassin de décantation	Parking EDF coté entrée rue de Châteaudun	HCT, HAP, BTEX, PCB
Installation ancienne usine électrique		HCT, HAP, BTEX, PCB
Puits	Secteur du puit B	HCT, HAP, BTEX
Garage	Secteur cantine	HCT, HAP, BTEX, COHV, PCB
Cuve de gasoil		HCT, HAP

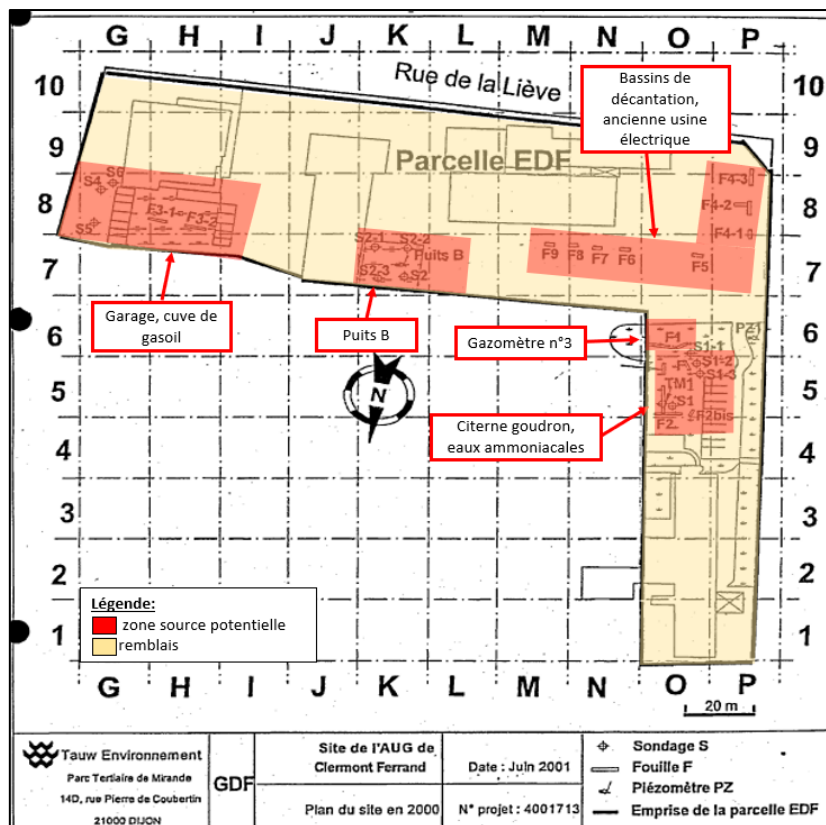


Figure 4 : Localisation des zones sources potentielles (TAUW, 2001)

Suite à cette étude historique, TAUW a réalisé une campagne de sondages à 2 m à la pelle mécanique et à 3 m à la tarière mécanique.

Ces investigations ont mis en évidence des remblais sur la totalité du site (1,5 m de profondeur minimum et jusqu'à 2,5 m en moyenne). Des remblais de démolition ont été recensés sur la majorité des investigations avec des traces organoleptiques des activités anciennes (goudron, odeur de fioul, etc.).

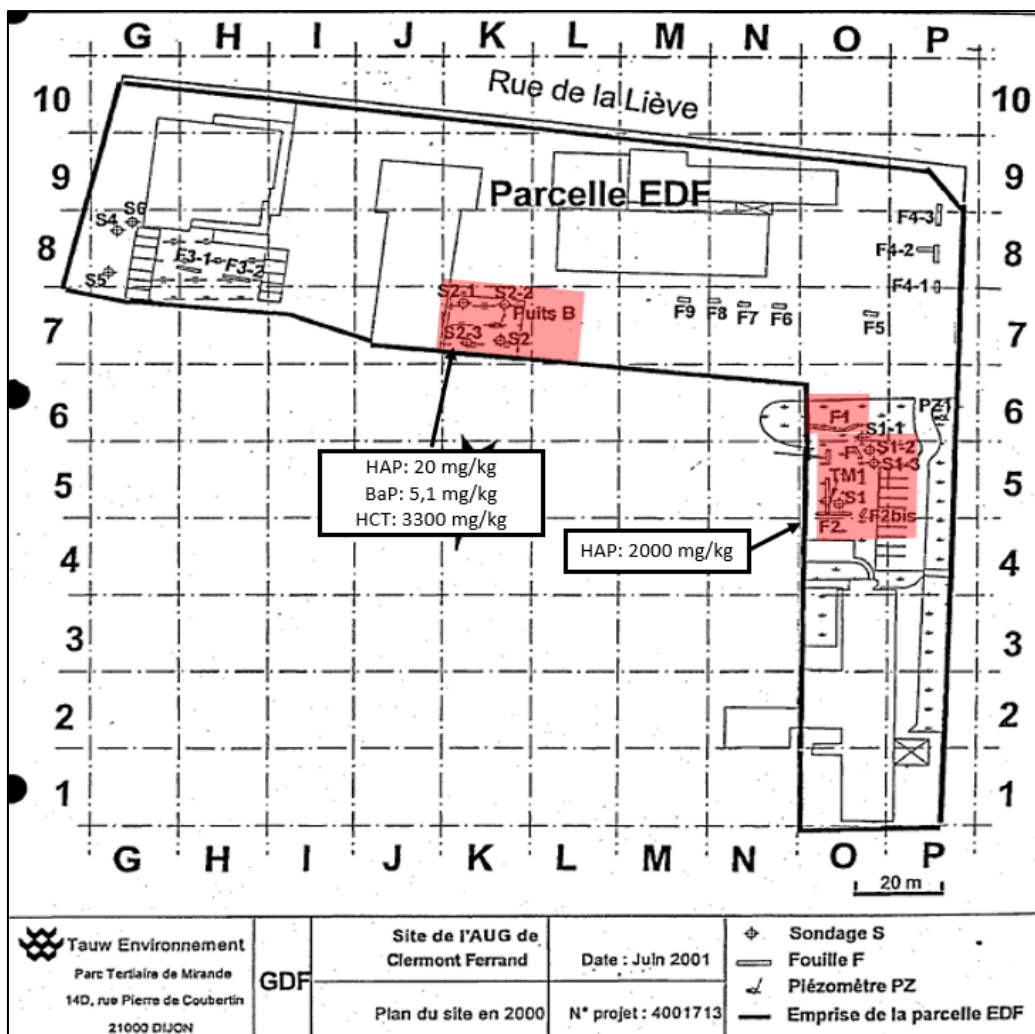
Après investigations, les résultats d'analyse ont mis en évidence deux zones sources au droit du site :

- **S1, secteur à proximité du gazomètre/citerne goudron** : fort dépassement du seuil ISDI en HAP (2000 mg/kg) au droit de F2bis entre 0 et 1 m ;
- **S2, secteur du puit B** : présence de HAP (20 mg/kg), dont du BaP (5,1 mg/kg), et dépassement du seuil ISDI en HCT (3300 mg/kg) au droit de S2 entre 0 et 3 m.

Tableau 2 : Zones sources mises en évidence par TAUW (2001)

Secteur	Source	Niveaux souillés	volume	Produits (concentrations)
Secteur Nord-Est à proximité du gazomètre et de la citerne à goudron	S1 : Côté Ouest de l'ancienne cuve à goudron	niveaux de remblais rencontrés entre 0 et 2,0 m	Mini : 800 m3 Maxi : 1400 m3	HAP (2000 mg/kg Ms)
Secteur Est : Parking EDF côté entrée rue de Châteaudun	-	Absence de pollution	-	-
Secteur du puits B	S2	Niveaux de sols entre 0 et 2,0	Maxi : 226 m3	HAP (20 mg/kg Ms), benzo(a)pyrène(5,1 mg/kg Ms), hydrocarbures totaux (3300 mg/kg Ms)
Secteur Est : cantine	-	Absence de pollution	-	-

La localisation de ces deux zones sources est présentée sur la figure suivante.



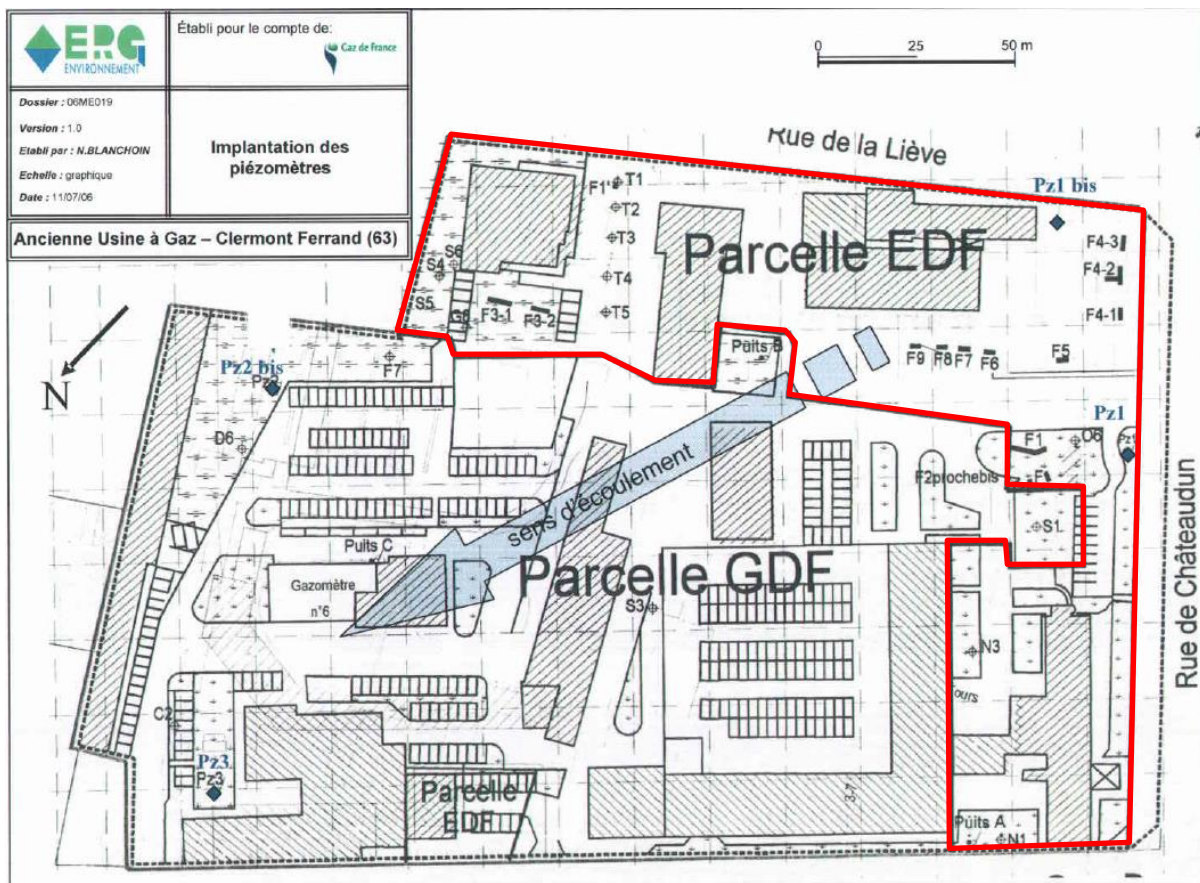


Figure 6 : Localisation des piézomètres suivis et sens d'écoulement de la nappe (ERG, 2007)

Ce suivi a mis en évidence :

- Des teneurs en cyanures très largement supérieures aux seuils réglementaires sur le piézomètre Pz1 en amont du site (**jusqu'à 2850 µg/l** en mai 2004). La dernière mesure d'avril 2007 sur ce piézomètre a mis en évidence une teneur en cyanures totaux de **1200 µg/l**.
 - La présence d'ammonium sur le piézomètre Pz1 en amont du site (**jusqu'à 110 mg/l** en mai 2004). La dernière mesure d'avril 2007 sur ce piézomètre a mis en évidence une teneur en ammonium de **51 mg/l**.
- ➔ Ce suivi a mis en évidence de fortes concentrations en cyanures au droit de Pz1, en amont du site, depuis près de 20 ans.
- ➔ ERG mentionne que le piézomètre Pz1 est vraisemblablement situé au droit d'une zone source en cyanures.

5.4 Investigations complémentaires – Ramboll, Avril 2021

5 sondages sols et un nouveau piézomètre ont été réalisés dans la partie nord-ouest du site. La localisation de ces ouvrages est présentée sur la figure suivante.

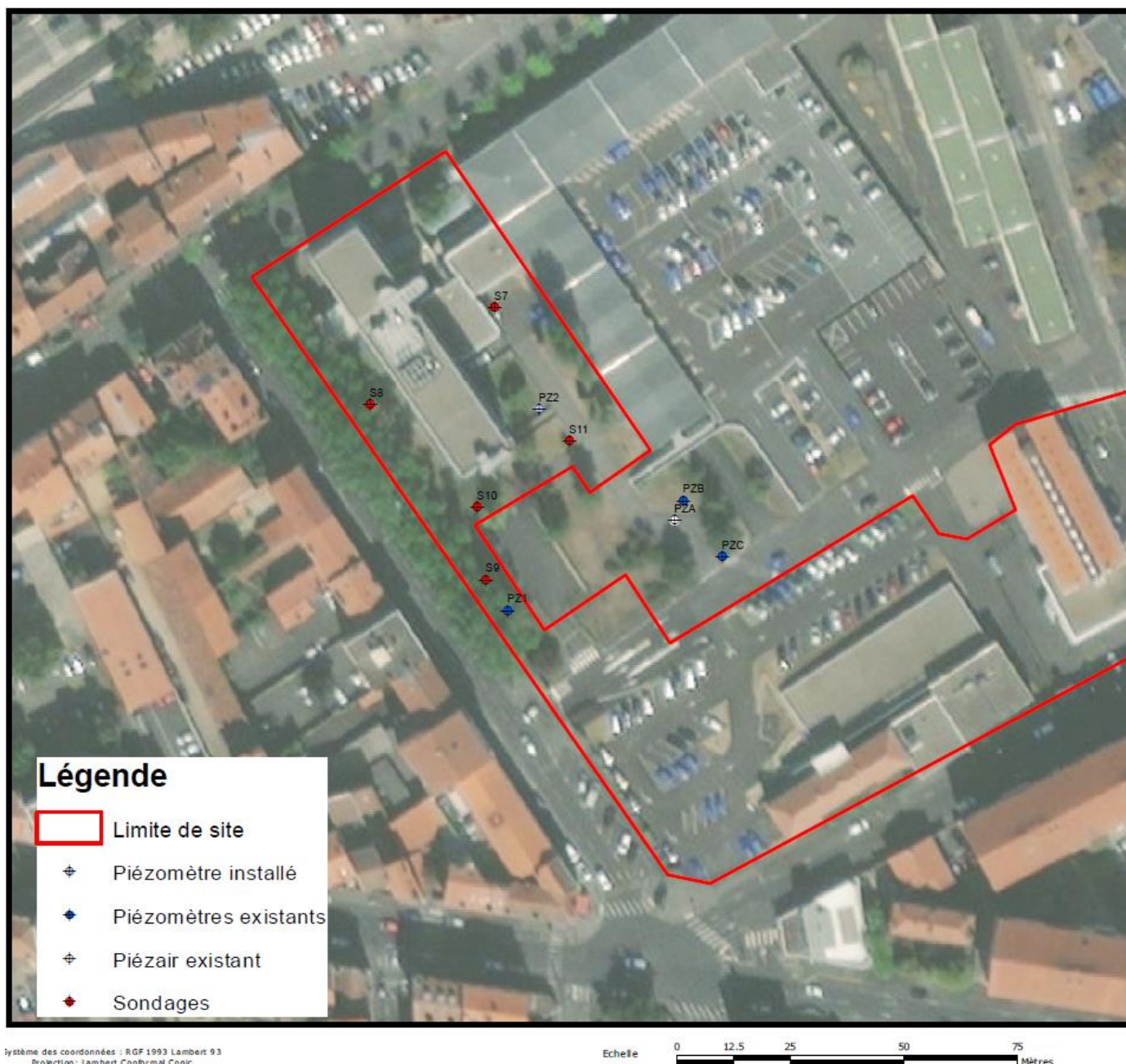


Figure 7 : Localisation des investigations sur les sols et les eaux (Ramboll, 2021)

Les résultats des investigations ont mis en évidence :

Dans les sols :

- Une détection quasi systématique de cyanures dans les sols (jusqu'à **130 mg/kg** au droit de S7 entre 3,5 et 4 m de profondeur).
- La présence généralisée de traces de HAP avec une forte concentration en S7 en profondeur (**880 mg/kg**) et un dépassement ponctuel du seuil ISDI au droit de S9 en surface (**51 mg/kg**).
- La détection de traces ponctuelles de HCT (**jusqu'à 430 mg/kg**).
- Une absence de détection de phénols et de COHV.

Dans les eaux souterraines :

- Des cyanures totaux sur les deux ouvrages avec des concentrations du même ordre (**2 100 µg/l pour PZ2 et 2 500 µg/l pour PZ1**).

- De l'arsenic sur les deux ouvrages avec des concentrations respectivement de **92 µg/l** pour PZ1 et **77 µg/l** pour PZ2.
- ➔ **Ce diagnostic a mis en évidence la présence de cyanures dans les sols sur la partie nord-ouest du site, principalement entre 3 et 5 m, la teneur la plus forte étant située au droit de S7, le sondage le plus au nord.**
- ➔ **Ce diagnostic a également confirmé la présence de fortes teneurs en cyanures dans les eaux souterraines.**

Suite à la mise en évidence de fortes teneurs en composés organiques dans les sols, Ramboll a réalisé une campagne de prélèvements d'air intérieur dans les bureaux de la partie ouest.

Les résultats de cette campagne ont mis en évidence la présence de BTEX à des concentrations allant de 500 à 100 000 fois inférieures aux seuils R1.

Aucune anomalie en lien avec les impacts mis en évidence dans les sols et les eaux souterraines n'a donc été mesurée dans l'air intérieur du bâtiment, et les concentrations mesurées dans l'air intérieur étant toutes inférieures aux valeurs de références R1 (valeurs déterminées pour tous les usages, y compris sensibles), la qualité de l'air intérieur est compatible avec l'usage actuel et avec un usage sensible.

6. Intervention HUB-Environnement (Septembre 2021)

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 18400-104 et 107 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 Wessling possédant une accréditation du COFRAC. Les dates d'envoi des échantillons sont précisées dans les fiches de prélèvements en annexe 1. Les échantillons sont expédiés par transporteur express ou par la navette dédiée du laboratoire et sont réceptionnés par le laboratoire le lendemain de l'intervention.

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

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.

➤ Mise en place de « cannes-gaz »

Les cannes gaz permettent de rechercher et dimensionner une source. Ce sont des ouvrages temporaires permettant la création rapide d'ouvrage de prélèvement de gaz du sol à faible profondeur (généralement entre 1 et 2 m).

Ce type de canne gaz est constitué d'une canne métallique creuse d'un diamètre intérieur inférieur à 5 cm, d'une longueur supérieure à 1 m et d'une pointe dédiée (perdue). Lors de sa mise en place, cette canne est enfoncée dans le sol jusqu'à une profondeur minimum de 1 m. La canne, alors désolidarisée de la pointe, est remontée de 5 à 10 cm créant ainsi une chambre de prélèvement des gaz du sol.

Un capillaire (en PTFE (téflon®, polytétrafluoroéthylène ou tout autre matériau inerte) est alors introduit dans la canne gaz et l'espace annulaire de surface est obturé de façon étanche avec un matériau inerte. Ce capillaire est ensuite raccordé au dispositif de mesure et/ou de prélèvement des gaz du sol.

➤ 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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

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

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

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

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

➤ Constitution des blancs de terrain

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

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

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

6.2.3 Eaux souterraines

➤ Echantillonnage des eaux souterraines

L'échantillonnage s'appuie sur la norme NF X 31-615 « Prélèvements et échantillonnage d'eaux souterraines dans un forage ».

➤ Piézométrie

La piézométrie est réalisée avec la sonde lumineuse dont HUB-Environnement dispose. Les profondeurs de nappe mises en évidence sont présentées plus loin dans le présent rapport.

➤ Purge

Le prélèvement ayant été fait peu après la réalisation et le développement des piézomètres, il n'a pas été nécessaire de purger les piézomètres avant le prélèvement, les eaux présentes dans les piézomètres n'ayant pas eu le temps de se mettre à l'équilibre physico-chimique avec l'air.

➤ Prélèvement

Les prélèvements ont été réalisés avec un tube bailer à usage unique, pour un échantillonnage de la nappe en surface.

Le flaconnage nécessaire au type d'analyse souhaité a été fourni par le laboratoire préalablement à l'intervention, les paramètres analysés sont : HCT, HAP, COHV, BTEX, PCB, métaux lourds et cyanures.

Les consignes spécifiques au maniement, au remplissage, au conditionnement, au transport et à l'identification des flacons sont également fournies par le laboratoire d'analyses afin de faciliter l'utilisation des flacons. En effet, l'eau prélevée est conditionnée dans les flacons adaptés aux analyses prévues (compatibilité chimique) puis immédiatement stockés en glacière réfrigérée à 4°C pour éviter le risque de développement bactérien pouvant provoquer un sous dosage de paramètres.

Les fiches des prélèvements réalisés sont disponibles en annexe 3.

6.3 Programme des investigations

6.3.1 Investigation des gaz du sol

La campagne de mesures de COV au PID portatif a été réalisée le 14 septembre 2021. L'implantation des micro-sondages est présentée sur la carte suivante.

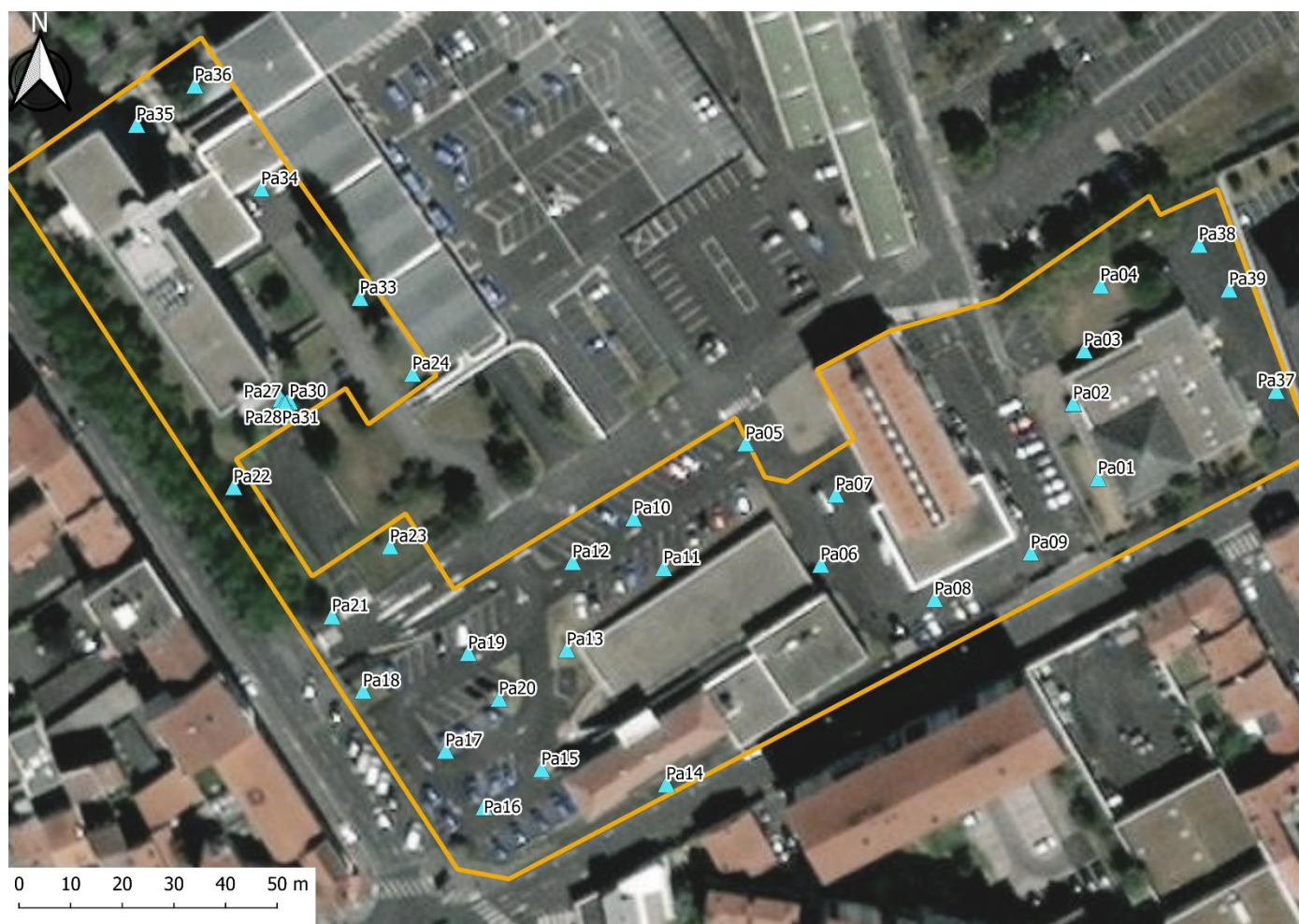


Figure 8 : Localisation des micro-sondages

Les micro-sondages Pa01 et Pa04, localisés le long du restaurant, n'ont pas pu être réalisés en raison de la nature du terrain, constitué de sables et de cailloutis sans cohésion et s'effondrant à chaque tentative de mesure. Il était donc physiquement impossible de faire une mesure de gaz du sol au droit de ces deux points.

La teneur en COV au droit du micro-sondage Pa25 étant supérieure à 50 ppm, un complément d'investigations a été réalisé autour de ce point. L'emplacement des micro-sondages complémentaires est présenté sur la figure suivante.

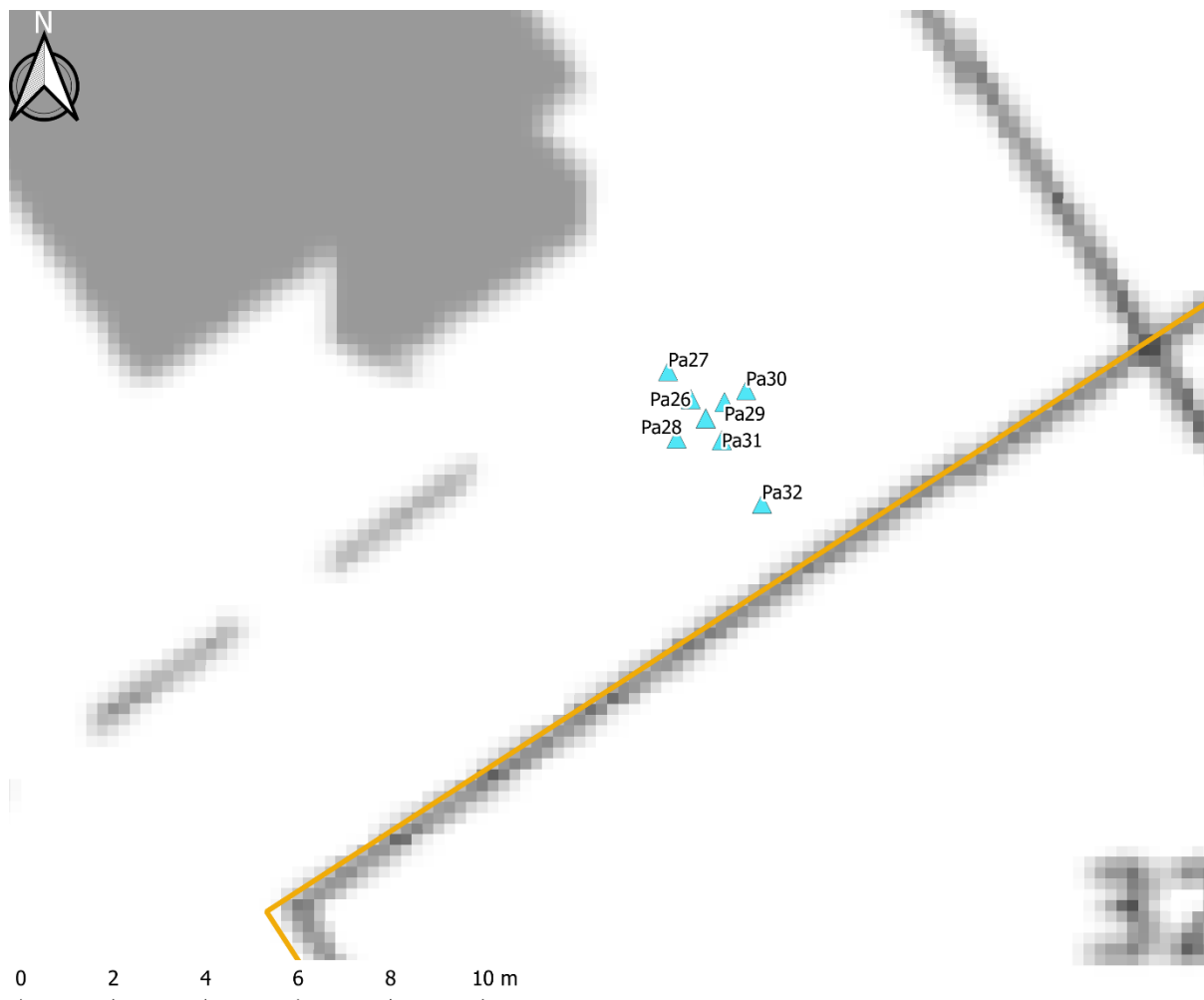


Figure 9 : Zoom sur le point Pa25

Au cours des investigations, deux prélèvements de gaz du sol pour analyse laboratoire ont été réalisés au droit des micro-sondages Pa15 et Pa31, qui sont respectivement les micro-sondages avec les teneurs les plus élevées en COV au droit des futurs logements et dans la zone sans aménagement. Les caractéristiques de ces prélèvements sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 3 : Caractéristiques des prélèvements de gaz du sol

Échantillon	Support	Début de prélèvement	Fin de prélèvement	Débit de prélèvement	Volume prélevé
Pa15	CA	15h13	16h04	0,5 l/min	25,6 l
Pa31	CA	16h09	16h39		15 l

6.3.2 Investigation dans les sols

La campagne de sondages sol a été réalisée les 15 et 16 septembre 2021. L'implantation des sondages est présentée sur la carte suivante.

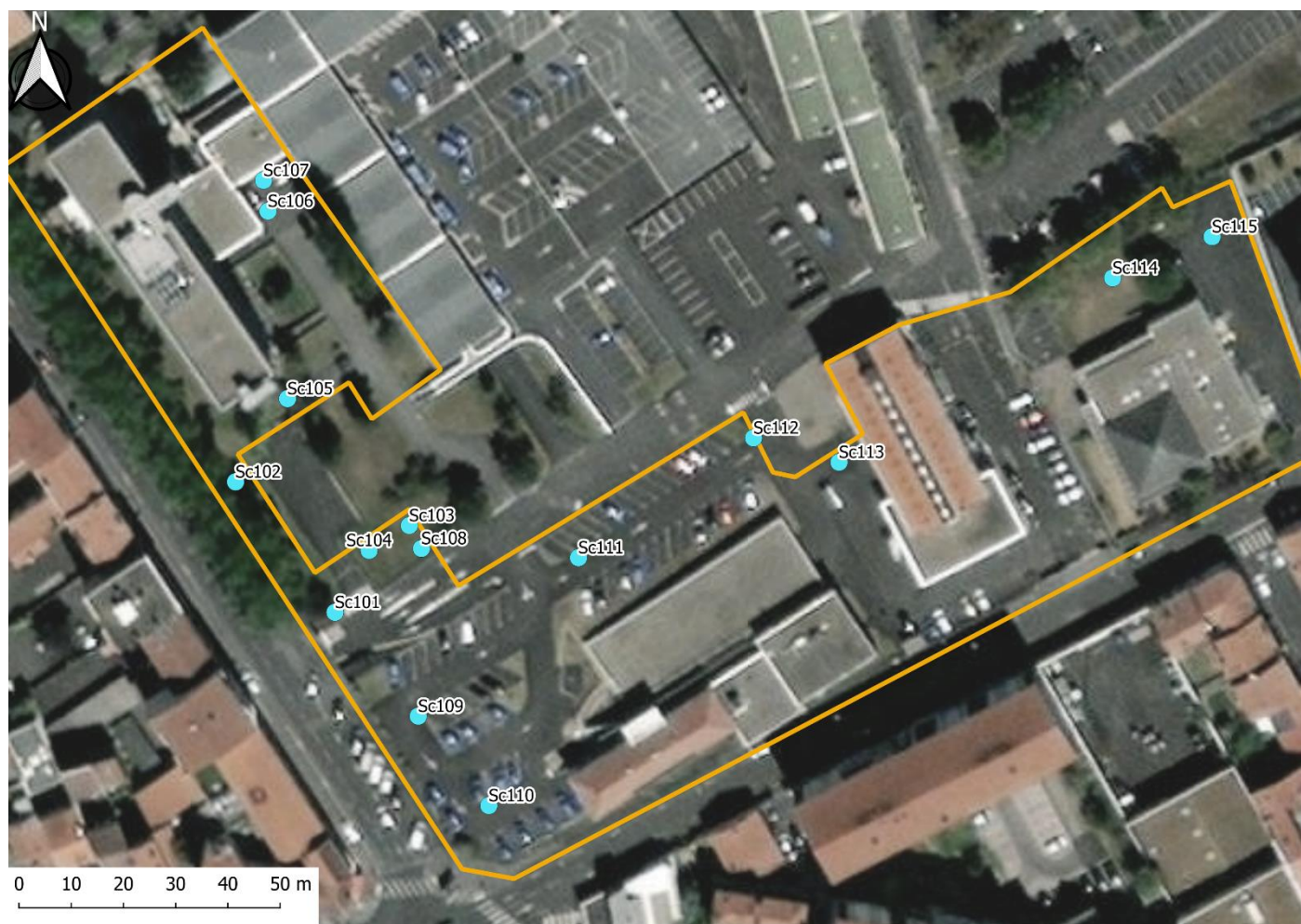


Figure 10 : Localisation des sondages

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

Tableau 4 : Justification de l'implantation des sondages des 15-16 septembre 2021

Sondage	Coordonnées du point de sondage (WGS84)			Justification /Activités sensibles (identifiées dans le contexte historique)
	Latitude	Longitude	Altitude	
Sc101	45,782516	3,098500	364,4	Délimitation des zones sources en cyanures mise en évidence lors des études précédentes
Sc102	45,782740	3,098255	360,9	
Sc103	45,782665	3,098683	358,6	
Sc104	45,782623	3,098584	359,8	
Sc105	45,782883	3,098383	358,7	
Sc106	45,783206	3,098335	357,0	
Sc107	45,783259	3,098324	357,8	
Sc108	45,782626	3,098713	357,9	Délimitation du produit pur mis en évidence en profondeur au droit de Sc103
Sc109	45,782338	3,098705	360,5	Caractérisation des sols au droit des anciens bassins de décantation et usine électrique
Sc110	45,782184	3,098879	359,7	
Sc111	45,782610	3,099100	359,0	
Sc112	45,782816	3,099531	358,0	Délimitation de la zone source mise en évidence au droit du puits à houille (S2)
Sc113	45,782774	3,099742	359,0	
Sc114	45,783091	3,100416	356,2	Caractérisation des sols au droit de l'ancien garage
Sc115	45,783162	3,100661	355,9	

Le choix des échantillons envoyés en laboratoire pour analyses a été fait après mesures de COV au PID dans les échantillons individuels et sur la base des critères organoleptiques mis en évidence lors des investigations.

6.3.3 Investigations dans les eaux souterraines

Le programme initial des investigations du 16 septembre est résumé dans le tableau suivant.

Tableau 5 : Programme des investigations du 16 septembre 2021

Ouvrages	Méthode de sondage	Nombre d'ouvrages	Analyses
Prélèvement dans ouvrage existant	Prélèvement au préleveur manuel à usage unique	5	HCT, HAP, BTEX, COHV, PCB, ETM, cyanures

Les piézomètres ont été réalisés la semaine du 6 septembre 2021 par la société Alpha BTP à des profondeurs maximales de 12,1 m.

L'implantation des piézomètres prélevés est présentée sur la carte suivante.

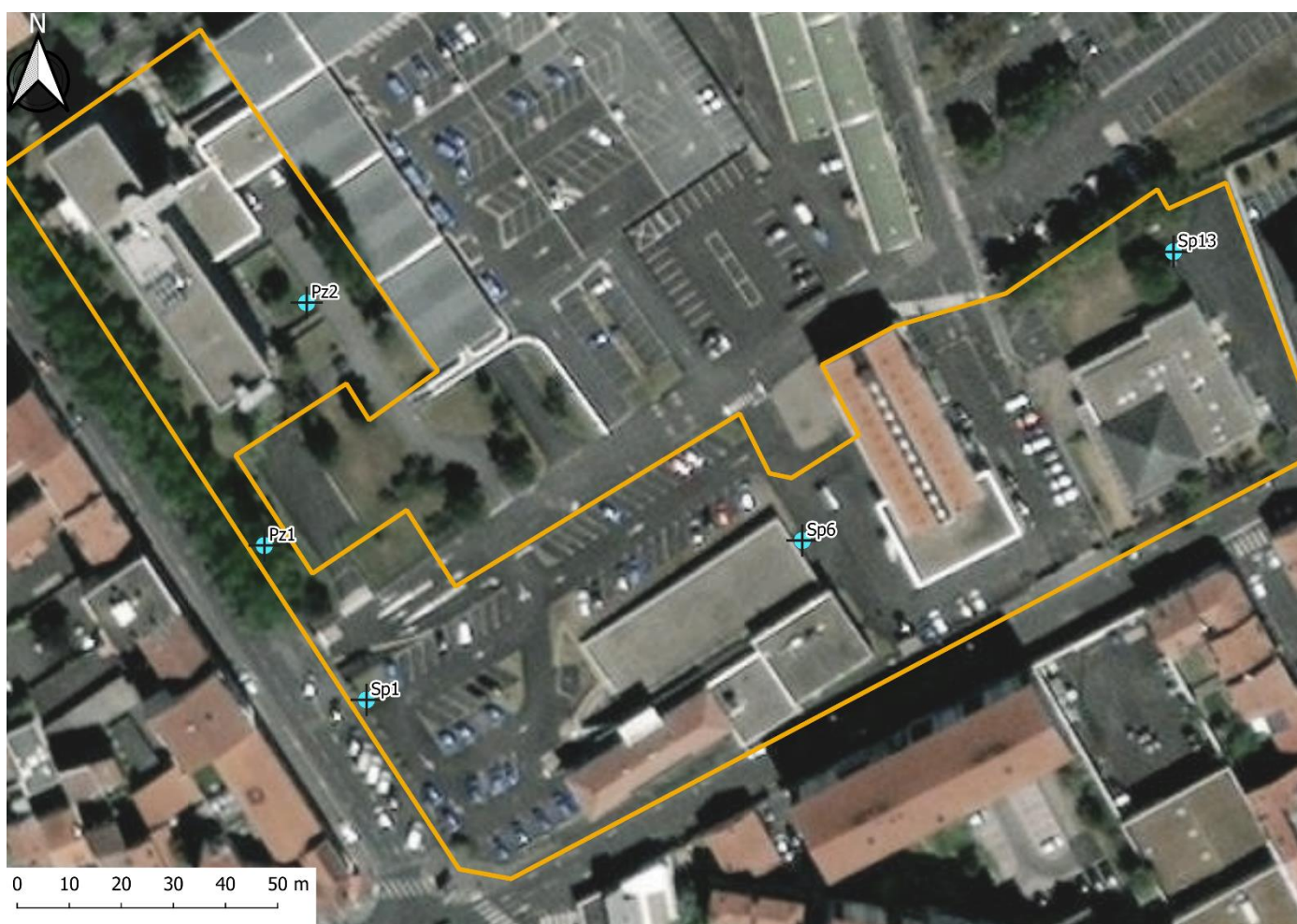


Figure 11 : Localisation des piézomètres prélevés

La profondeur et la cote NGF du niveau d'eau suite à la réalisation des piézomètres sont présentées dans le tableau suivant. Le repère pris en compte pour les mesures est le niveau du sol, les trois ouvrages étant fermés par des bouches à clé ras du sol.

Tableau 6 : Profondeur et cote du niveau d'eau

Piézomètre	Cote du repère (mNGF)	Profondeur (m)	Cote de la nappe (mNGF)
Pz1	357,1	3,45	353,65
Pz2	355,8	2,73	353,07
Sp1	357,0	4,14	352,86
Sp6	355,2	3,94	351,26
Sp13	354,7	3,40	351,3

La carte piézométrique de la nappe réalisée à partir des données du tableau précédent est présentée ci-dessous.

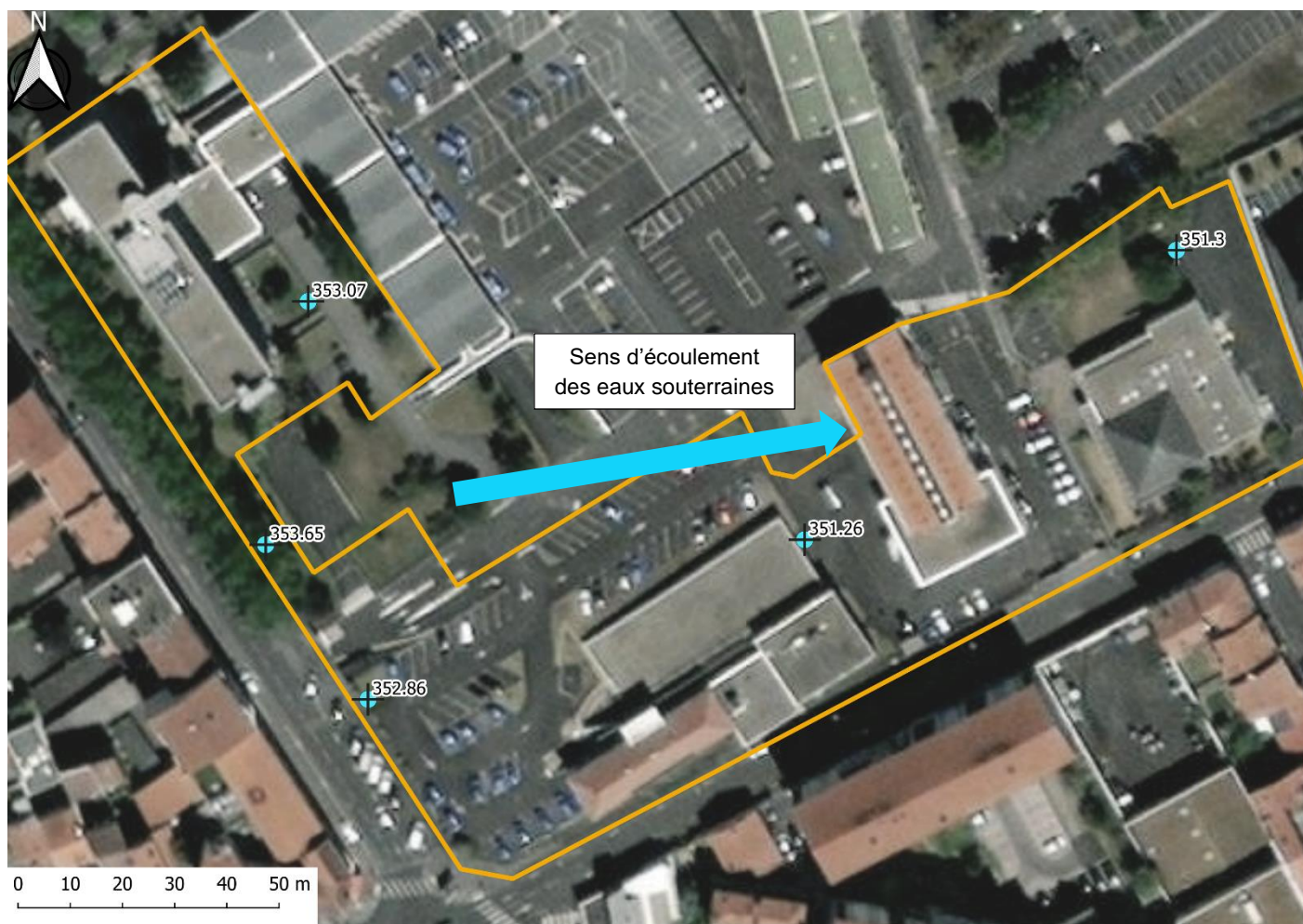


Figure 12 : Piézométrie au droit du site d'étude au 16/09/2021 (mNGF)

Le sens d'écoulement de la nappe serait donc globalement Ouest – Est.

Les échantillons d'eaux souterraines ont fait l'objet de mesures physico-chimiques sur site. Les valeurs mesurées sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 7 : Résultats des mesures in-situ des eaux souterraines

	Unité	Pz1	Pz2	Sp1	Sp6	Sp13
Température	°C	18,2	17,9	18,9	18,7	19,6
pH	< LD	7,8	7,8	7,3	7,3	7,4
Conductivité	µS/cm	1253	1134	989,9	1150	1220
Potentiel Red/Ox	mV	126,3	152	100,3	123,8	-55

Il est à noter l'absence de phase flottante sur les échantillons. L'échantillon prélevé au droit de Pz2 présentait une légère odeur d'hydrocarbures.

7. Interprétation des résultats d'analyses

7.1 Résultats d'analyses des COV sur site

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

Tableau 8 : Résultats d'analyses des COV sur site (ppm)

Point	Pa1	Pa2	Pa3	Pa4	Pa5	Pa6	Pa7	Pa8	Pa9	Pa10
COV	-	0	0	-	0,1	0	0,2	0	0,1	0,3

Point	Pa11	Pa12	Pa13	Pa14	Pa15	Pa16	Pa17	Pa18	Pa19	Pa20
COV	0	0,3	0	0	1,2	0,6	0	0,5	0,3	0

Point	Pa21	Pa22	Pa23	Pa24	Pa25	Pa26	Pa27	Pa28	Pa29	Pa30
COV	0	0	0	0	> 50	19,7	0,1	0,4	11,1	0,6

Point	Pa31	Pa32	Pa33	Pa34	Pa35	Pa36	Pa37	Pa38	Pa39
COV	> 400	13,8	1,5	0,2	2,6	0	0,9	0,3	0,1

Légende

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

➤ Commentaires :

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

- Des teneurs en COV supérieures à 50 ppm centrée sur les points Pa25 et Pa31.
 - Des teneurs en COV supérieures à 10 ppm autour de Pa25 et Pa31.
 - Deux teneurs ponctuelles supérieures à 1 ppm dans la zone des bureaux.
 - Une unique teneur en COV supérieure à 1 ppm au droit de la zone des futurs logements (Pa01 à Pa20, Pa37 à Pa39).
- ➔ La partie du site sur laquelle les logements seront aménagés présente donc peu de risques liés aux composés organiques volatils.

7.2 Résultats d'analyse dans les sols

7.2.1 Résultats d'analyse laboratoire des métaux lourds sur brut

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

Tableau 9 : Résultats des analyses de métaux dans les sols (mg/kg)

Métaux	Référence INRA	Sc101-3	Sc101-5	Sc102-2	Sc102-3	Sc103-3	Sc104-2	Sc104-4	Sc105
As	30-60	9,0	16	18	14	17	16	42	11
Cd	0,7-2	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Cr	90-150	11	13	21	11	20	26	18	23
Cu	20-62	9,0	12	35	6,0	15	58	11	20
Hg	0,15-2,3	< 0,1	< 0,1	0,2	< 0,1	< 0,1	0,3	< 0,1	0,2
Ni	60-130	6,0	10	17	9,0	16	24	13	22
Pb	60-90	16	17	72	11	15	130	15	21
Zn	100-250	25	32	64	23	68	110	39	57

Métaux	Référence INRA	Sc106-2	Sc107-4	Sc107-5	Sc108-4	Sc108-5	Sc109-1	Sc110-1	Sc111-1
As	30-60	24	21	14	10	9,0	17	21	22
Cd	0,7-2	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 1,4	0,5
Cr	90-150	22	32	31	26	33	31	33	42
Cu	20-62	12	11	13	16	24	36	51	290
Hg	0,15-2,3	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,6
Ni	60-130	19	21	19	25	27	38	91	51
Pb	60-90	20	26	22	19	24	69	51	510
Zn	100-250	32	62	66	45	75	96	240	250

Métaux	Référence INRA	Sc112-1	Sc113-1	Sc114-1	Sc115-1
As	30-60	36	28	15	15
Cd	0,7-2	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Cr	90-150	19	37	49	55
Cu	20-62	17	360	33	37
Hg	0,15-2,3	< 0,1	0,6	0,2	0,2
Ni	60-130	18	41	53	69
Pb	60-90	58	260	39	18
Zn	100-250	88	190	91	83

Légende :

Sol ordinaire
Anomalie modérée
Anomalie forte

➤ **Commentaires :**

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

- Des anomalies fortes ponctuelles en plomb sur trois échantillons, ainsi que des anomalies fortes en cuivre et zinc uniquement sur l'échantillon Sc111-1.
- Des anomalies modérées en cuivre sur un peu moins de la moitié des échantillons (8 sur 20), ainsi que des anomalies modérées en mercure sur un peu moins de la moitié des échantillons (7 sur 20).
- Des anomalies modérées ponctuelles en arsenic, nickel, plomb et zinc.

Les concentrations moyennes en métaux ont également été calculées pour caractériser les sols du site dans les remblais, dans les terrains naturels et sur l'ensemble du site. Les résultats de ces calculs sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 10 : Concentrations moyennes en métaux sur la base des résultats d'analyse laboratoire (mg/kg)

Métaux	Référence INRA	Remblais	Terrain naturel
As	30-60	19,5	17,8
Cd	0,7-2	0,5	< LD
Cr	90-150	33,0	21,1
Cu	20-62	84,5	15,1
Hg	0,15-2,3	0,4	0,2
Ni	60-130	41,0	15,3
Pb	60-90	108,6	24,2
Zn	100-250	116,5	50,4

Légende :

Sol ordinaire
Anomalie modérée
Anomalie forte

Les calculs des concentrations moyennes mettent en évidence que les anomalies fortes sont retrouvées exclusivement dans les remblais et que les terrains naturels sous-jacents sont globalement conformes au fond géochimique national avec la présence d'une anomalie modérée en mercure.

7.2.2 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 4.

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

Pour l'interprétation des valeurs en cyanures, nous avons pris comme référence les valeurs d'acceptation en décharge selon les critères FNADE.

Tableau 11 : Résultats des analyses de composés organiques dans les sols (mg/kg)

Composé	Seuil BRGM	Seuil ISDI	Sc101-3	Sc101-5	Sc102-2	Sc102-3	Sc103-3	Sc104-2	Sc104-4	Sc105
HCT	50	500	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	59
HAP	10	50	0,11	0,07	0,43	< LD	0,34	3,1	0,09	9,1
Naphtalène	0,1	-	0,11	0,07	0,43	< 0,05	< 0,05	0,08	0,09	0,24
PCB	0,2	1	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
BTEX	-	6	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
COHV	-	2 *	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
CN totaux	25	50	0,12	0,25	< 0,1	1,1	0,27	< 0,1	1,2	1,1
CN libérables	1	5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1

* Seuil généralement admis dans les arrêtés préfectoraux de certains centres

Composé	Seuil BRGM	Seuil ISDI	Sc106-2	Sc107-4	Sc107-5	Sc108-4	Sc108-5	Sc109-1	Sc110-1	Sc111-1
HCT	50	500	47	8300	15000	< 20	1200	77	110	1400
HAP	10	50	7,8	2 390	3 260	0,24	292,1	1,1	4,6	164,1
Naphtalène	0,1	-	0,66	597	702	< 0,05	78	0,24	0,12	1,4
PCB	0,2	1	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
BTEX	-	6	0,11	20	10	< LD	2,3	< LD	< LD	0,23
COHV	-	2 *	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
CN totaux	25	50	1,1	0,31	< 0,1	< 0,1	0,73	< 0,1	< 0,1	2,6
CN libérables	1	5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1

* Seuil généralement admis dans les arrêtés préfectoraux de certains centres

Composé	Seuil BRGM	Seuil ISDI	Sc112-1	Sc113-1	Sc114-1	Sc115-1
HCT	50	500	< 20	510	< 20	820
HAP	10	50	1,3	5,9	3,9	< LD
Naphtalène	0,1	-	< 0,05	0,10	< 0,05	< 0,05
PCB	0,2	1	< LD	0,21	< LD	< LD
BTEX	-	6	< LD	< LD	< LD	< LD
COHV	-	2 *	< LD	< LD	< LD	< LD
CN totaux	25	50	0,66	2,2	0,22	0,21
CN libérables	1	5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1

* 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 :

- Une source en HCT et HAP au droit du sondage Sc107 sur les deux échantillons, avec des dépassements très importants des seuils ISDI (respectivement jusqu'à 30 et 65 fois le seuil) également associés à de très fortes teneurs en naphtalène (environ 25 % de la concentration totale en HAP).
- Un dépassement du seuil ISDI en BTEX sur les échantillons Sc107-4 et Sc107-5 (jusqu'à 3 fois le seuil).
- Un dépassement important du seuil ISDI en HAP sur l'échantillon Sc108-5 (environ 6 fois le seuil) avec une forte teneur en naphtalène (environ 25 % de la concentration totale en HAP).
- Un dépassement du seuil ISDI en HAP sur l'échantillon Sc111-1 (environ 3 fois le seuil) associé à une teneur en naphtalène relativement faible (moins de 1 % de la concentration totale en HAP).
- Des dépassements relativement légers du seuil ISDI en HCT sur les échantillons Sc111-1, Sc113-1 et Sc115-1 (jusqu'à 1400 mg/kg), ainsi qu'un dépassement du seuil ISDI en HCT sur l'échantillon Sc108-5.
- Des dépassements limités du seuil BRGM en naphtalène sur environ la moitié des échantillons (7 sur 16, sans prendre en compte les échantillons cités précédemment).
- Des teneurs en cyanures totaux inférieures aux valeurs de référence (jusqu'à 2,6 mg/kg).
- L'absence de teneurs détectables en cyanures libérables.
- Les autres composés organiques analysés ont été mis en évidence à l'état de traces ou en teneurs inférieures aux limites de détection du laboratoire.

7.3 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 4. 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).

Concernant les hydrocarbures, seules les fractions détectées ont été écrites dans le tableau pour une question de clarté de lecture.

Tableau 12 : Résultats des composés organiques dans les gaz des sols (µg/échantillon)

Analyses	Blanc CM	Blanc CC	Pa15 CM	Pa15 CC	Pa31 CM	Pa31 CC
COMPOSES AROMATIQUES VOLATILS						
Benzène	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Toluène	< 0,2	< 0,2	0,35	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Éthylbenzène	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
p- et m-xylène	< 0,2	< 0,2	0,22	< 0,2	< 0,2	< 0,2
o-Xylène	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,27	< 0,2
Cumène	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
m-, p-Ethyltoluène	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,37	< 0,2
1,3,5-Triméthylbenzène (Mésitylène)	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
o-Ethyltoluène	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
1,2,4-Triméthylbenzène (Pseudocumène)	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Naphtalène	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Somme des CAV	< LD	< LD	0,57	< LD	< LD	< LD
COMPOSES ORGANO HALOGENES VOLATILS						
Chlorure de vinyle	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
1,1-Dichloroéthylène	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Dichlorométhane	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
trans-1,2-Dichloroéthylène	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
1,1-Dichloroéthane	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
cis-1,2-Dichloroéthylène	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Trichlorométhane	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Tétrachlorométhane	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
1,1,1-Trichloroéthane	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Trichloroéthylène (TCE)	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Tétrachloroéthylène (PCE)	< 0,2	< 0,2	0,23	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Somme des COHV	< LD	< LD	0,23	< LD	< LD	< LD
HYDROCARBURES (VOLATILS)						
Hydrocarbures Aromatiques C5-C16	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0
Hydrocarbures Aliphatiques C9-C10	< 5,0	< 5,0	21	< 5,0	1400	< 5,0
Hydrocarbures Aliphatiques C10-C11	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	31	< 5,0
Hydrocarbures Aliphatiques C5-C16	< 25	< 25	< 25	< 25	1400	< 25

➤ **Commentaires :**

Les résultats d'analyse laboratoire des gaz du sol mettent en évidence :

- La présence de toluène, m-, p-xylène, PCE et hydrocarbures aliphatiques sur l'échantillon Pa15, au droit des futurs logements.
- La présence d'hydrocarbures aliphatiques en teneurs significativement plus importantes sur Pa31, au droit de la zone de bureaux.

Les résultats d'analyse présentés dans le tableau ci-dessus sont en absolu (c'est-à-dire concentration dans le volume d'air pompé). Pour obtenir les résultats d'analyse en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ un simple calcul est effectué en prenant en considération le volume pompé en m^3 . Seuls les composés présents au-dessus du seuil de détection du laboratoire ont été reportés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 13 : Résultats des calculs de concentrations sur Pa15

Substances	Concentration mesurée (μg)	Volume d'air prélevé (m^3)	Concentration calculée ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Toluène	0,35	25,6	13,7
p-, m-xylène	0,22		8,6
Tétrachloroéthylène	0,23		9
Hydrocarbure aliphatiques C9-C10	21		820

Tableau 14 : Résultats des calculs de concentrations sur Pa31

Substances	Concentration mesurée (μg)	Volume d'air prélevé (m^3)	Concentration calculée ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Hydrocarbures aliphatiques C9-C10	1400	15	93333
Hydrocarbures aliphatiques C10-C11	31		2067

Aucune valeur de référence n'ayant été publiée pour les gaz du sol, nous ne pouvons pas établir de comparaison sur ces teneurs. Les concentrations calculées ici sont les données d'entrée du calcul de risques présenté dans les chapitres suivants.

7.4 Résultats d'analyse en laboratoire des eaux souterraines

Les résultats d'analyses en laboratoire des eaux souterraines obtenus sont résumés dans le tableau ci-dessous. Les bordereaux d'analyses sont disponibles en annexe 4.

Pour assurer l'interprétation des résultats, nous avons pris comme référence les seuils des annexes I et II de l'arrêté ministériel du 11 Janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine ainsi les directives de qualité pour l'eau de boisson de l'OMS de 2017.

Tableau 15 : Résultats d'analyse dans les eaux souterraines (µg/l)

Substances	Arrêté du 11/01/2007	Seuils OMS	Pz1	Pz2	Sp1	Sp6	Sp13
Hydrocarbures							
HCT C10-C40	1000	-	< 50	80	< 50	< 50	< 50
COHV							
Chlorure de vinyle	0,5	0,3	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Dichlorométhane	-	20	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Cis-1,2-Dichloroéthylène	-	-	0,9	< 0,6	< 0,5	< 0,5	3,4
Trans-1,2-Dichloroéthylène	-	-	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Trichlorométhane	-	300	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
1,1,1-Trichloroéthane	-	-	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,6
Tétrachlorométhane	-	4	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Trichloroéthylène	-	-	< 0,5	< 0,7	< 0,5	< 0,5	2,4
Tétrachloroéthylène	-	-	< 0,5	3,0	15	5,8	< 0,5
Somme TCE+PCE	10	-	< 0,5	3,0	15	5,8	< 0,5
1,1-Dichloroéthane	-	30	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
1,1-Dichloroéthylène	-	-	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Somme des COHV	-	-	0,9	3	15	5,8	5,8
CAV							
Benzène	1	10	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Toluène	-	700	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Ethylbenzène	-	300	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
o-Xylène	-	500	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
m-, p-Xylène	-	(somme)	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Cumène	-	-	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Mésitylène	-	-	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
o-Ethyltoluène	-	-	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
m-, p-Ethyltoluène	-	-	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Pseudocumène	-	-	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Somme des CAV	-	-	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
Métaux lourds							
Chrome (Cr)	50	50	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0
Nickel (Ni)	20	70	< 10	< 10	< 10	< 10	45
Cuivre (Cu)	2000	2000	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0
Zinc (Zn)	5000	-	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
Arsenic (As)	10	10	190	61	92	83	56
Cadmium (Cd)	5	3	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
Plomb (Pb)	10	10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Mercuré (Hg)	1	6	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1

Légende :

Valeur supérieure à la valeur seuil la plus restrictive

Substances	Arrêté du 11/01/2007	Seuils OMS	Pz1	Pz2	Sp1	Sp6	Sp13
HAP							
Naphtalène	-	-	< 0,02	0,05	< 0,03	0,1	< 0,02
Acénaphthylène	-	-	< 0,02	0,12	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Acénaphthène	-	-	< 0,02	0,03	< 0,02	0,04	< 0,02
Fluorène	-	-	< 0,02	0,05	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Phénanthrène	-	-	< 0,02	0,21	0,02	0,04	< 0,02
Anthracène	-	-	< 0,02	0,09	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Pyrène	-	-	0,02	0,22	0,11	< 0,02	< 0,02
Benzo(a)anthracène	-	-	< 0,02	0,09	0,04	< 0,02	< 0,02
Chrysène	-	-	< 0,02	0,06	0,03	< 0,02	< 0,02
Dibenzo(a,h)anthracène	-	-	< 0,02	< 0,03	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Benzo[a]pyrène [e]	0,01	0,7	< 0,02	0,17	0,03	< 0,02	< 0,02
Benzo[b]fluoranthène [a]	-	-	< 0,02	0,17	0,05	< 0,02	< 0,02
Benzo[k]fluoranthène [b]	-	-	< 0,02	0,07	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Benzo(g,h,i)pérylène [c]	-	-	< 0,02	0,09	0,02	< 0,02	< 0,02
Indéno(1,2,3-cd)pyrène [d]	-	-	< 0,02	0,08	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Fluoranthène [f]	-	-	< 0,02	0,3	0,12	< 0,02	< 0,02
Somme (a,b,c,d)	0,1	-	< LD	0,41	0,07	< LD	< LD
Somme (a,b,c,d,e,f)	1	-	< LD	0,88	0,22	< LD	< LD
Somme des HAP	-	-	0,02	1,8	0,42	0,18	< LD
PCB							
Somme des PCB	-	-	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
CYANURES							
Cyanures libres	-	-	< 10	12	< 10	< 10	< 10
Cyanures totaux	-	50	53	900	140	71	40

Légende :

Valeur supérieure à la valeur seuil la plus restrictive

➤ Commentaires :

Les résultats d'analyse sur les eaux souterraines ont mis en évidence :

- Un dépassement systématique des seuils de référence en arsenic sur tous les piézomètres, la teneur la plus importante étant trouvée à l'amont du site (Pz1).
- Un dépassement du seuil de référence en cyanures totaux sur 4 échantillons, la concentration sur le dernier étant relativement proche du seuil.
- Un dépassement du seuil de l'arrêté du 11/01/2007 en Benzo[a]pyrène au droit des piézomètres Pz2 et Sp1.
- Un dépassement ponctuel du seuil de référence en TCE+PCE (Sp1), nickel (Sp13) et somme des 4 HAP (Pz2).
- Les autres composés analysés ont été mis en évidence à l'état de traces ou en teneurs inférieures aux seuils de détection du laboratoire.

Il est à noter que les teneurs en cyanures au droit de Pz1 et Pz2 sont largement inférieures à celles mesurée par Ramboll en janvier 2021 (respectivement 2500 et 2100 µg/l). Cette différence est cependant cohérente avec les variations observées au cours du suivi d'ERG.

➔ **Les eaux souterraines au droit du site ne peuvent pas être exploitées sans traitement.**

7.5 Représentation cartographique des résultats

Les cartes présentées dans les chapitres suivants sont basées sur les données de tous les diagnostics disponibles. Il est cependant à noter que certaines données du diagnostic de TAUW n'ont pas pu être représentées car correspondant à des échantillons composites entre plusieurs sondages.

7.5.1 Carte de répartition des COV dans les gaz du sol

Les teneurs en COV mises en évidence lors de la campagne de mesures sont présentées sur la figure suivante.



Figure 13 : Cartographie des impacts en COV mis en évidence

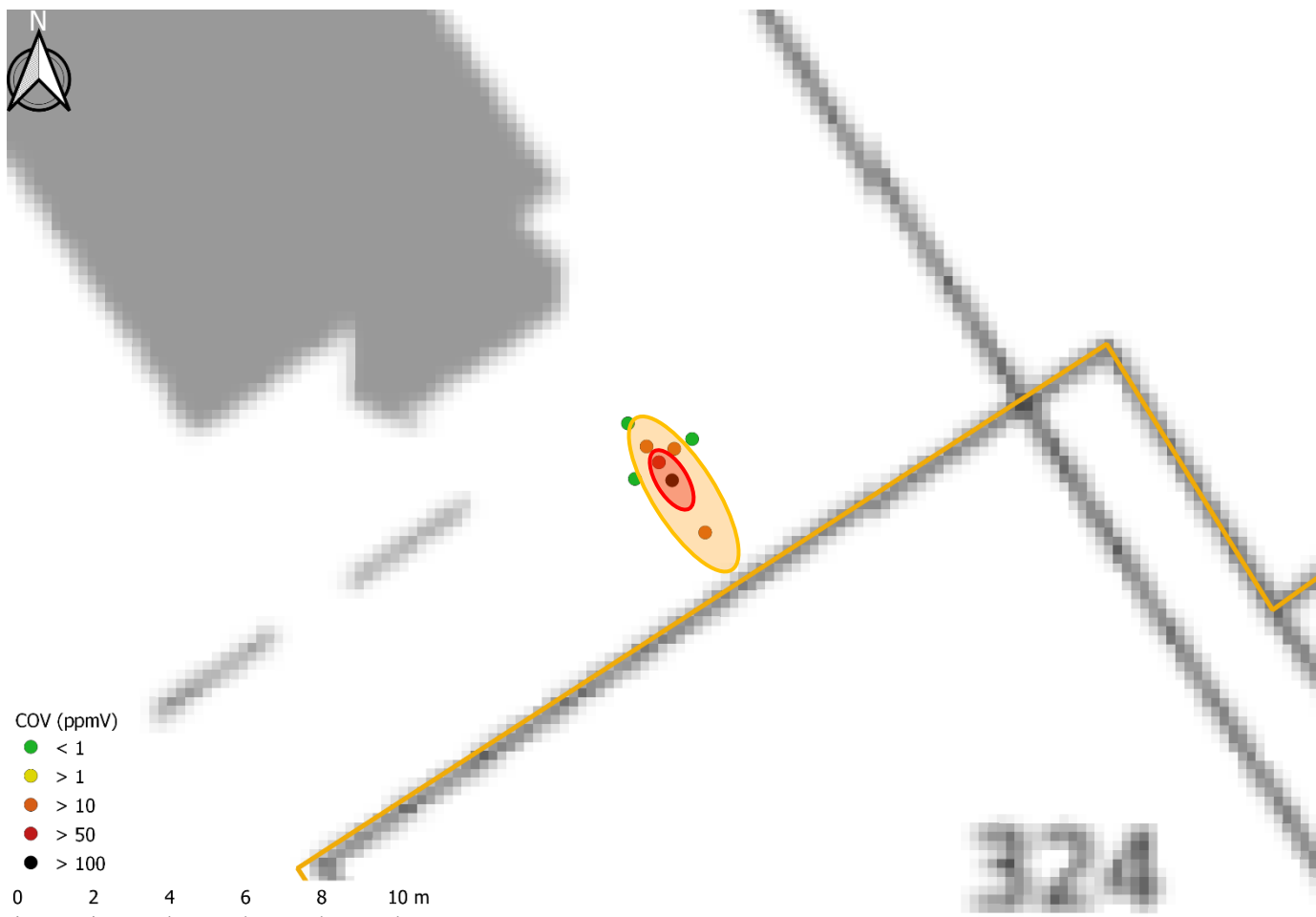


Figure 14 : Cartographie des COV mis en évidence (zoom sur Pa25)

➤ **Commentaires :**

Ces cartes mettent en évidence :

- La zone source en COV au droit de Pa25 et Pa31 est très limitée dans l'espace (surface de l'ordre de 10 m²).
- Dans l'ensemble, le site ne présente pas de problématique de composés volatils.

7.5.2 Carte de répartition des HAP dans les sols

Les cartes de répartition des anomalies en HAP ont été réalisées mètre par mètre en prenant en compte les résultats de toutes les études et les concentrations maximales pour chaque tranche. Les seuils pris comme référence sont :

- Le seuil ISDI : **50 mg/kg**
- Le seuil ISDND : **100 mg/kg**
- Le seuil ISDD : **500 mg/kg**



Figure 15 : Cartographie des teneurs en HAP dans les sols (0-1 m)



Figure 16 : Cartographie des teneurs en HAP dans les sols (1-2 m)



Figure 17 : Cartographie des teneurs en HAP dans les sols (2-3 m)



Figure 18 : Cartographie des teneurs en HAP dans les sols (3-4 m)



Figure 19 : Cartographie des teneurs en HAP dans les sols (4-5 m)

➤ Commentaires :

Ces cartes mettent en évidence :

- Dans l'ensemble, la partie du site qui accueillera les futurs logements est conforme au seuil ISDI en HAP, à l'exception notable du sondage Sc111, au droit d'un des parkings, qui présente une teneur en HAP supérieure à 100 mg/kg.
- Le sondage Sc103, réalisé au droit de l'ancien gazomètre, a mis en évidence la présence de goudron pur entre 3 et 5 m. Cette source s'étend peu vers les logements et uniquement en profondeur (> 4 m).
- Les autres sondages réalisés autour de la zone source S1, à l'ouest du site, ont mis en évidence que cette source ne s'étend pas en dehors de l'emprise du parking visiteurs.
- Une nouvelle zone source en HAP a été mise en évidence au nord du site entre 2 et 4 m de profondeur.

7.5.3 Carte de répartition des HCT dans les sols

Les cartes de répartition des anomalies en HCT ont été réalisées sur le premier mètre, puis pour les couches 1-3 m et 3-5 m prenant en compte les résultats de toutes les études et les concentrations maximales pour chaque tranche. Les couches 1-3 et 3-5 ont été réalisées ainsi en raison du nombre de données trop bas pour certaines profondeurs (par exemple, la couche 1-2 m présente 3 valeurs).

Les seuils pris comme référence sont :

- Le seuil ISDI : **500 mg/kg**
- Le seuil ISDND : **5000 mg/kg**
- Le seuil ISDD : **10000 mg/kg**



Figure 20 : Cartographie des teneurs en HCT dans les sols (0-1 m)



Figure 21 : Cartographie des teneurs en HCT dans les sols (1-3 m)



Figure 22 : Cartographie des teneurs en HCT dans les sols (3-5 m)

➤ **Commentaires :**

Ces cartes mettent en évidence :

- La zone qui accueillera les logements présente plusieurs dépassements du seuil ISDI en HCT, principalement sous les parkings. Ces dépassements restent cependant relativement faibles (pour rappel : teneurs mesurées jusqu'à 1400 mg/kg).
- La zone source S2 mise en évidence par TAUW (puits à houille) ne s'étend pas sur l'emprise du site.
- Une nouvelle zone source en HCT a été mise en évidence au nord du site, avec deux échantillons présentant des teneurs en HCT supérieures à 5000 et 10000 mg/kg à partir de 2,5 m de profondeur.

7.5.4 Carte de répartition des cyanures dans les sols

Les cartes de répartition des anomalies en cyanures ont été réalisées sur le premier mètre, puis pour les couches 1-3 m et 3-5 m prenant en compte les résultats de toutes les études et les concentrations maximales pour chaque tranche. Les couches 1-3 et 3-5 ont été réalisées ainsi en raison du nombre de données trop bas pour certaines profondeurs (par exemple, la couche 1-2 m présente 3 valeurs).

Les seuils pris comme référence sont :

- Le seuil ISDI selon les critères FNADE : **25 mg/kg**
- Le seuil ISDND selon les critères FNADE : **50 mg/kg**



Figure 23 : Cartographie des teneurs en cyanures dans les sols (0-1 m)



Figure 24 : Cartographie des teneurs en cyanures dans les sols (1-3 m)



Figure 25 : Cartographie des teneurs en cyanures dans les sols (3-5 m)

➤ **Commentaires :**

Cette carte met en évidence que les sols du site sont dans l'ensemble classés « inerte » selon les critères FNADE, à l'exception du sondage S7 au nord, qui présente une teneur en cyanures supérieure à 50 mg/kg à partir de 3 m de profondeur.

7.5.5 Carte de répartition des cyanures dans la nappe

La carte de répartition des anomalies en cyanures dans la nappe a été réalisée en prenant en compte les résultats de la dernière campagne de prélèvement. Les seuils pris comme référence sont :

- Le seuil de potabilité de l'OMS : **50 µg/l**
- Un seuil arbitraire afin de prendre en compte la gamme de concentrations mises en évidence : **500 µg/l**



Figure 26 : Cartographie des teneurs en cyanures dans les eaux souterraines

➤ **Commentaires :**

Cette carte met en évidence que la nappe présente des dépassements des seuils de référence sur la quasi-totalité du site, les concentrations maximales étant situées dans la partie ouest du site.

7.5.6 Carte de répartition de l'arsenic dans la nappe

La carte de répartition des anomalies en cyanures dans la nappe a été réalisée en prenant en compte les résultats de la dernière campagne de prélèvement. Les seuils pris comme référence sont :

- Le seuil de potabilité de l'OMS : **10 µg/l**
- Deux seuils arbitraires afin de prendre en compte la gamme de concentrations mises en évidence : **50 et 100 µg/l**



Figure 27 : Cartographie des teneurs en arsenic dans les eaux souterraines

➤ **Commentaires :**

Cette carte met en évidence que la nappe présente des dépassements des seuils de référence, notamment le seuil de potabilité, sur la totalité du site, les concentrations maximales étant situées dans la partie ouest du site.

7.5.7 Synthèse des sources

La localisation des zones sources mises en évidence au cours des études réalisées sur le site est présentée sur la figure suivante.



Figure 28 : Localisation des zones sources mises en évidence

Les caractéristiques de ces zones sources sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 16 : Caractéristiques des zones sources

Zone source	Polluant	Sondages concernés	Profondeur (m)	Surface (m ²)	Volume (m ³)	Concentration moyenne (mg/kg)
ZS1	HAP Goudron Goudron	F2, F2bis, TM1 S1 Sc103	0-2 m 1,5-2 m 3-5 m	~ 350	700	HAP : 2450 Produit pur Produit pur
ZS2	HCT	S2	0-2 m	~ 150	300	3300
ZS3	HCT HAP	S7, Sc107	2,5-4 m	~ 70	105	HCT : 7910 HAP : 1630
ZS4	COV	Pa25 à Pa32	0-1 m	10	10	PID : 62,2 ppm

7.5.8 Localisation des sources par rapport au projet d'aménagement

Afin de vérifier les risques posés sur le projet d'aménagement, les zones sources ont été replacées par rapport au plan de masse qui nous a été transmis. Cette superposition est présentée sur la figure suivante.

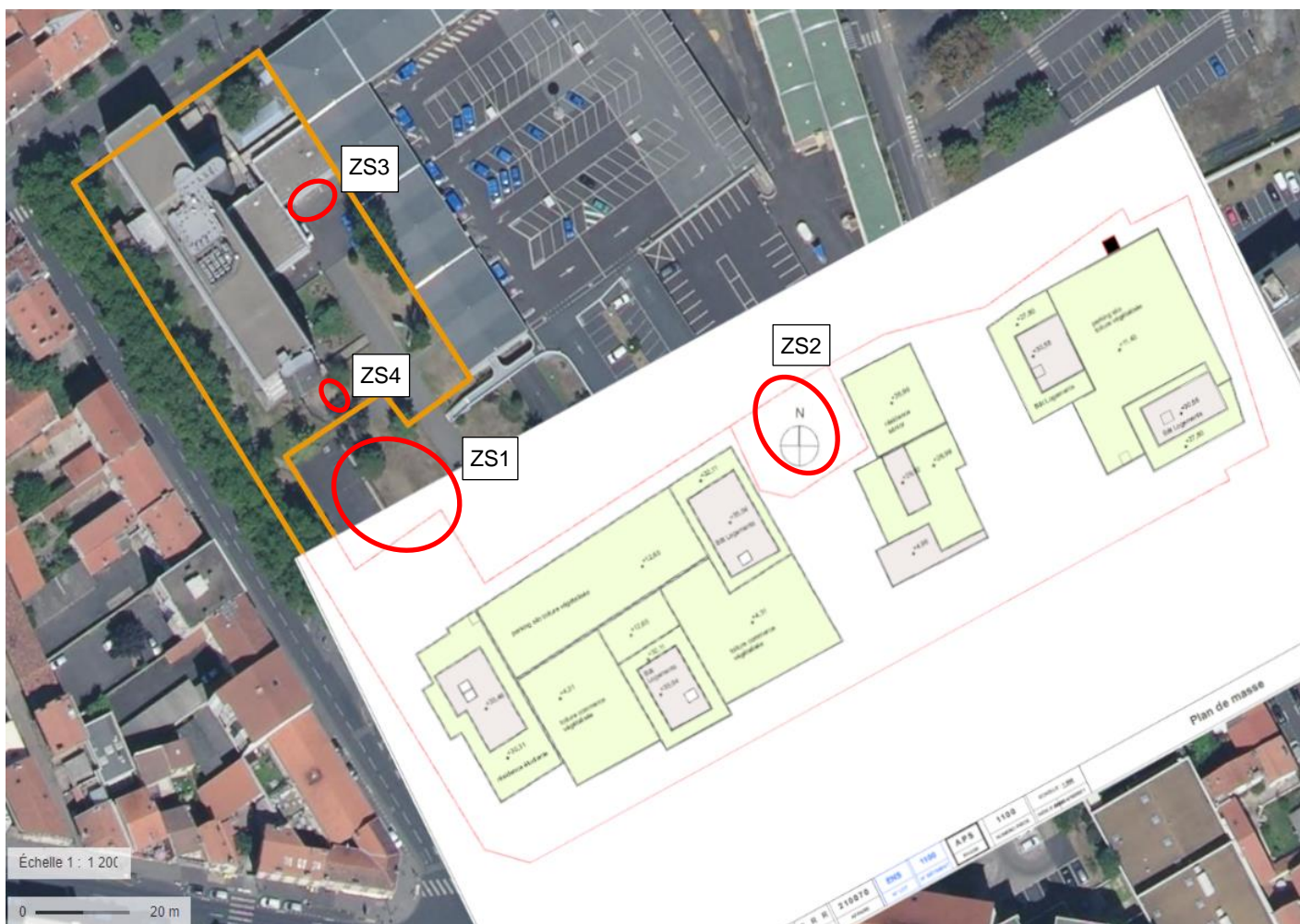


Figure 29 : Localisation des zones sources mises en évidence par rapport au projet d'aménagement

➤ **Commentaires :**

Cette carte met en évidence que **les zones sources ne sont pas localisées au droit des futurs logements.**

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 5.

8.2 Evaluation de l'exposition

8.2.1 Caractérisation du lieu d'exposition

L'usage prévu pour le site est un usage **résidentiel** avec collectifs et absence de jardins (présence prévue d'espaces verts).

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

Les hypothèses suivantes sont à considérer :

- Couverture de la source de pollution au droit des bâtiments par une dalle supprimant toute ingestion, contact cutané ou inhalation de poussières à l'intérieur des bâtiments ;
- Couverture de la source de pollution en extérieur par une couche de terres supprimant toute ingestion, contact cutané ou inhalation de poussières en dehors des bâtiments ;
- 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 17 : Caractérisation des voies d'exposition potentielles

Milieu d'exposition		Voie d'exposition potentielle	Voie de transfert potentielle	Cible potentielle sur site	Sélection pour l'évaluation
Espaces intérieurs	Au droit de futurs bâtiments (usage sensible de logement)	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 (recouvrement par nouveaux espaces verts)	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	Sans objet en l'absence de plantations	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	Sans objet en l'absence d'espace extérieur au droit de la source	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	Négligeable compte tenu de la dilution entre le sol et l'air extérieur	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
- Enfants

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

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

Tableau 18 : Paramètres d'exposition choisis

	Usage Habitat			
	Adultes	Justification	Enfants	Justification
Durée d'exposition (T)	40 ans	INERIS (2001)	6 ans	INERIS (2001)
Fréquence d'exposition (Ef)	330 j/an	INERIS (2001)	330 j/an	INERIS (2001)
Fréquence en intérieur dans les bâtiments (Ti)	14,3 h/j	INERIS (2001)	19,5 h/j	INERIS (2001)
Fréquence en extérieur (Te)	3,3 h/j	INERIS (2001)	4,5 h/j	INERIS (2001)
Temps moyenné ⁽¹⁾ (Tm)	Effet cancérigène : 70 ans	US EPA (1997)	Effet cancérigène : 70 ans	US EPA (1997)
	Effet non cancérigène : 40 ans	US EPA (1997)	Effet non cancérigène : 6 ans	US EPA (1997)

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 concentrations prises en compte pour les calculs sont celles mesurées dans les échantillons de gaz du sol, rappelées dans le tableau suivant. Les concentrations en composés organiques mises en évidence dans les sols n'ont pas été prises en compte car trop profondes (entre 3 et 5 m) ou composés de fractions non volatiles (hydrocarbures C21-C35 et très peu de naphtalène).

Tableau 19 : Sélection des substances

Substances	Concentrations (µg/m³)
Toluène	13,7
p-, m-xylène	8,6
Tétrachloroéthylène	9
Hydrocarbure aliphatiques C9-C10	93333
Hydrocarbures aliphatiques C10-C11	2067

8.2.5 Scénario d'exposition

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

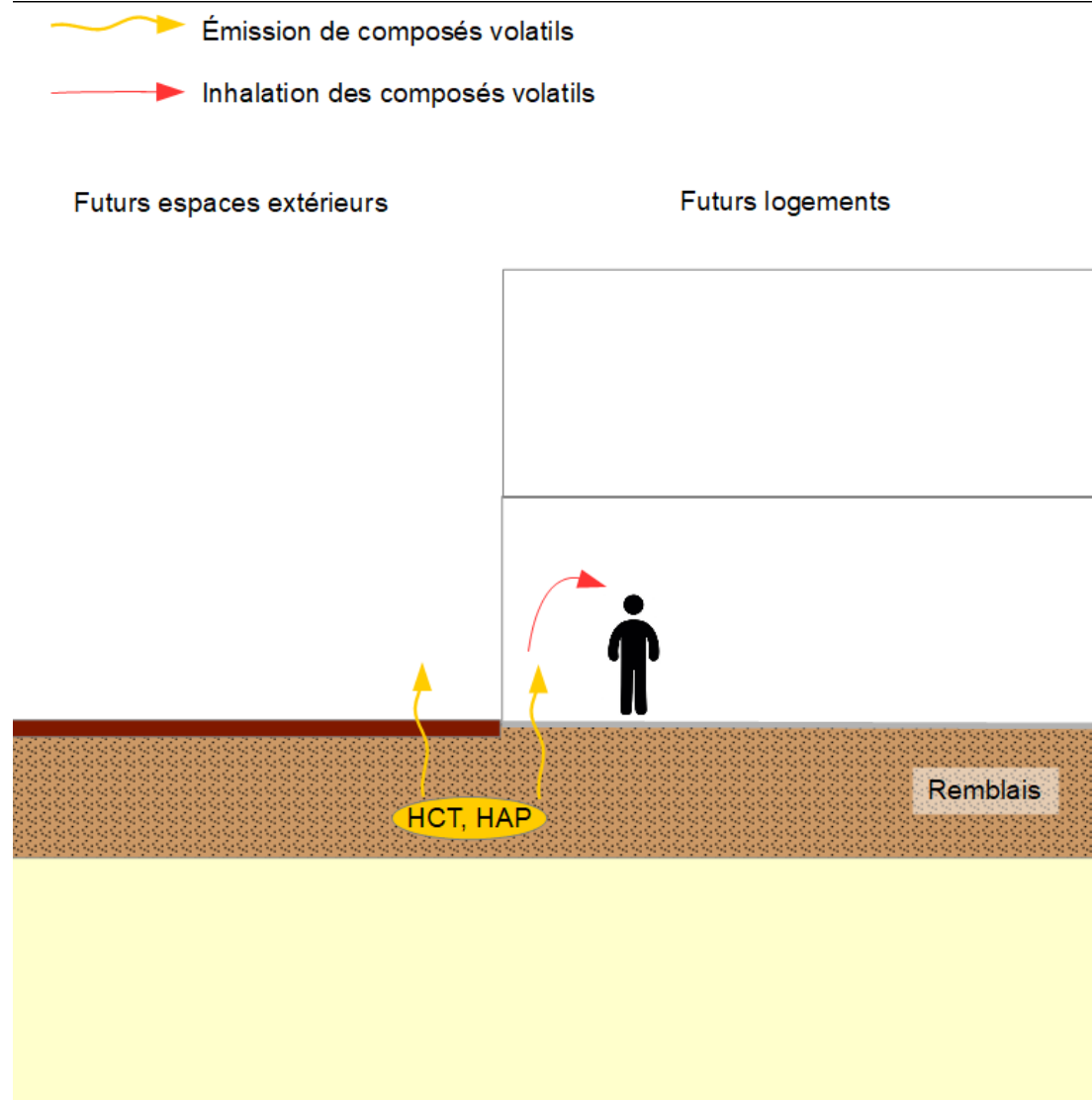


Figure 30 : Schéma conceptuel

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 20 : Données toxicologiques

Substances		Effet non cancérigène	Effet cancérigène			
			Classification			Types de cancer
Dénomination	N°CAS		USEPA	CIRC	UE	
Toluène	108-88-3	Irritations oculaires et muqueuses, vertiges, somnolence, neurotoxique, troubles hépatiques et rénaux	-	3	-	-
p-, m-xylène	1330-20-7	Irritation du nez, de la gorge, de la peau et des yeux, perte de mémoire, déséquilibre, tachycardie	D	3	-	-
Tétrachloroéthylène	127-18-4	Anesthésique, troubles du rythme cardiaque, irritations nasale et oculaire, érythèmes ou œdèmes, troubles neurologiques, rénaux et hépatiques	B1	2A	2	Pas de lien de causalité mis en évidence
Hydrocarbures aliphatiques C9-C10	-	Vertige, irritation des muqueuses, céphalées, nausées, anesthésie	-	-	-	-
Hydrocarbures aliphatiques C10-C11	-		-	-	-	-

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).

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

Tableau 21 : VTR retenues pour l'EQRS

Substances		VTR avec seuil (RfD)	VTR sans seuil (ERU)
Dénomination	N°CAS		
Toluène	108-88-3	3 mg/m ³	-
p-, m-xylène	1330-20-7	0,22 mg/m ³	-
Tétrachloroéthylène	127-18-4	0,04 mg/m ³	2,6.10 ⁻⁴ (mg/m ³) ⁻¹
Hydrocarbure aliphatiques C9-C10	-	0,2 mg/m ³	-
Hydrocarbures aliphatiques C10-C11	-	0,2 mg/m ³	-

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 6.

➤ **Pour l'air extérieur :**

La concentration de la substance choisie dans l'air extérieur sera calculée avec le modèle Millington and Quirk et de l'équation de Fick.

La modélisation des expositions est conduite sur la base de ces équations. Comme pour l'air intérieur, la source de pollution est considérée comme infinie. Ce modèle est détaillé en annexe 7.

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 8. Le calcul de risques donne les résultats suivants :

Tableau 22 : Résultats des calculs de risques

Substances	Quotient de danger (QD)		Excès de risques individuel (ERI)	
	Enfants	Adultes	Enfants	Adultes
Toluène	$3,54.10^{-8}$	$2,60.10^{-8}$		
p-, m-xylène	$7,02.10^{-6}$	$5,16.10^{-6}$		
Tétrachloroéthylène	$1,10.10^{-6}$	$8,10.10^{-7}$	$9,83.10^{-12}$	$5,07.10^{-11}$
Hydrocarbure aliphatiques C9-C10	$4,58.10^{-3}$	$3,73.10^{-3}$		
Hydrocarbures aliphatiques C10-C11	$1,02.10^{-4}$	$7,45.10^{-5}$		
Total	$4,69.10^{-3}$	$3,45.10^{-3}$	$9,83.10^{-12}$	$5,07.10^{-11}$

Légende :

$QD < 1$; $ERI < 10^{-5}$	$QD > 1$; $ERI > 10^{-5}$
----------------------------	----------------------------

➤ Commentaires :

Les risques sanitaires sont donc **acceptables** pour un usage de logements collectifs.

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 9.

10. Conclusions et préconisations

10.1 Synthèse technique

➤ Synthèse de la qualité environnementale - généralités

Les investigations réalisées par TAUW, Ramboll et HUB-Environnement ont mis en évidence :

Dans les sols :

- La présence de 3 zones sources en HCT et/ou HAP dans les sols, dont une présente majoritairement sur la parcelle voisine, au droit du parking visiteurs (ZS1) et une complètement hors périmètre de l'étude (ZS2). La troisième est localisée dans le coin nord-ouest du site, entre 2,5 et 4 m de profondeur.
- La présence de cyanures sur la majeure partie du site en teneurs inférieures au seuil d'acceptation en décharge de classe 3 selon les critères FNADE (**jusqu'à 15 mg/kg**), à l'exception d'une teneur égale à **130 mg/kg** en situation nord-ouest, à 3,5 m de profondeur.
- Un dépassement du seuil ISDI en HAP dans les remblais (**164,1 mg/kg**) au droit d'un des futurs parkings.
- Des dépassements du seuil ISDI en HCT dans les remblais au droit de la zone des futurs logements (**jusqu'à 1400 mg/kg**).
- Des anomalies fortes en plomb et en cuivre (**respectivement 84,5 et 108,6 mg/kg en moyenne**) dans les remblais, les terrains naturels sous-jacents étant globalement conformes au fond géochimique national avec la présence d'une anomalie modérée en mercure.

Dans les eaux souterraines :

- Un dépassement des valeurs de référence en arsenic (**de 56 à 190 µg/l**) sur tous les piézomètres, la concentration plus élevée étant située en amont du site.
- Un dépassement du seuil de référence en cyanures totaux sur 4 échantillons (**jusqu'à 900 µg/l**), la concentration sur le dernier étant relativement proche du seuil (**40 µg/l**). Les concentrations les plus importantes sont retrouvées en amont du site.
- Des dépassements ponctuels des seuils de référence en Benzo[a]pyrène et la somme en TCE+PCE.

Dans les gaz du sol :

- La présence d'une zone source en COV immédiatement au nord du parking visiteurs (**PID > 400 ppm**).
- La présence d'hydrocarbures aliphatiques C9-C10 et C10-C11 au droit de cette zone source (**respectivement 93 et 2,07 mg/m³**).
- La présence de toluène, m-, p-xylène, PCE et hydrocarbures aliphatiques au droit des futurs logements.

➤ Bilan des zones sources concentrées

Les caractéristiques des zones sources mises en évidence sont rappelées dans le tableau suivant.

Tableau 23 : Caractéristiques des zones sources

Zone source	Polluant	Sondages concernés	Profondeur (m)	Surface (m ²)	Volume (m ³)	Concentration moyenne (mg/kg)
ZS1	HAP Goudron Goudron	F2, F2bis, TM1 S1 Sc103	0-2 m 1,5-2 m 3-5 m	~ 350	700	HAP : 2450 Produit pur Produit pur
ZS2	HCT	S2	0-2 m	~ 150	300	3300
ZS3	HCT HAP	S7, Sc107	2,5-4 m	~ 70	105	HCT : 7910 HAP : 1630
ZS4	COV	Pa25 à Pa32	0-1 m	10	10	PID : 62,2 ppm

Aucune de ces zones sources ne se trouve au droit des futurs logements et les concentrations les plus importantes ainsi que le produit pur sont retrouvés en profondeur. De plus les zones ZS1 et ZS2 sont localisées quasi-intégralement en dehors du périmètre de l'étude.



Figure 31 : Localisation des zones sources à proximité des logements

➤ Risques sanitaires

Le calcul de risques sanitaires a mis en évidence que les risques sanitaires par inhalation sont acceptables pour les futurs habitants. Le site est donc compatible avec l'usage prévu.

Les risques par ingestion des sols n'ont pas été calculés car la zone des logements sera recouverte soit par un revêtement imperméable (dalle ou enrobé) ou par une couche de terre ou autre recouvrement.

➤ Gestion des déblais

Aucune information n'est disponible sur les volumes de déblais prévus liés à la VRD et la mise en place des pics pour les fondations. Il nous a cependant été communiqué que ces déblais seront stockés sur site. Compte tenu des teneurs en métaux lourds et composés organiques mis en évidence sur les sols, tout stockage devra être fait de façon à éviter tout contact avec les usagers (recouvrement par bâche et terre végétale, mise en place de servitudes...).

10.2 Préconisations

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

- **Gestion des zones sources concentrées** : Les risques sanitaires sur les futurs habitants étant acceptables, il n'est pas nécessaire de prendre de mesures particulières. De plus, le projet d'aménagement prévoit un recouvrement du terrain actuel, ce qui ajoutera un niveau de sécurité supplémentaire pour les futurs habitants. Les terres impactées en composés organiques peuvent donc rester en place tant qu'elles restent confinées sous un écran (dalle ou enrobé) ; il est néanmoins impératif de conserver la mémoire de ces impacts.
- **Conservation de la mémoire** : Il est fortement conseillé 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).
- **Utilisation des eaux souterraines** : Compte tenu des fortes teneurs en cyanures et arsenic mises en évidence dans les eaux souterraines, des servitudes sur l'utilisation des eaux souterraines devront être mis en place, soit en interdisant leur utilisation, soit en mettant en place un système de traitement avant distribution.
- **Gestion des déblais (en cas de transport hors site des déblais)** : 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 pourront être réalisées afin de confirmer la filière de destination de ces sols après excavation. Il faudra 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.

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** : Fiches techniques des prélèvements d'eaux souterraines
- ANNEXE 4** : Bordereaux d'analyse laboratoire
- ANNEXE 5** : Méthodologie de l'Analyse des Risques
- ANNEXE 6** : Paramètres de la modélisation du transfert vers l'air intérieur des bâtiments
- ANNEXE 7** : Paramètres de la modélisation du transfert vers l'air extérieur
- ANNEXE 8** : Données des calculs
- ANNEXE 9** : Calcul d'incertitudes

Annexe 1 : Fiches techniques des sondages sol



Fiche de prélèvement des sols

Nom de l'échantillon : *Sc 101*

132

Nom de l'opérateur :

Projet :

Date : \ \

Heure : ... h ...

☒ Géoprobe

☐ Carottier portatif

☐ Tarière/Sondeuse

☐ Tarière manuelle

Latitude :

Longitude :

Gestion des cuttings :

nappe à 3,85 m

Profondeur	Lithologie	Mesures PID	Echantillons	Organoleptique
0-1	SOL <i>meuble</i>	0,3	<i>Sc 101-1</i>	RAS
1-2	<i>S</i>	0,1	-2	
2-3	SOL <i>oc. clair</i>	0,6	-3	<i>3</i> W0020194223
3-4	<i>S</i>	0,4	-4	
4-5	<i>(+L > 4,8 m)</i>	2	-5	<i>meuble au fond</i> W0020194226

Fiche de prélèvement des sols

Nom de l'échantillon : *Sc 102*

131

Nom de l'opérateur :

Projet :

Date :/...../.....

Heure : ... h ...

☐ Géoprobe

☐ Carottier portatif

☐ Tarière/Sondeuse



☐ Tarière manuelle

Latitude :

Longitude :

Gestion des cuttings :

.....
.....
.....

Profondeur	Lithologie	Mesures PID	Echantillons	Organoleptique
0-0,1 0,1-1	TV R gbl. SL (S ₁ SL)	0,2	Sc 102-1	RAS
1-1,15 1,15-2	AS sec clair — —	0,2,2	Sc 102-2	W0020194228 
2-2,4 plus de 2,4 (même 9 SA très compact)	— très compactes	0,6	Sc 102-3	W0020194224 

Fiche de prélèvement des sols

 Nom de l'échantillon : *Sc 103*
101

Nom de l'opérateur :

Projet :

Date : \ \

Heure : ... h ...

☐ Géoprobe

☐ Carottier portatif

☐ Tarière/Sondeuse

☐ Tarière manuelle

Latitude :

Longitude :

Gestion des cuttings :

3 essais : 2 refus à 40 et 1 m

Profondeur	Lithologie	Mesures PID	Echantillons	Organoleptique
0-0,1	SV			
0,1-1	RS, gr, ca	0,9	Sc 103-1	<i>grs</i>
1-2	Sc mulsion	1,6	103-2	<i>grs</i>
2-3	—	1,6	103-3	
3-4	SL(!)	—	103-4	<i>grsden pure, forte odeur</i>
4-5	—	—	103-5	—

W0020194038



Fiche de prélèvement des sols

Nom de l'échantillon : *Sc 104*

39

Nom de l'opérateur :

Projet :

Date : \ \

Heure : ... h ...

☐ Géoprobe

☐ Carottier portatif

☐ Tarière/Sondeuse

☐ Tarière manuelle

Latitude :

Longitude :

Gestion des cuttings :

Profondeur	Lithologie	Mesures PID	Echantillons	Organoleptique
<i>0-0,1</i> <i>0,1-1</i>	<i>TV</i> <i>RSL multiple</i>	<i>0,6</i>	<i>Sc 104-1</i>	
<i>1-2</i>	<i>—</i>	<i>8,4</i>	<i>Sc 104-2</i>	
<i>2-3</i>	<i>SL ocre</i>	<i>0,6</i>	<i>Sc 104-3</i>	
<i>3-3,5</i>	<i>—, + compact</i>	<i>1,1</i>	<i>Sc 104-4</i>	
<i>refus</i>				



Fiche de prélèvement des sols

Nom de l'échantillon : *Sc-105*

Nom de l'opérateur :

Projet :

Date :/...../.....

Heure : ... h ...

☐ Géoprobe

☐ Carottier portatif

☐ Tarière/Sondeuse


☐ Tarière manuelle

Latitude :

Longitude :

Gestion des cuttings :

.....
.....
.....

Profondeur	Lithologie	Mesures PID	Echantillons	Organoleptique
<i>0-1,5</i>	<i>ASL</i>	<i>1,2</i>	<i>Sc-105</i>	<div>W0020194219</div> 
<i>refus</i>				

Fiche de prélèvement des sols

Nom de l'échantillon : *Sc106*

95

Nom de l'opérateur :

Projet :

Date :/...../.....

Heure : ... h ...

☐ Géoprobe

☐ Carottier portatif

☐ Tarière/Sondeuse

☐ Tarière manuelle

Latitude :

Longitude :

Gestion des cuttings :

.....
.....
.....

Profondeur	Lithologie	Mesures PID	Echantillons	Organoleptique
0-1	RS, cc	0	Sc106-1	
1-1,5	RS, cc , scories	8,5	Sc106-2	
200cm (bottom)				



Fiche de prélèvement des sols

 Nom de l'échantillon : *Sc 107*

Nom de l'opérateur :

Projet :

Date : \ \

Heure : ... h ...

☐ Géoprobe

☐ Carottier portatif

☐ Tarière/Sondeuse

☐ Tarière manuelle

Latitude :



Longitude :

Gestion des cuttings :

.....

.....

.....

Profondeur	Lithologie	Mesures PID	Echantillons	Organoleptique
0-1	RS multicolore, gr, se	1	Sc 107-1	
1-2	_____	2,9	-2	
2-2,5	LA vendative	5,4	-3	
2,5-3,5	_____	30,9	-4	forte odeur HCT
3,5-4,3	SA vendative	11,7	-5	mouille
4,3-4,5	_____	5,6	-6	_____
refus				
	Sc 107-4		-5	
W0020194037 		W0020194041 		

Fiche de prélèvement des sols

Nom de l'échantillon : *Sc 108*

Nom de l'opérateur :

Projet :

Date : \ \

Heure : ... h ...

☐ Géoprobe

☐ Carottier portatif

☐ Tarière/Sondeuse

☐ Tarière manuelle

Latitude :

Longitude :

Gestion des cuttings :

Profondeur	Lithologie	Mesures PID	Echantillons	Organoleptique
0-1	RSL, ca, gr	0	Sc 108-1	
1-2	—	0	Sc 108-2	
2-3	—	0	Sc 108-3	<i>adans HCT</i>
3-3,5	—	0	Sc 108-4	<i>adans HCT</i>
3,5-4,8	S gris-vert, ca, gr		Sc 108-5	<i>forte odeur HCT, trange</i>
4,8-5	Sgt —	21,6	Sc 108-5	—

W00201940



W0020194030



Fiche de prélèvement des sols

404

Nom de l'échantillon : *Sc 109*

Nom de l'opérateur :

Projet :

Date :/...../..... Heure : ... h ...

☐ Géoprobe

☐ Carottier portatif

☐ Tarière/Sondeuse


☐ Tarière manuelle

Latitude :

Longitude :

Gestion des cuttings :

.....
.....
.....

Profondeur	Lithologie	Mesures PID	Echantillons	Organoleptique
0-1	RSL multig, ex, gr	0	Sc 109-1	W0020194035 
1-1,5	RL massif, ex, gr			
1,5-1,9	—	0	Sc 109-2	
1,9-2	SC, ex, gr			
2-3	AL — , compactes	0	Sc 109-3	

Fiche de prélèvement des sols

186

Nom de l'échantillon : *Sc 140*

Nom de l'opérateur :

Projet :

Date :/...../..... Heure : ... h ...

☐ Géoprobe

☐ Carottier portatif


☐ Tarière/Sondeuse

☐ Tarière manuelle

Latitude :

Longitude :

Gestion des cuttings :

Profondeur	Lithologie	Mesures PID	Echantillons	Organoleptique
0-1	RSC multic, ca, ge, briq	0	Sc 140-1	W0020194017 
1-1,25 1,25-2	RL; gg grs, briq) 0) Sc 140-2	
2-4,9 4,9-5	RL avec ciment	0) Sc 140-3	

Fiche de prélèvement des sols 110

Nom de l'échantillon : *Sc 111*

Nom de l'opérateur :

Projet :

Date :/...../..... Heure : ... h ...

☐ Géoprobe

☐ Carottier portatif

☐ Tarière/Sondeuse


☐ Tarière manuelle

Latitude :

Longitude :

Gestion des cuttings :

.....
.....
.....

Profondeur	Lithologie	Mesures PID	Echantillons	Organoleptique
0 - 0,8 0,8 - 1	RSC LS <i>marne</i>	0	<i>Sc 111-1</i>	W0020194023 
1 - 2	—	0	<i>Sc 111-2</i>	
2 - 3	—	0	<i>Sc 111-3</i>	

Fiche de prélèvement des sols

714

Nom de l'échantillon : ScH18

Nom de l'opérateur :

Projet :

Date : \ \

Heure : ... h ...

☐ Géoprobe

☐ Carottier portatif


☐ Tarière/Sondeuse

☐ Tarière manuelle

Latitude :

Longitude :

Gestion des cuttings :

Profondeur	Lithologie	Mesures PID	Echantillons	Organoleptique
0-1	RS, brisq	0	ScH18-1	W0020194028 
1-1,5	—	0	ScH18-2	
1,5-2	LS moyen	0	ScH18-3	
2-2,8	—	0	ScH18-4	
2,8-3	S gris-vert			

Fiche de prélèvement des sols 115

Nom de l'échantillon : Sc113

Nom de l'opérateur :

Projet :

Date : \ \

Heure : ... h ...

☐ Géoprobe

☐ Carottier portatif


☐ Tarière/Sondeuse

☐ Tarière manuelle

Latitude :

Longitude :

Gestion des cuttings :

Profondeur	Lithologie	Mesures PID	Echantillons	Organoleptique
0-1	RSC	0	Sc113-1	W0020194227 
1-2	LS meuble	0	Sc113-2	Humide
2-3	LS	0	Sc113-3	Humide



Fiche de prélèvement des sols

117

Nom de l'échantillon : S₁₁₆

Nom de l'opérateur :

Projet :

Date :/...../..... Heure : ... h ...

☐ Géoprobe

☐ Carottier portatif

☐ Tarière/Sondeuse

☐ Tarière manuelle

Latitude :

Longitude :

Gestion des cuttings :

.....
.....
.....

Profondeur	Lithologie	Mesures PID	Echantillons	Organoleptique
0-1	RS	0	S ₁₁₆₋₁	W0020194237
1-2	LS moyen	0	S ₁₁₆₋₂	
2-2,8 2,8-3	S noir	0	S ₁₁₆₋₃	



Fiche de prélèvement des sols 127

Nom de l'échantillon : Sc 115

Nom de l'opérateur :

Projet :

Date :/...../..... Heure : ... h ...

☐ Géoprobe

☐ Carottier portatif

☐ Tarière/Sondeuse

☐ Tarière manuelle

Latitude :

Longitude :

Gestion des cuttings :

.....

Profondeur	Lithologie	Mesures PID	Echantillons	Organisme
0-1	RSK	0	Sc 115-1	
1-2	LS moyen	0	Sc 115-2	Humide
2-2,5				
2,5-3	S moyen-occ	0	Sc 115-3	humide



Annexe 2 : Fiches techniques des prélèvements de gaz du sol



Fiche prélèvement gaz du sol							
Référence dossier : <i>Ding Clermont F</i>				Nom du prélèvement : <i>Pa 15</i>			
Identification du préleveur : <i>GF</i>				Localisation / Adresse : <i>rue de Châteauneuf 63000 Clermont-Ferrand</i>			
Date : <i>14/09/21</i>				Longitude :		Latitude : <i>z :</i>	
Description de l'ouvrage							
Ouvrage temporaire ou permanent : <i>Temporaire</i>							
Type d'ouvrage (canne gaz pointe perdue, piézair, sondage sous dalle, etc...) : <i>canne gaz</i>							
Conditions météorologiques							
Ensoleillé, pluvieux... : <i>Ensoleillé</i>				Taux d'humidité dans l'air (%) : <i>58</i>			
T°C ext : <i>25,7°</i>				Vitesse et sens du vent : <i>18 km/h, 150°</i>			
T°C int : <i>—</i>							
Pression (Pa) : <i>1000,9 hPa</i>							
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 : <i>1</i>							
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) : <i>Pompe Gilson plus 2000</i>							
Profondeur de l'ouvrage (m) ? <i>~ 0,8 m</i>							
Type d'étanchéité : <i>Ciment</i>							
Description des sols : <i>sables limoneux</i>							
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	CO2	O2	H2S	CH4	CO	
Unité							
Valeur							
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)
<i>16h09</i>	<i>16h33</i>	<i>30 min</i>	<i>0,438</i>	<i>0,502</i>	<i>0,500</i>	<i>0,500</i>	<i>15</i>
Conditionnement et transport							
Laboratoire de destination : <i>Versling</i>				Transporteur : <i>UPS</i>			
Type de conditionnement : <i>Glaçière</i>				Date et heure de remise au transporteur : <i>17/09</i>			
Substances recherchées							
<i>TPH, COHV, BTEX, Naphtalène</i>							

Fiche prélèvement gaz du sol							
Référence dossier : <i>Diag Clermont-F</i> Identification du préleveur : <i>GF</i> Date : <i>16/09/21</i>				Nom du prélèvement : <i>Pa37</i> Localisation / Adresse : <i>1 rue de Châteauleon 63000 Clermont-Ferrand</i> Longitude : Latitude : z :			
Description de l'ouvrage							
Ouvrage temporaire ou permanent : <i>Temporaire</i> Type d'ouvrage (canne gaz pointe perdue, piézair, sondage sous dalle, etc...) : <i>canne gaz</i>							
Conditions météorologiques							
Ensoleillé, pluvieux... : <i>Ensoleillé</i> T°C ext : <i>28,2</i> T°C int : <i>-</i> Pression (Pa) : <i>1010,8 hPa</i>				Taux d'humidité dans l'air (%) : <i>67</i> Vitesse et sens du vent : <i>92 km/h, 160°</i>			
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 : <i>1</i> 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) : <i>Pompe Gilair 2000</i> Profondeur de l'ouvrage (m) ? <i>~ 0,8m</i> Type d'étanchéité : <i>ciment</i> Description des sols : <i>sabls</i>							
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	CO2	O2	H2S	CH4	CO	
Unité							
Valeur							
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)
<i>15h13</i>	<i>16h06</i>	<i>51 min</i>	<i>0,502</i>	<i>0,500</i>	<i>0,498</i>	<i>0,5</i>	<i>25,6</i>
Conditionnement et transport							
Laboratoire de destination : <i>Wesling</i> Type de conditionnement : <i>Glaçière</i>				Transporteur : <i>UPS</i> Date et heure de remise au transporteur : <i>17/09</i>			
Substances recherchées							
<i>TPH, COHU, BTEX, naphthalène</i>							

Annexe 3 : Fiches techniques des prélèvements d'eaux souterraines

Fiche de prélèvement d'eau																										
Chantier : <i>Diag Clermont-F</i>																										
Sondage : <i>Pc1</i>	Date : <i>16/09/21</i>																									
Préleveur : <i>LF</i>	Localisation (L23)																									
	Latitude	<i>X: 344905,3</i>																								
	Longitude	<i>Y: 5745582,9</i>																								
	Altitude	<i>357,1</i>																								
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 48%;"> <p style="text-align: center;">Purge</p> <p>Matériel utilisé : <i>/</i></p> <p>Durée de purge (min) : <i>/</i></p> <p>Débit de purge (l/min) : <i>/</i></p> <p>Volume purgé (L) : <i>/</i></p> <p>Rabattement maximum (m/repère) :</p> <p>Lieu de rejet de l'eau purgée :</p> <p>Observations – modifications apportées à la procédure :</p> </div> <div style="width: 48%;"> <p style="text-align: center;">Paramètres à contrôler</p> <p>Multiparamètre de terrain : Vérif – Nettoyage : Calibration :</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Temps (min)</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Prof eau dynamique (m)</td><td><i>3,45</i></td><td></td></tr> <tr><td>Conductivité (µS/cm)</td><td><i>1253</i></td><td></td></tr> <tr><td>pH</td><td><i>7,8</i></td><td></td></tr> <tr><td>Température eau (°C)</td><td><i>18,2</i></td><td></td></tr> <tr><td>Redox (mV)</td><td><i>126,3</i></td><td></td></tr> <tr><td>Turbidité</td><td colspan="2"><i>Un peu de bois, racines, insectes...</i></td></tr> <tr><td>Odeur</td><td></td><td></td></tr> </table> </div> </div>			Temps (min)			Prof eau dynamique (m)	<i>3,45</i>		Conductivité (µS/cm)	<i>1253</i>		pH	<i>7,8</i>		Température eau (°C)	<i>18,2</i>		Redox (mV)	<i>126,3</i>		Turbidité	<i>Un peu de bois, racines, insectes...</i>		Odeur		
Temps (min)																										
Prof eau dynamique (m)	<i>3,45</i>																									
Conductivité (µS/cm)	<i>1253</i>																									
pH	<i>7,8</i>																									
Température eau (°C)	<i>18,2</i>																									
Redox (mV)	<i>126,3</i>																									
Turbidité	<i>Un peu de bois, racines, insectes...</i>																									
Odeur																										
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 48%;"> <p style="text-align: center;">Prélèvement</p> <p><u>Matériel utilisé - nature et matériaux constitutifs</u></p> <p>Echantillonneur : <i>Bailer</i> Câble :</p> <p>Pompe : <i>X</i> Tuyaux : <i>X</i></p> <p>Procédure</p> <p>Position de la pompe (m/repère) : <i>Surface</i></p> <p>Débit de prélèvement (l/min) : <i>-</i></p> <p>Niveau de prélèvement - préleveur (m/repère) : <i>-</i></p> <p>Heure de début : <i>/</i></p> <p>Heure de fin : <i>/</i></p> <p>Nettoyage du matériel : <i>Usage unique</i></p> </div> <div style="width: 48%;"> <p style="text-align: center;">Traçabilité échantillon</p> <p><u>Conditionnement de l'échantillon</u></p> <p>Conditionnement : <i>glacière réfrigérée</i></p> <p>Température (°C) : <i>8°C</i></p> <p>Flaconnage : <i>laboratoire</i> <i>Verre</i> <i>BEHD</i></p> <p>Nb de flacons remplis : <i>7 (cf dernier)</i></p> <p><u>Expédition</u></p> <p>Date : <i>14/09/21</i></p> <p>Heure : <i>13h</i></p> <p>Transporteur : <i>UPS</i></p> </div> </div>																										

HCT

W203080434



HAP-PCB

W020214943



LOH-DETEX

W997179387



W997179386



EFM



W112052908

CN

W110019066



Secu

W101266990



Fiche de prélèvement d'eau																										
Chantier : <i>Diag Clermont-F</i>																										
Sondage : <i>P28</i>	Date : <i>16/09/21</i>																									
Préleveur : <i>GF</i>	Localisation																									
	Latitude X:	<i>344916,6</i>																								
	Longitude Y:	<i>5745450,3</i>																								
	Altitude	<i>355,8</i>																								
<div> <div> Purge Matériel utilisé : Durée de purge (min) : Débit de purge (l/min) : Volume purgé (L) : Rabattement maximum (m/repère) : Lieu de rejet de l'eau purgée : Observations – modifications apportées à la procédure : </div> <div> Paramètres à contrôler Multiparamètre de terrain : Vérif – Nettoyage : Calibration : <table border="1"> <tr> <td>Temps (min)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Prof eau dynamique (m)</td> <td><i>2,73 (capot)</i></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Conductivité (µS/cm)</td> <td><i>1136</i></td> <td></td> </tr> <tr> <td>pH</td> <td><i>4,8</i></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Température eau (°C)</td> <td><i>17,9</i></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Redox (mV)</td> <td><i>-158</i></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Turbidité</td> <td><i>clair</i></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Odeur</td> <td><i>casane (léger)</i></td> <td></td> </tr> </table> </div> </div>			Temps (min)			Prof eau dynamique (m)	<i>2,73 (capot)</i>		Conductivité (µS/cm)	<i>1136</i>		pH	<i>4,8</i>		Température eau (°C)	<i>17,9</i>		Redox (mV)	<i>-158</i>		Turbidité	<i>clair</i>		Odeur	<i>casane (léger)</i>	
Temps (min)																										
Prof eau dynamique (m)	<i>2,73 (capot)</i>																									
Conductivité (µS/cm)	<i>1136</i>																									
pH	<i>4,8</i>																									
Température eau (°C)	<i>17,9</i>																									
Redox (mV)	<i>-158</i>																									
Turbidité	<i>clair</i>																									
Odeur	<i>casane (léger)</i>																									
<div> <div> Prélèvement Matériel utilisé - nature et matériaux constitutifs Echantillonneur : <i>Saiba</i> Câble : Pompe : Tuyaux : Procédure Position de la pompe (m/repère) : Débit de prélèvement (l/min) : Niveau de prélèvement - préleveur (m/repère) : <i>Surface</i> Heure de début : Heure de fin : Nettoyage du matériel : <i>stérilisation</i> </div> <div> Traçabilité échantillon Conditionnement de l'échantillon Conditionnement : <i>glacière réfrigérée</i> Température (°C) : <i>8°C</i> Flaconnage : <i>laboratoire</i> <i>verre</i> <i>PEHD</i> Nb de flacons remplis : <i>7 (cf dernier)</i> Expédition Date : <i>17/09/21</i> Heure : <i>13h</i> Transporteur : <i>ups</i> </div> </div>																										

HCT

W203080450



HAP/PCB

W020214942



COHV-BTEX

W997179383



W997179382



ETH



W112052921

CN

W110019075



Scu

W101267009



Fiche de prélèvement d'eau		
Chantier : <i>Diag Clermont - F</i>		
Sondage : <i>Sp1</i>		Date : <i>16/03/21</i>
Préleveur :	Localisation	
	Latitude X	<i>344932,9</i>
	Longitude Y	<i>574554,0</i>
	Altitude	<i>357,0</i>
Purge		Paramètres à contrôler
Matériel utilisé :		Multiparamètre de terrain :
Durée de purge (min) :		Vérif - Nettoyage :
Débit de purge (l/min) :		Calibration :
Volume purgé (L) :		Temps (min)
Rabattement maximum (m/repère) :		Prof eau dynamique (m)
Lieu de rejet de l'eau purgée :		Conductivité (µS/cm)
Observations - modifications apportées à la procédure :		pH
		Température eau (°C)
		Redox (mV)
		Turbidité
		Odeur
Prélèvement		Traçabilité échantillon
<u>Matériel utilisé - nature et matériaux constitutifs</u>		<u>Conditionnement de l'échantillon</u>
Echantillonneur : <i>Bailer</i>	Câble :	Conditionnement : <i>glacière réfrigérée</i>
Pompe :	Tuyaux :	Température (°C) : <i>8°C</i>
Procédure		Flaconnage : <i>laboratoire</i>
Position de la pompe (m/repère) :		<i>Vase</i>
Débit de prélèvement (l/min) :		<i>PEHD</i>
Niveau de prélèvement - préleveur (m/repère) :		Nb de flacons remplis :
<i>surface</i>		<i>7 (cf deviers)</i>
Heure de début :		<u>Expédition</u>
Heure de fin :		Date : <i>17/03</i>
Nettoyage du matériel : <i>usage unique</i>		Heure : <i>13h</i>
		Transporteur : <i>UPS</i>

in order

W203080437



W020214945



W997179388



W997179389



W112052924

W110019077



W101267008



Fiche de prélèvement d'eau

 Chantier : *Diag Clermont-F*

 Sondage : *Sp 6*

 Date : *16/09/21*

 Préleveur : *GF*
Localisation

Latitude	<i>45°53,4</i>
Longitude	<i>5°45'58,4</i>
Altitude	<i>355,2</i>

Purge

Matériel utilisé :

Durée de purge (min) :

Débit de purge (l/min) :

Volume purgé (L) :

Rabattement maximum (m/repère) :

Lieu de rejet de l'eau purgée :

Observations – modifications apportées à la procédure :

Paramètres à contrôler

Multiparamètre de terrain :

Vérif – Nettoyage :

Calibration :

Temps (min)		
Prof eau dynamique (m)	<i>3,94</i>	
Conductivité (µS/cm)	<i>1150</i>	
pH	<i>7,3</i>	
Température eau (°C)	<i>18,7</i>	
Redox (mV)	<i>123,8</i>	
Turbidité	<i>clair</i>	
Odeur		

Prélèvement
Matériel utilisé - nature et matériaux constitutifs

 Echantillonneur : *Pailleur*

Câble :

Pompe :

Tuyaux :

Procédure

Position de la pompe (m/repère) :

Débit de prélèvement (l/min) :

Niveau de prélèvement - préleveur (m/repère) :

Heure de début :

Heure de fin :

 Nettoyage du matériel : *usage unique*
Traçabilité échantillon
Conditionnement de l'échantillon

 Conditionnement : *glacière réfrigérée*

 Température (°C) : *8°C*

 Flaconnage : *laboratoire*
KW
REHD

Nb de flacons remplis :

7 (cf derrière)
Expédition

 Date : *17/09/21*

 Heure : *13h*

 Transporteur : *UPS*

en ordre

W203080449



W020214940



W997179385



W997179384



W112052909

W110019071



W101267012



Fiche de prélèvement d'eau

 Chantier : *Diag Clermont - F*

 Sondage : *Sp13*

 Date : *16/09/21*

 Préleveur : *GF*
Localisation

Latitude	<i>34°51'54,5</i>
Longitude	<i>5°45'56,6</i>
Altitude	<i>354,7</i>

Purge

Matériel utilisé :

Durée de purge (min) :

Débit de purge (l/min) :

Volume purgé (L) :

Rabattement maximum (m/repère) :

Lieu de rejet de l'eau purgée :

Observations – modifications apportées à la procédure :

Paramètres à contrôler

Multiparamètre de terrain :

Vérif – Nettoyage :

Calibration :

Temps (min)		
Prof eau dynamique (m)	<i>3,48</i>	
Conductivité (µS/cm)	<i>1880</i>	
pH	<i>7,4</i>	
Température eau (°C)	<i>19,6</i>	
Redox (mV)	<i>-55mV</i>	
Turbidité	<i>leg. trouble</i>	
Odeur		

Prélèvement

Matériel utilisé - nature et matériaux constitutifs

 Echantillonneur : *Bailer*

Câble :

Pompe :

Tuyaux :

Procédure

Position de la pompe (m/repère) :

Débit de prélèvement (l/min) :

Niveau de prélèvement - préleveur (m/repère) :

surface

Heure de début :

Heure de fin :

 Nettoyage du matériel : *usage unique*
Traçabilité échantillon

Conditionnement de l'échantillon

 Conditionnement : *glacière réfrigérée*

 Température (°C) : *8°C*

 Flaconnage : *laboratoire*
Verre
PEHD

Nb de flacons remplis :

7 (cf dernier)

Expédition

 Date : *17/09/21*

 Heure : *13h*

 Transporteur : *UPS*

in order

W203080436



W020214941



W997179391



W997179390



W112052920

W110019076



W101267007



Annexe 4 : Bordereaux d'analyses laboratoire

**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
Gilles FALCONE
3 rue des entrepôts
69004 LYON

N° rapport d'essai ULY21-023455-1
N° commande ULY-21379-21
Interlocuteur (interne) Y. Lafond
Téléphone +33 474 990 554
Courrier électronique y.lafond@wessling.fr
Date 01.10.2021

Rapport d'essai

Diag Clermont-F



Les résultats ne se rapportent qu'aux échantillons soumis à l'essai et tels qu'ils ont été reçus.

Les paramètres couverts par l'accréditation EN ISO/CEI 17025 sont marqués d'un (A) et leurs résultats sont accrédités sauf avis contraire en remarque.

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.

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 01.10.2021

N° d'échantillon		21-162900-01	21-162900-02	21-162900-03	21-162900-04
Désignation d'échantillon	Unité	Sc101-3	Sc101-5	Sc102-2	Sc102-3

Analyse physique

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

Matière sèche (A)	% mass MB	82,5	81,1	84,7	84,5
-------------------	-----------	------	------	------	------

Paramètres globaux / Indices

Cyanures libres et totaux - NF EN ISO 17380 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Cyanures totaux (CN) (A)	mg/kg MS	0,12	0,25	<0,1	1,1
Cyanures aisément libérables (CN) (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

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

Indice hydrocarbure C10-C40 (A)	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C10-C12	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C12-C18	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C18-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)

Chrome (Cr) (A)	mg/kg MS	11	13	21	11
Nickel (Ni) (A)	mg/kg MS	6,0	10	17	9,0
Cuivre (Cu) (A)	mg/kg MS	9,0	12	35	6,0
Zinc (Zn) (A)	mg/kg MS	25	32	64	23
Arsenic (As) (A)	mg/kg MS	9,0	16	18	14
Cadmium (Cd) (A)	mg/kg MS	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Mercurie (Hg) (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	0,2	<0,1
Plomb (Pb) (A)	mg/kg MS	16	17	72	11

Hydrocarbures halogénés volatils (COHV)

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

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

Le 01.10.2021

N° d'échantillon		21-162900-01	21-162900-02	21-162900-03	21-162900-04
Désignation d'échantillon	Unité	Sc101-3	Sc101-5	Sc102-2	Sc102-3

Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)

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

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

Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

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

Naphtalène (A)	mg/kg MS	0,11	0,07	0,43	<0,05
Acénaphthylène (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Acénaphthène (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Fluorène (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Phénanthrène (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Anthracène (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Fluoranthène (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Pyrène (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Benzo(a)anthracène (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Chrysène (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Benzo(b)fluoranthène (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Benzo(k)fluoranthène (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Benzo(a)pyrène (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Dibenzo(a,h)anthracène (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Indéno(1,2,3,c,d)pyrène (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Benzo(g,h,i)peryène (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Somme des HAP	mg/kg MS	0,11	0,07	0,43	-/-

Polychlorobiphényles (PCB)

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

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

Rapport d'essai n° : ULY21-023455-1
Projet : Diag Clermont-F



Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharable - 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 01.10.2021

N° d'échantillon		21-162900-01	21-162900-02	21-162900-03	21-162900-04
Désignation d'échantillon	Unité	Sc101-3	Sc101-5	Sc102-2	Sc102-3

Préparation d'échantillon

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

Minéralisation à l'eau régale (A)	MS	27/09/2021	27/09/2021	27/09/2021	27/09/2021
-----------------------------------	----	------------	------------	------------	------------

MS : Matières sèches

MB : Matières brutes

Informations sur les échantillons

Date de réception :	20.09.2021	20.09.2021	20.09.2021	20.09.2021
Type d'échantillon :	Sol / remblais	Sol / remblais	Sol / remblais	Sol / remblais
Date de prélèvement :	16.09.2021	16.09.2021	16.09.2021	16.09.2021
Heure de prélèvement :	14:51	14:51	14:51	14:51
Récepteur :	250ml VBrum WES002	250ml VBrum WES002	250ml VBrum WES002	250ml VBrum WES002
Température à réception (C°) :	10.2	10.2	10.2	10.2
Début des analyses :	20.09.2021	20.09.2021	20.09.2021	20.09.2021
Fin des analyses :	01.10.2021	01.10.2021	01.10.2021	01.10.2021

Le 01.10.2021

N° d'échantillon		21-162900-05	21-162900-06	21-162900-07	21-162900-08
Désignation d'échantillon	Unité	Sc103-3	Sc104-2	Sc104-4	Sc105

Analyse physique

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

Matière sèche (A)	% mass MB	74,6	84,5	84,8	82,7
-------------------	-----------	------	------	------	------

Paramètres globaux / Indices

Cyanures libres et totaux - NF EN ISO 17380 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Cyanures totaux (CN) (A)	mg/kg MS	0,27	<0,1	1,2	1,1
Cyanures aisément libérables (CN) (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

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

Indice hydrocarbure C10-C40 (A)	mg/kg MS	<20	<20	<20	59
Hydrocarbures > C10-C12	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C12-C18	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C18-C21	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C21-C35	mg/kg MS	<20	<20	<20	40
Hydrocarbures > C35-C40	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20

Métaux lourds

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

Chrome (Cr) (A)	mg/kg MS	20	26	18	23
Nickel (Ni) (A)	mg/kg MS	16	24	13	22
Cuivre (Cu) (A)	mg/kg MS	15	58	11	20
Zinc (Zn) (A)	mg/kg MS	68	110	39	57
Arsenic (As) (A)	mg/kg MS	17	16	42	11
Cadmium (Cd) (A)	mg/kg MS	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Mercurie (Hg) (A)	mg/kg MS	<0,1	0,3	<0,1	0,2
Plomb (Pb) (A)	mg/kg MS	15	130	15	21

Hydrocarbures halogénés volatils (COHV)

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

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

Le 01.10.2021

N° d'échantillon		21-162900-05	21-162900-06	21-162900-07	21-162900-08
Désignation d'échantillon	Unité	Sc103-3	Sc104-2	Sc104-4	Sc105

Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)

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

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

Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

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

Naphtalène (A)	mg/kg MS	<0,05	0,08	0,09	0,24
Acénaphthylène (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	0,63
Acénaphthène (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Fluorène (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Phénanthrène (A)	mg/kg MS	0,13	0,09	<0,05	0,37
Anthracène (A)	mg/kg MS	<0,05	0,06	<0,05	0,31
Fluoranthène (A)	mg/kg MS	0,11	0,40	<0,05	1,1
Pyrène (A)	mg/kg MS	0,09	0,34	<0,05	1,1
Benzo(a)anthracène (A)	mg/kg MS	<0,05	0,32	<0,05	0,67
Chrysène (A)	mg/kg MS	<0,05	0,28	<0,05	0,58
Benzo(b)fluoranthène (A)	mg/kg MS	<0,05	0,50	<0,05	1,1
Benzo(k)fluoranthène (A)	mg/kg MS	<0,05	0,22	<0,05	0,45
Benzo(a)pyrène (A)	mg/kg MS	<0,05	0,33	<0,05	1,0
Dibenzo(a,h)anthracène (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,09	<0,05	<0,17
Indéno(1,2,3,c,d)pyrène (A)	mg/kg MS	<0,05	0,26	<0,05	0,73
Benzo(g,h,i)peryène (A)	mg/kg MS	<0,05	0,22	<0,05	0,83
Somme des HAP	mg/kg MS	0,34	3,1	0,09	9,1

Polychlorobiphényles (PCB)

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

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

Rapport d'essai n° : ULY21-023455-1
Projet : *Diag Clermont-F*



WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharable - 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 01.10.2021

N° d'échantillon		21-162900-05	21-162900-06	21-162900-07	21-162900-08
Désignation d'échantillon	Unité	Sc103-3	Sc104-2	Sc104-4	Sc105

Préparation d'échantillon

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

Minéralisation à l'eau régale (A)	MS	27/09/2021	27/09/2021	27/09/2021	27/09/2021
-----------------------------------	----	------------	------------	------------	------------

MS : Matières sèches

MB : Matières brutes

Informations sur les échantillons

Date de réception :	20.09.2021	20.09.2021	20.09.2021	20.09.2021
Type d'échantillon :	Sol / remblais	Sol / remblais	Sol / remblais	Sol / remblais
Date de prélèvement :	16.09.2021	16.09.2021	16.09.2021	16.09.2021
Heure de prélèvement :	14:51	14:51	14:51	14:51
Récipient :	250ml VBrun WES002	250ml VBrun WES002	250ml VBrun WES002	250ml VBrun WES002
Température à réception (C°) :	10.2	10.2	10.2	10.2
Début des analyses :	20.09.2021	20.09.2021	20.09.2021	20.09.2021
Fin des analyses :	01.10.2021	01.10.2021	01.10.2021	01.10.2021

Le 01.10.2021

N° d'échantillon		21-162900-09	21-162900-10	21-162900-11	21-162900-12
Désignation d'échantillon	Unité	Sc106-2	Sc107-4	Sc107-5	Sc108-4

Analyse physique

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

Matière sèche (A)	% mass MB	89,8	85,3	59,8	86,4
-------------------	-----------	------	------	------	------

Paramètres globaux / Indices

Cyanures libres et totaux - NF EN ISO 17380 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Cyanures totaux (CN) (A)	mg/kg MS	1,1	0,31	<0,1	<0,1
Cyanures aisément libérables (CN) (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

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

Indice hydrocarbure C10-C40 (A)	mg/kg MS	47	8300	15000	<20
Hydrocarbures > C10-C12	mg/kg MS	<20	690	1100	<20
Hydrocarbures > C12-C16	mg/kg MS	<20	2100	3500	<20
Hydrocarbures > C16-C21	mg/kg MS	<20	2600	5000	<20
Hydrocarbures > C21-C35	mg/kg MS	26	2800	5000	<20
Hydrocarbures > C35-C40	mg/kg MS	<20	130	330	<20

Métaux lourds

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

Chrome (Cr) (A)	mg/kg MS	22	32	31	26
Nickel (Ni) (A)	mg/kg MS	19	21	19	25
Cuivre (Cu) (A)	mg/kg MS	12	11	13	16
Zinc (Zn) (A)	mg/kg MS	32	62	66	45
Arsenic (As) (A)	mg/kg MS	24	21	14	10
Cadmium (Cd) (A)	mg/kg MS	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Mercure (Hg) (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Plomb (Pb) (A)	mg/kg MS	20	26	22	19

Hydrocarbures halogénés volatils (COHV)

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

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

Le 01.10.2021

N° d'échantillon		21-162900-09	21-162900-10	21-162900-11	21-162900-12
Désignation d'échantillon	Unité	Sc106-2	Sc107-4	Sc107-5	Sc108-4

Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)

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

Benzène (A)	mg/kg MS	0,11	1,2	0,17	<0,1
Toluène (A)	mg/kg MS	<0,1	0,92	0,17	<0,1
Ethylbenzène (A)	mg/kg MS	<0,1	0,61	0,33	<0,1
m-, p-Xylène (A)	mg/kg MS	<0,1	7,5	3,5	<0,1
o-Xylène (A)	mg/kg MS	<0,1	2,8	1,3	<0,1
Cumène (A)	mg/kg MS	<0,1	0,15	<0,1	<0,1
m-, p-Ethyltoluène (A)	mg/kg MS	<0,1	1,4	0,84	<0,1
Mésitylène (A)	mg/kg MS	<0,1	1,7	1,2	<0,1
o-Ethyltoluène (A)	mg/kg MS	<0,1	0,31	0,17	<0,1
Pseudocumène (A)	mg/kg MS	<0,1	3,8	2,5	<0,1
Somme des CAV	mg/kg MS	0,11	20	10	-/-

Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

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

Naphtalène (A)	mg/kg MS	0,66	597	702	<0,05
Acénaphthylène (A)	mg/kg MS	0,13	37	92	<0,05
Acénaphthène (A)	mg/kg MS	0,08	75	77	<0,05
Fluorène (A)	mg/kg MS	0,11	214	318	<0,05
Phénanthrène (A)	mg/kg MS	1,0	459	669	<0,05
Anthracène (A)	mg/kg MS	0,36	168	251	<0,05
Fluoranthène (A)	mg/kg MS	1,3	230	334	0,09
Pyrène (A)	mg/kg MS	0,99	168	234	0,08
Benzo(a)anthracène (A)	mg/kg MS	0,52	116	162	<0,05
Chrysène (A)	mg/kg MS	0,46	96	125	<0,05
Benzo(b)fluoranthène (A)	mg/kg MS	0,69	81	110	0,07
Benzo(k)fluoranthène (A)	mg/kg MS	0,27	35	48	<0,05
Benzo(a)pyrène (A)	mg/kg MS	0,52	66	90	<0,05
Dibenzo(a,h)anthracène (A)	mg/kg MS	<0,09	<8,7	<11	<0,05
Indéno(1,2,3,c,d)pyrène (A)	mg/kg MS	0,33	23	27	<0,05
Benzo(g,h,i)peryène (A)	mg/kg MS	0,32	18	23	<0,05
Somme des HAP	mg/kg MS	7,8	2 390	3 260	0,24

Polychlorobiphényles (PCB)

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

PCB n° 28 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,05	<0,05	<0,01
PCB n° 52 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,05	<0,05	<0,01
PCB n° 101 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,05	<0,05	<0,01
PCB n° 118 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,05	<0,05	<0,01
PCB n° 138 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,05	<0,05	<0,01
PCB n° 153 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,05	<0,05	<0,01
PCB n° 180 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,05	<0,05	<0,01
Somme des 7 PCB	mg/kg MS	-/-	-/-	-/-	-/-

Rapport d'essai n° : ULY21-023455-1
Projet : *Diag Clermont-F*



Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharable - 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 54
labo@wessling.fr - www.wessling.fr

Le 01.10.2021

N° d'échantillon		21-162900-09	21-162900-10	21-162900-11	21-162900-12
Désignation d'échantillon	Unité	Sc106-2	Sc107-4	Sc107-5	Sc108-4

Préparation d'échantillon

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

Minéralisation à l'eau régale (A)	MS	27/09/2021	27/09/2021	27/09/2021	27/09/2021
-----------------------------------	----	------------	------------	------------	------------

MS : Matières sèches
MB : Matières brutes

Informations sur les échantillons

Date de réception :	20.09.2021	20.09.2021	20.09.2021	20.09.2021
Type d'échantillon :	Sol / remblais	Sol / remblais	Sol / remblais	Sol / remblais
Date de prélèvement :	16.09.2021	16.09.2021	16.09.2021	16.09.2021
Heure de prélèvement :	14:51	14:51	14:51	14:51
Récipient :	250ml VBrun WES002	250ml VBrun WES002	250ml VBrun WES002	250ml VBrun WES002
Température à réception (C°) :	10.2	10.2	10.2	10.2
Début des analyses :	20.09.2021	20.09.2021	20.09.2021	20.09.2021
Fin des analyses :	01.10.2021	01.10.2021	01.10.2021	01.10.2021

Rapport d'essai n° : ULY21-023455-1
Projet : Diag Clermont-F

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 01.10.2021

N° d'échantillon		21-162900-13	21-162900-14	21-162900-15	21-162900-16
Désignation d'échantillon	Unité	Sc108-5	Sc109-1	Sc110-1	Sc111-1

Analyse physique

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

Matière sèche (A)	% mass MB	82,0	91,4	84,1	87,5
-------------------	-----------	------	------	------	------

Paramètres globaux / Indices

Cyanures libres et totaux - NF EN ISO 17380 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Cyanures totaux (CN) (A)	mg/kg MS	0,73	<0,1	<0,1	2,6
Cyanures aisément libérables (CN) (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

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

Indice hydrocarbure C10-C40 (A)	mg/kg MS	1200	77	110	1400
Hydrocarbures > C10-C12	mg/kg MS	170	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C12-C16	mg/kg MS	270	<20	<20	37
Hydrocarbures > C16-C21	mg/kg MS	440	<20	<20	290
Hydrocarbures > C21-C35	mg/kg MS	350	38	69	960
Hydrocarbures > C35-C40	mg/kg MS	<20	34	27	93

Métaux lourds

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

Chrome (Cr) (A)	mg/kg MS	33	31	33	42
Nickel (Ni) (A)	mg/kg MS	27	38	91	51
Cuivre (Cu) (A)	mg/kg MS	24	36	51	290
Zinc (Zn) (A)	mg/kg MS	75	96	240	250
Arsenic (As) (A)	mg/kg MS	9,0	17	21	22
Cadmium (Cd) (A)	mg/kg MS	<0,5	<0,5	<1,4	0,5
Mercurie (Hg) (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	0,6
Plomb (Pb) (A)	mg/kg MS	24	69	51	510

Hydrocarbures halogénés volatils (COHV)

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

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

Le 01.10.2021

N° d'échantillon		21-162900-13	21-162900-14	21-162900-15	21-162900-16
Désignation d'échantillon	Unité	Sc108-5	Sc109-1	Sc110-1	Sc111-1

Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)

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

Benzène (A)	mg/kg MS	0,37	<0,1	<0,1	<0,1
Toluène (A)	mg/kg MS	0,37	<0,1	<0,1	<0,1
Ethylbenzène (A)	mg/kg MS	0,24	<0,1	<0,1	<0,1
m-, p-Xylène (A)	mg/kg MS	0,49	<0,1	<0,1	<0,1
o-Xylène (A)	mg/kg MS	0,24	<0,1	<0,1	<0,1
Cumène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
m-, p-Ethyltoluène (A)	mg/kg MS	0,12	<0,1	<0,1	<0,1
Mésitylène (A)	mg/kg MS	0,12	<0,1	<0,1	<0,1
o-Ethyltoluène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Pseudocumène (A)	mg/kg MS	0,37	<0,1	<0,1	0,23
Somme des CAV	mg/kg MS	2,3	-/-	-/-	0,23

Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

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

Naphtalène (A)	mg/kg MS	78	0,24	0,12	1,4
Acénaphthylène (A)	mg/kg MS	21	<0,05	<0,05	<0,5
Acénaphthène (A)	mg/kg MS	5,0	<0,05	<0,05	2,5
Fluorène (A)	mg/kg MS	15	<0,05	<0,05	1,7
Phénanthrène (A)	mg/kg MS	50	0,23	0,30	15
Anthracène (A)	mg/kg MS	16	<0,05	0,08	4,3
Fluoranthène (A)	mg/kg MS	33	0,21	0,54	25
Pyrène (A)	mg/kg MS	24	0,14	0,49	18
Benzo(a)anthracène (A)	mg/kg MS	10	0,08	0,43	17
Chrysène (A)	mg/kg MS	7,8	0,07	0,39	16
Benzo(b)fluoranthène (A)	mg/kg MS	10	0,10	0,69	23
Benzo(k)fluoranthène (A)	mg/kg MS	4,0	<0,05	0,26	7,9
Benzo(a)pyrène (A)	mg/kg MS	9,1	0,07	0,56	15
Dibenzo(a,h)anthracène (A)	mg/kg MS	<0,98	<0,05	<0,11	<3,4
Indéno(1,2,3,c,d)pyrène (A)	mg/kg MS	4,6	<0,05	0,33	8,6
Benzo(g,h,i)pérylène (A)	mg/kg MS	4,9	<0,05	0,37	8,6
Somme des HAP	mg/kg MS	292,1	1,1	4,6	164,1

Polychlorobiphényles (PCB)

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

PCB n° 28 (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,01	<0,01	<0,05
PCB n° 52 (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,01	<0,01	<0,05
PCB n° 101 (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,01	<0,01	<0,05
PCB n° 118 (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,01	<0,01	<0,05
PCB n° 138 (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,01	<0,01	<0,05
PCB n° 153 (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,01	<0,01	<0,05
PCB n° 180 (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,01	<0,01	<0,05
Somme des 7 PCB	mg/kg MS	-/-	-/-	-/-	-/-

Rapport d'essai n°. : ULY21-023455-1
Projet : Diag Clermont-F

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 01.10.2021

N° d'échantillon		21-162900-13	21-162900-14	21-162900-15	21-162900-16
Désignation d'échantillon	Unité	Sc108-5	Sc109-1	Sc110-1	Sc111-1

Préparation d'échantillon

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

Minéralisation à l'eau régale (A)	MS	27/09/2021	27/09/2021	27/09/2021	27/09/2021
-----------------------------------	----	------------	------------	------------	------------

MS : Matières sèches
MB : Matières brutes

Informations sur les échantillons

Date de réception :	20.09.2021	20.09.2021	20.09.2021	20.09.2021
Type d'échantillon :	Sol / remblais	Sol / remblais	Sol / remblais	Sol / remblais
Date de prélèvement :	16.09.2021	16.09.2021	16.09.2021	16.09.2021
Heure de prélèvement :	14:51	14:51	14:51	14:51
Récipient :	250ml VBrun WES002	250ml VBrun WES002	250ml VBrun WES002	250ml VBrun WES002
Température à réception (C°) :	10.2	10.2	10.2	10.2
Début des analyses :	20.09.2021	20.09.2021	20.09.2021	20.09.2021
Fin des analyses :	01.10.2021	01.10.2021	01.10.2021	01.10.2021

Le 01.10.2021

N° d'échantillon		21-162900-17	21-162900-18	21-162900-19	21-162900-20
Désignation d'échantillon	Unité	Sc112-1	Sc113-1	Sc114-1	Sc115-1

Analyse physique

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

Matière sèche (A)	% mass MB	90,6	85,8	91,6	94,3
-------------------	-----------	------	------	------	------

Paramètres globaux / Indices

Cyanures libres et totaux - NF EN ISO 17380 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Cyanures totaux (CN) (A)	mg/kg MS	0,68	2,2	0,22	0,21
Cyanures aisément libérables (CN) (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

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

Indice hydrocarbure C10-C40 (A)	mg/kg MS	<20	510	<20	820
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	140	<20	24
Hydrocarbures > C21-C35	mg/kg MS	<20	340	<20	500
Hydrocarbures > C35-C40	mg/kg MS	<20	23	<20	300

Métaux lourds

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

Chrome (Cr) (A)	mg/kg MS	19	37	49	55
Nickel (Ni) (A)	mg/kg MS	18	41	53	69
Cuivre (Cu) (A)	mg/kg MS	17	360	33	37
Zinc (Zn) (A)	mg/kg MS	88	190	91	83
Arsenic (As) (A)	mg/kg MS	36	28	15	15
Cadmium (Cd) (A)	mg/kg MS	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Mercurie (Hg) (A)	mg/kg MS	<0,1	0,6	0,2	0,2
Plomb (Pb) (A)	mg/kg MS	58	260	39	18

Hydrocarbures halogénés volatils (COHV)

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

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

Le 01.10.2021

N° d'échantillon		21-162900-17	21-162900-18	21-162900-19	21-162900-20
Désignation d'échantillon	Unité	Sc112-1	Sc113-1	Sc114-1	Sc115-1

Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)

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

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

Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

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

Naphtalène (A)	mg/kg MS	<0,05	0,10	<0,05	<0,05
Acénaphthylène (A)	mg/kg MS	<0,05	0,16	<0,05	<0,05
Acénaphthène (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Fluorène (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Phénanthrène (A)	mg/kg MS	0,13	0,27	0,36	<0,05
Anthracène (A)	mg/kg MS	<0,05	0,13	0,09	<0,05
Fluoranthène (A)	mg/kg MS	0,22	0,68	0,71	<0,05
Pyrène (A)	mg/kg MS	0,18	0,64	0,59	<0,05
Benzo(a)anthracène (A)	mg/kg MS	0,12	0,40	0,31	<0,05
Chrysène (A)	mg/kg MS	0,11	0,37	0,29	<0,05
Benzo(b)fluoranthène (A)	mg/kg MS	0,18	0,89	0,50	<0,05
Benzo(k)fluoranthène (A)	mg/kg MS	0,07	0,34	0,19	<0,05
Benzo(a)pyrène (A)	mg/kg MS	0,12	0,58	0,34	<0,05
Dibenzo(a,h)anthracène (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,15	<0,08	<0,05
Indéno(1,2,3,c,d)pyrène (A)	mg/kg MS	0,09	0,63	0,25	<0,05
Benzo(g,h,i)pérylène (A)	mg/kg MS	0,10	0,76	0,27	<0,05
Somme des HAP	mg/kg MS	1,3	5,9	3,9	-/-

Polychlorobiphényles (PCB)

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

PCB n° 28 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 52 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 101 (A)	mg/kg MS	<0,01	0,035	<0,01	<0,01
PCB n° 118 (A)	mg/kg MS	<0,01	0,035	<0,01	<0,01
PCB n° 138 (A)	mg/kg MS	<0,01	0,082	<0,01	<0,01
PCB n° 153 (A)	mg/kg MS	<0,01	0,047	<0,01	<0,01
PCB n° 180 (A)	mg/kg MS	<0,01	0,012	<0,01	<0,01
Somme des 7 PCB	mg/kg MS	-/-	0,21	-/-	-/-

Rapport d'essai n° : ULY21-023455-1
Projet : *Diag Clermont-F*

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharable - 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 01.10.2021

N° d'échantillon		21-162900-17	21-162900-18	21-162900-19	21-162900-20
Désignation d'échantillon	Unité	Sc112-1	Sc113-1	Sc114-1	Sc115-1

Préparation d'échantillon

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

Minéralisation à l'eau régale (A)	MS	27/09/2021	27/09/2021	27/09/2021	27/09/2021
-----------------------------------	----	------------	------------	------------	------------

MS : Matières sèches

MB : Matières brutes

Informations sur les échantillons

Date de réception :	20.09.2021	20.09.2021	20.09.2021	20.09.2021
Type d'échantillon :	Sol / remblais	Sol / remblais	Sol / remblais	Sol / remblais
Date de prélèvement :	16.09.2021	16.09.2021	16.09.2021	16.09.2021
Heure de prélèvement :	14:51	14:51	14:51	14:51
Récipient :	250ml VBrun WES002	250ml VBrun WES002	250ml VBrun WES002	250ml VBrun WES002
Température à réception (C°) :	10.2	10.2	10.2	10.2
Début des analyses :	20.09.2021	20.09.2021	20.09.2021	20.09.2021
Fin des analyses :	01.10.2021	01.10.2021	01.10.2021	01.10.2021

Rapport d'essai n° : ULY21-023455-1
Projet : *Diag Clermont-F*



Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharable - 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 01.10.2021

Commentaires sur vos résultats d'analyse :

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.

21-162900-10

Commentaires des résultats:

HCT GC-FID (S), Indice hydrocarbure C10-C40: présence de composés à faible point d'ébullition (inférieur à C10) et à point d'ébullition élevé (supérieur à C40)

21-162900-11

Commentaires des résultats:

HCT GC-FID (S), Indice hydrocarbure C10-C40: Présence de composés inconnus inclus dans l'indice HCT présence de composés à faible point d'ébullition (inférieur à C10) et à point d'ébullition élevé (supérieur à C40)

21-162900-13

Commentaires des résultats:

HCT GC-FID (S), Indice hydrocarbure C10-C40: présence de composés à faible point d'ébullition (inférieur à C10) Présence de composés inconnus inclus dans l'indice HCT Présence de HAP inclus dans l'indice HCT

21-162900-14

Commentaires des résultats:

HCT GC-FID (S), Indice hydrocarbure C10-C40: présence de composés à point d'ébullition élevé (supérieur à C40)

21-162900-16

Commentaires des résultats:

HCT GC-FID (S), Indice hydrocarbure C10-C40: présence de composés à point d'ébullition élevé (supérieur à C40) Présence de HAP inclus dans l'indice HCT

21-162900-20

Commentaires des résultats:

HCT GC-FID (S), Indice hydrocarbure C10-C40: présence de composés à point d'ébullition élevé (supérieur à C40)

Signataire approuvateur :

Jean-François CAMPENS

Gérant

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

HUB ENVIRONNEMENT
Gilles FALCONE
3 rue des entrepôts
69004 LYON

N° rapport d'essai	ULY21-022980-1
N° commande	ULY-21383-21
Interlocuteur (interne)	Y. Lafond
Téléphone	+33 474 990 554
Courrier électronique	y.lafond@wessling.fr
Date	27.09.2021

Rapport d'essai

Diag Clermont-F GdS



Les résultats ne se rapportent qu'aux échantillons soumis à l'essai et tels qu'ils ont été reçus.

Les paramètres couverts par l'accréditation EN ISO/CEI 17025 sont marqués d'un (A) et leurs résultats sont accrédités sauf avis contraire en remarque.

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.

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 27.09.2021

N° d'échantillon		21-162929-01	21-162929-01-1	21-162929-02	21-162929-02-1
Désignation d'échantillon	Unité	Blanc CM	Blanc CC	Pa31 CM	Pa31 CC

Hydrocarbures volatils

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

Hydrocarbures aromatiques C6-C7	µg G	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Hydrocarbures aromatiques C7-C8	µg G	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Hydrocarbures aromatiques C8-C9	µg G	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Hydrocarbures aromatiques C9-C10	µg G	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Hydrocarbures aromatiques C10-C11	µg G	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Hydrocarbures aromatiques C11-C12	µg G	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Hydrocarbures aromatiques C12-C13	µg G	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Hydrocarbures aromatiques C13-C14	µg G	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Hydrocarbures aromatiques C14-C15	µg G	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Hydrocarbures aromatiques C15-C16	µg G	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Indice Hydrocarbures Aromatiques C8-C16 (A)	µg G	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Hydrocarbures aliphatiques C5-C6	µg G	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Hydrocarbures aliphatiques C6-C7	µg G	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Hydrocarbures aliphatiques C7-C8	µg G	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Hydrocarbures aliphatiques C8-C9	µg G	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Hydrocarbures aliphatiques C9-C10	µg G	<5,0	<5,0	1400	<5,0
Hydrocarbures aliphatiques C10-C11	µg G	<5,0	<5,0	31	<5,0
Hydrocarbures aliphatiques C11-C12	µg G	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Hydrocarbures aliphatiques C12-C13	µg G	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Hydrocarbures aliphatiques C13-C14	µg G	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Hydrocarbures aliphatiques C14-C15	µg G	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Hydrocarbures aliphatiques C15-C16	µg G	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Indice Hydrocarbures Aliphatiques C5-C16 (A)	µg G	<25	<25	1400	<25

Hydrocarbures halogénés volatils (COHV)

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

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

Rapport d'essai n° : ULY21-022960-1
Projet : Diag Clermont-F GdS

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharable - 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 5
labo@wessling.fr - www.wessling.fr

Le 27.09.2021

N° d'échantillon		21-162929-01	21-162929-01-1	21-162929-02	21-162929-02-1
Désignation d'échantillon	Unité	Blanc CM	Blanc CC	Pa31 CM	Pa31 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)

Benzène (A)	µg G	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Toluène (A)	µg G	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Ethylbenzène (A)	µg G	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
m-, p-Xylène (A)	µg G	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
o-Xylène (A)	µg G	<0,2	<0,2	<0,27	<0,2
Cumène (A)	µg G	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
m-, p-Ethyltoluène (A)	µg G	<0,2	<0,2	<0,37	<0,2
1,3,5-Triméthylbenzène (Mésitylène) (A)	µg G	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
o-Ethyltoluène (A)	µg G	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
1,2,4-Triméthylbenzène (Pseudocumène) (A)	µg G	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Naphtalène	µg G	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Somme des CAV	µg G	-/-	-/-	-/-	-/-

G : Gaz

Informations sur les échantillons

Date de réception :	20.09.2021	20.09.2021	20.09.2021	20.09.2021
Type d'échantillon :	Gaz du sol	Gaz du sol	Gaz du sol	Gaz du sol
Date de prélèvement :	16.09.2021	16.09.2021	16.09.2021	16.09.2021
Heure de prélèvement :	14:10	14:10	14:10	14:10
Récipient :	CA	CA	CA	CA
Température à réception (C°) :	10.2	10.2	10.2	10.2
Début des analyses :	20.09.2021	20.09.2021	20.09.2021	20.09.2021
Fin des analyses :	27.09.2021	27.09.2021	27.09.2021	27.09.2021

Le 27.09.2021

N° d'échantillon		21-162929-03	21-162929-03-1
Désignation d'échantillon	Unité	Pa15 CM	Pa15 CC

Hydrocarbures volatils

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

Hydrocarbures aromatiques C6-C7	µg G	<1,0	<1,0		
Hydrocarbures aromatiques C7-C8	µg G	<1,0	<1,0		
Hydrocarbures aromatiques C8-C9	µg G	<1,0	<1,0		
Hydrocarbures aromatiques C9-C10	µg G	<1,0	<1,0		
Hydrocarbures aromatiques C10-C11	µg G	<1,0	<1,0		
Hydrocarbures aromatiques C11-C12	µg G	<1,0	<1,0		
Hydrocarbures aromatiques C12-C13	µg G	<1,0	<1,0		
Hydrocarbures aromatiques C13-C14	µg G	<1,0	<1,0		
Hydrocarbures aromatiques C14-C15	µg G	<1,0	<1,0		
Hydrocarbures aromatiques C15-C16	µg G	<1,0	<1,0		
Indice Hydrocarbures Aromatiques C6-C16 (A)	µg G	<5,0	<5,0		
Hydrocarbures aliphatiques C5-C6	µg G	<5,0	<5,0		
Hydrocarbures aliphatiques C6-C7	µg G	<5,0	<5,0		
Hydrocarbures aliphatiques C7-C8	µg G	<5,0	<5,0		
Hydrocarbures aliphatiques C8-C9	µg G	<5,0	<5,0		
Hydrocarbures aliphatiques C9-C10	µg G	21	<5,0		
Hydrocarbures aliphatiques C10-C11	µg G	<5,0	<5,0		
Hydrocarbures aliphatiques C11-C12	µg G	<5,0	<5,0		
Hydrocarbures aliphatiques C12-C13	µg G	<5,0	<5,0		
Hydrocarbures aliphatiques C13-C14	µg G	<5,0	<5,0		
Hydrocarbures aliphatiques C14-C15	µg G	<5,0	<5,0		
Hydrocarbures aliphatiques C15-C16	µg G	<5,0	<5,0		
Indice Hydrocarbures Aliphatiques C5-C16 (A)	µg G	<25	<25		

Hydrocarbures halogénés volatils (COHV)

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

Chlorure de vinyle (A)	µg G	<0,2	<0,2		
1,1-Dichloroéthylène (A)	µg G	<0,2	<0,2		
Dichlorométhane (A)	µg G	<0,2	<0,2		
trans-1,2-Dichloroéthylène (A)	µg G	<0,2	<0,2		
1,1-Dichloroéthane (A)	µg G	<0,2	<0,2		
cis-1,2-Dichloroéthylène (A)	µg G	<0,2	<0,2		
Trichlorométhane (A)	µg G	<0,2	<0,2		
Tétrachlorométhane (A)	µg G	<0,2	<0,2		
1,1,1-Trichloroéthane (A)	µg G	<0,2	<0,2		
Trichloroéthylène (A)	µg G	<0,2	<0,2		
Tétrachloroéthylène (A)	µg G	0,23	<0,2		
Somme des COHV	µg G	0,23	-/-		

Rapport d'essai n° : ULY21-022980-1
Projet : Diag Clermont-F GdS



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 27.09.2021

N° d'échantillon		21-162929-03	21-162929-03-1
Désignation d'échantillon	Unité	Pa15 CM	Pa15 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)

Benzène (A)	µg G	<0,2	<0,2		
Toluène (A)	µg G	0,35	<0,2		
Ethylbenzène (A)	µg G	<0,2	<0,2		
m-, p-Xylène (A)	µg G	0,22	<0,2		
o-Xylène (A)	µg G	<0,2	<0,2		
Cumène (A)	µg G	<0,2	<0,2		
m-, p-Ethyltoluène (A)	µg G	<0,2	<0,2		
1,3,5-Triméthylbenzène (Mésitylène) (A)	µg G	<0,2	<0,2		
o-Ethyltoluène (A)	µg G	<0,2	<0,2		
1,2,4-Triméthylbenzène (Pseudocumène) (A)	µg G	<0,2	<0,2		
Naphtalène	µg G	<0,2	<0,2		
Somme des CAV	µg G	0,57	-/-		

G : Gaz

Informations sur les échantillons

Date de réception :	20.09.2021	20.09.2021		
Type d'échantillon :	Gaz du sol	Gaz du sol		
Date de prélèvement :	16.09.2021	16.09.2021		
Heure de prélèvement :	14:10	14:10		
Récepteur :	CA			
Température à réception (C°) :	10.2	10.2		
Début des analyses :	20.09.2021	20.09.2021		
Fin des analyses :	27.09.2021	27.09.2021		

Rapport d'essai n° : ULY21-022980-1
Projet : *Diag Clermont-F GdS*



Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharable - 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 27.09.2021

Commentaires sur vos résultats d'analyse :

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.

21-162929-01

Commentaires des résultats:

6.1.02 - Actif - COHV (CA), Somme des COHV: Résultat hors champ d'accréditation : Prélèvement non effectué sur support validé par Wessling.

Remarque valable pour toutes les analyses réalisées sur ce support.

21-162929-03

Commentaires des résultats:

6.1.02 - Actif - COHV (CA), Somme des COHV: Résultat hors champ d'accréditation : Prélèvement non effectué sur support validé par Wessling.

Remarque valable pour toutes les analyses réalisées sur ce support.

Signataire approbateur :

Jean-François CAMPENS

Gérant

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

HUB ENVIRONNEMENT
Gilles FALCONE
3 rue des entrepôts
69004 LYON

N° rapport d'essai	ULY21-023094-1
N° commande	ULY-21381-21
Interlocuteur (interne)	Y. Lafond
Téléphone	+33 474 990 554
Courrier électronique	y.lafond@wessling.fr
Date	28.09.2021

Rapport d'essai

Diag Clermond-F Eau



Les résultats ne se rapportent qu'aux échantillons soumis à l'essai et tels qu'ils ont été reçus.

Les paramètres couverts par l'accréditation EN ISO/CEI 17025 sont marqués d'un (A) et leurs résultats sont accrédités sauf avis contraire en remarque.

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.

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 traitement, 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 28.09.2021

N° d'échantillon		21-162916-01	21-162916-02	21-162916-03	21-162916-04
Désignation d'échantillon	Unité	Pz1	Pz2	Sp1	Sp6

Paramètres globaux / Indices

Indice hydrocarbures (GC) sur eau / lixiviat (HCT) - NF EN ISO 9377-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Indice hydrocarbure C10-C40 (A)	mg/l E/L	<0,05	0,08	<0,05	<0,05
Hydrocarbures > C10-C12	mg/l E/L	<0,05	0,06	<0,05	<0,05
Hydrocarbures > C12-C16	mg/l E/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Hydrocarbures > C16-C21	mg/l E/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Hydrocarbures > C21-C35	mg/l E/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Hydrocarbures > C35-C40	mg/l E/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05

Cations, anions et éléments non métalliques

Cyanure total sur eau et lixiviat - NF EN ISO 14403-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Cyanures totaux (CN) (A)	mg/l E/L	0,053	0,9	0,14	0,071
--------------------------	----------	-------	-----	------	-------

Cyanures aisément libérables (CN) sur E/L CFA - NF EN ISO 14403-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Cyanures aisément libérables (CN) (A)	mg/l E/L	<0,01	0,012	<0,01	<0,01
---------------------------------------	----------	-------	-------	-------	-------

Éléments

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

Chrome (Cr) (A)	µg/l E/L	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Nickel (Ni) (A)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Cuivre (Cu) (A)	µg/l E/L	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Zinc (Zn) (A)	µg/l E/L	<50	<50	<50	<50
Arsenic (As) (A)	µg/l E/L	190	61	92	83
Cadmium (Cd) (A)	µg/l E/L	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
Plomb (Pb) (A)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10

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

Mercuré (Hg) (A)	µg/l E/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
------------------	----------	------	------	------	------

Hydrocarbures halogénés volatils (COHV)

Hydrocarbures halogénés volatils (COHV) sur eau - NF EN ISO 10301 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Chlorure de vinyle (A)	µg/l E/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Dichlorométhane (A)	µg/l E/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
cis-1,2-Dichloroéthylène (A)	µg/l E/L	0,9	<0,6	<0,5	<0,5
trans-1,2-Dichloroéthylène (A)	µg/l E/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Trichlorométhane (A)	µg/l E/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
1,1,1-Trichloroéthane (A)	µg/l E/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Tétrachlorométhane (A)	µg/l E/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Trichloroéthylène (A)	µg/l E/L	<0,5	<0,7	<0,5	<0,5
Tétrachloroéthylène (A)	µg/l E/L	<0,5	3,0	15	5,8
1,1-Dichloroéthane (A)	µg/l E/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
1,1-Dichloroéthylène (A)	µg/l E/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Somme des COHV	µg/l E/L	0,9	3	15	5,8

Le 28.09.2021

N° d'échantillon		21-162916-01	21-162916-02	21-162916-03	21-162916-04
Désignation d'échantillon	Unité	Pz1	Pz2	Sp1	Sp6

Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)

Benzène et aromatiques (CAV-BTEX) - NF ISO 11423-1 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Benzène (A)	µg/l E/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Toluène (A)	µg/l E/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Ethylbenzène (A)	µg/l E/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
o-Xylène (A)	µg/l E/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
m-, p-Xylène (A)	µg/l E/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Cumène (A)	µg/l E/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Mésitylène (A)	µg/l E/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
o-Ethyltoluène (A)	µg/l E/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
m-, p-Ethyltoluène (A)	µg/l E/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Pseudocumène (A)	µg/l E/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Somme des CAV	µg/l E/L	-/-	-/-	-/-	-/-

Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

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

Naphtalène	µg/l E/L	<0,02 (#)	0,05 (#)	<0,03 (#)	0,1 (#)
Acénaphthylène (A)	µg/l E/L	<0,02	0,12	<0,02	<0,02
Acénaphthène (A)	µg/l E/L	<0,02	0,03	<0,02	0,04
Fluorène (A)	µg/l E/L	<0,02	0,05	<0,02	<0,02
Phénanthrène (A)	µg/l E/L	<0,02	0,21	0,02	0,04
Anthracène (A)	µg/l E/L	<0,02	0,09	<0,02	<0,02
Fluoranthène (A)	µg/l E/L	<0,02	0,3	0,12	<0,02
Pyrène (A)	µg/l E/L	0,02	0,22	0,11	<0,02
Benzo(a)anthracène (A)	µg/l E/L	<0,02	0,09	0,04	<0,02
Chrysène (A)	µg/l E/L	<0,02	0,08	0,03	<0,02
Benzo(b)fluoranthène (A)	µg/l E/L	<0,02	0,17	0,05	<0,02
Benzo(k)fluoranthène (A)	µg/l E/L	<0,02	0,07	<0,02	<0,02
Benzo(a)pyrène (A)	µg/l E/L	<0,02	0,17	0,03	<0,02
Dibenzo(a,h)anthracène (A)	µg/l E/L	<0,02	<0,03	<0,02	<0,02
Indéno(1,2,3,c,d)pyrène (A)	µg/l E/L	<0,02	0,08	<0,02	<0,02
Benzo(g,h,i)peryène (A)	µg/l E/L	<0,02	0,09	0,02	<0,02
Somme des 4 HAP	µg/l E/L	-/-	0,41	0,07	-/-
Somme des 6 HAP	µg/l E/L	-/-	0,88	0,22	-/-
Somme des HAP	µg/l E/L	0,02	1,8	0,42	0,18

Nomenclature :

: L'absence d'accréditation provient du délai de mise en analyse par rapport au prélèvement supérieur aux exigences normatives, ce qui augmente l'incertitude et émet une réserve sur le résultat.

Polychlorobiphényles (PCB)

PCB - NF EN ISO 6468 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

PCB n° 28 (A)	µg/l E/L	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
PCB n° 52 (A)	µg/l E/L	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
PCB n° 101 (A)	µg/l E/L	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
PCB n° 118 (A)	µg/l E/L	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
PCB n° 138 (A)	µg/l E/L	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
PCB n° 153 (A)	µg/l E/L	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
PCB n° 180 (A)	µg/l E/L	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Somme des 7 PCB	µg/l E/L	-/-	-/-	-/-	-/-

Rapport d'essai n° : ULY21-023094-1
Projet : Diag Clermond-F Eau

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 54
labo@wessling.fr - www.wessling.fr

Le 28.09.2021

N° d'échantillon	Unité	21-162916-01	21-162916-02	21-162916-03	21-162916-04
Désignation d'échantillon		Pz1	Pz2	Sp1	Sp6

E/L : Eau/luxivié

Informations sur les échantillons

Date de réception :	20.09.2021	20.09.2021	20.09.2021	20.09.2021
Type d'échantillon :	Eau souterraine	Eau souterraine	Eau souterraine	Eau souterraine
Date de prélèvement :	16.09.2021	16.09.2021	16.09.2021	16.09.2021
Heure de prélèvement :	14:59	14:59	14:59	14:59
Récipient :	250ml V/H2SO4	250ml V/H2SO4	250ml V/H2SO4	250ml V/H2SO4
	WES203+250ml	WES203+250ml	WES203+250ml	WES203+250ml
	Verre	Verre	Verre	Verre
	WES020+100ml	WES020+100ml	WES020+100ml	WES020+100ml
	V/NaOH	V/NaOH	V/NaOH	V/NaOH
	WES110+80ml	WES110+80ml	WES110+80ml	WES110+80ml
	PE/HNO3	PE/HNO3	PE/HNO3	PE/HNO3
	WES112+80ml PE	WES112+80ml PE	WES112+80ml PE	WES112+80ml PE
	WES101+2*40ml HS	WES101+2*40ml HS	WES101+2*40ml HS	WES101+2*40ml HS
	(Headspace)	(Headspace)	(Headspace)	(Headspace)
Température à réception (C°) :	13.1	13.1	13.1	13.1
Début des analyses :	20.09.2021	20.09.2021	20.09.2021	20.09.2021
Fin des analyses :	28.09.2021	28.09.2021	28.09.2021	28.09.2021

Rapport d'essai n° : ULY21-023094-1
Projet : *Diag Clermont-F Eau*

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharable - 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 28.09.2021

N° d'échantillon 21-162916-05
Désignation d'échantillon Unité *Sp13*

Paramètres globaux / Indices

Indice hydrocarbures (GC) sur eau / lixiviat (HCT) - NF EN ISO 9377-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Indice hydrocarbure C10-C40 (A)	mg/l E/L	<0,05		
Hydrocarbures > C10-C12	mg/l E/L	<0,05		
Hydrocarbures > C12-C16	mg/l E/L	<0,05		
Hydrocarbures > C16-C21	mg/l E/L	<0,05		
Hydrocarbures > C21-C35	mg/l E/L	<0,05		
Hydrocarbures > C35-C40	mg/l E/L	<0,05		

Cations, anions et éléments non métalliques

Cyanure total sur eau et lixiviat - NF EN ISO 14403-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Cyanures totaux (CN) (A)	mg/l E/L	0,04		
--------------------------	----------	------	--	--

Cyanures aisément libérables (CN) sur E/L CFA - NF EN ISO 14403-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Cyanures aisément libérables (CN) (A)	mg/l E/L	<0,01		
---------------------------------------	----------	-------	--	--

Éléments

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

Chrome (Cr) (A)	µg/l E/L	<5,0		
Nickel (Ni) (A)	µg/l E/L	45		
Cuivre (Cu) (A)	µg/l E/L	<5,0		
Zinc (Zn) (A)	µg/l E/L	<50		
Arsenic (As) (A)	µg/l E/L	56		
Cadmium (Cd) (A)	µg/l E/L	<1,5		
Plomb (Pb) (A)	µg/l E/L	<10		

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

Mercuré (Hg) (A)	µg/l E/L	<0,1		
------------------	----------	------	--	--

Hydrocarbures halogénés volatils (COHV)

Hydrocarbures halogénés volatils (COHV) sur eau - NF EN ISO 10301 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Chlorure de vinyle (A)	µg/l E/L	<0,5		
Dichlorométhane (A)	µg/l E/L	<0,5		
cis-1,2-Dichloroéthylène (A)	µg/l E/L	3,4		
trans-1,2-Dichloroéthylène (A)	µg/l E/L	<0,5		
Trichlorométhane (A)	µg/l E/L	<0,5		
1,1,1-Trichloroéthane (A)	µg/l E/L	<0,6		
Tétrachlorométhane (A)	µg/l E/L	<0,5		
Trichloroéthylène (A)	µg/l E/L	2,4		
Tétrachloroéthylène (A)	µg/l E/L	<0,5		
1,1-Dichloroéthane (A)	µg/l E/L	<0,5		
1,1-Dichloroéthylène (A)	µg/l E/L	<0,5		
Somme des COHV	µg/l E/L	5,8		

Le 28.09.2021

N° d'échantillon 21-162916-05
Désignation d'échantillon Unité Sp13

Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)

Benzène et aromatiques (CAV-BTEX) - NF ISO 11423-1 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Benzène (A)	µg/l E/L	<0,5			
Toluène (A)	µg/l E/L	<0,5			
Ethylbenzène (A)	µg/l E/L	<0,5			
o-Xylène (A)	µg/l E/L	<0,5			
m-, p-Xylène (A)	µg/l E/L	<0,5			
Cumène (A)	µg/l E/L	<0,5			
Mésitylène (A)	µg/l E/L	<0,5			
o-Ethyltoluène (A)	µg/l E/L	<0,5			
m-, p-Ethyltoluène (A)	µg/l E/L	<0,5			
Pseudocumène (A)	µg/l E/L	<0,5			
Somme des CAV	µg/l E/L	-/-			

Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

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

Naphtalène	µg/l E/L	<0,02 (#)			
Acénaphthylène (A)	µg/l E/L	<0,02			
Acénaphthène (A)	µg/l E/L	<0,02			
Fluorène (A)	µg/l E/L	<0,02			
Phénanthrène (A)	µg/l E/L	<0,02			
Anthracène (A)	µg/l E/L	<0,02			
Fluoranthène (A)	µg/l E/L	<0,02			
Pyrène (A)	µg/l E/L	<0,02			
Benzo(a)anthracène (A)	µg/l E/L	<0,02			
Chrysène (A)	µg/l E/L	<0,02			
Benzo(b)fluoranthène (A)	µg/l E/L	<0,02			
Benzo(k)fluoranthène (A)	µg/l E/L	<0,02			
Benzo(a)pyrène (A)	µg/l E/L	<0,02			
Dibenzo(a,h)anthracène (A)	µg/l E/L	<0,02			
Indéno(1,2,3,c,d)pyrène (A)	µg/l E/L	<0,02			
Benzo(g,h,i)pérylène (A)	µg/l E/L	<0,02			
Somme des 4 HAP	µg/l E/L	-/-			
Somme des 6 HAP	µg/l E/L	-/-			
Somme des HAP	µg/l E/L	-/-			

Nomenclature :

: L'absence d'accréditation provient du délai de mise en analyse par rapport au prélèvement supérieur aux exigences normatives, ce qui augmente l'incertitude et émet une réserve sur le résultat.

Polychlorobiphényles (PCB)

PCB - NF EN ISO 6468 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

PCB n° 28 (A)	µg/l E/L	<0,003			
PCB n° 52 (A)	µg/l E/L	<0,003			
PCB n° 101 (A)	µg/l E/L	<0,003			
PCB n° 118 (A)	µg/l E/L	<0,003			
PCB n° 138 (A)	µg/l E/L	<0,003			
PCB n° 153 (A)	µg/l E/L	<0,003			
PCB n° 180 (A)	µg/l E/L	<0,003			
Somme des 7 PCB	µg/l E/L	-/-			

Rapport d'essai n° : ULY21-023094-1
Projet : *Diag Clermont-F Eau*

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 28.09.2021

N° d'échantillon 21-162916-05
Désignation d'échantillon Unité *Sp13*

E/L : Eau/luxivat

Informations sur les échantillons

Date de réception :	20.09.2021			
Type d'échantillon :	<i>Eau souterraine</i>			
Date de prélèvement :	16.09.2021			
Heure de prélèvement :	14:59			
	250ml V/H2SO4			
	WES203+250ml			
	Verre			
	WES020+100ml			
Récipient :	V/NaOH			
	WES110+80ml			
	PE/HNO3			
	WES112+80ml PE			
	WES101+2*40ml HS			
	(Headspace)			
Température à réception (C°) :	13.1			
Début des analyses :	20.09.2021			
Fin des analyses :	28.09.2021			

Rapport d'essai n° : ULY21-023094-1
Projet : *Diag Clermont-F Eau*



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 28.09.2021

Commentaires sur vos résultats d'analyse :

Pour parfaire la lecture de vos résultats, les seuils sont susceptibles d'être augmentés en fonction de la nature chimique de la matrice. Les métaux réalisés après minéralisation sont les éléments totaux. Sans minéralisation, il s'agit des éléments dissous.
Les résultats des échantillons reçus à une température supérieure à 8°C, sont rendus avec réserve.

21-162916-01

Commentaires des résultats:

HCT GC-FID (E/L), Indice hydrocarbure C10-C40: La présence d'un dépôt dans l'échantillon a nécessité de réaliser l'extraction dans un autre flacon. Cela peut potentiellement augmenter l'incertitude liée au résultat

21-162916-02

Commentaires des résultats:

HCT GC-FID (E/L), Indice hydrocarbure C10-C40: La présence d'un dépôt dans l'échantillon a nécessité de réaliser l'extraction dans un autre flacon. Cela peut potentiellement augmenter l'incertitude liée au résultat. Présence d'un pic de composés inconnus (fractions > C10-C12) inclus dans l'indice HCT

21-162916-03

Commentaires des résultats:

HCT GC-FID (E/L), Indice hydrocarbure C10-C40: La présence d'un dépôt dans l'échantillon a nécessité de réaliser l'extraction dans un autre flacon. Cela peut potentiellement augmenter l'incertitude liée au résultat

21-162916-04

Commentaires des résultats:

HCT GC-FID (E/L), Indice hydrocarbure C10-C40: La présence d'un dépôt dans l'échantillon a nécessité de réaliser l'extraction dans un autre flacon. Cela peut potentiellement augmenter l'incertitude liée au résultat

21-162916-05

Commentaires des résultats:

HCT GC-FID (E/L), Indice hydrocarbure C10-C40: La présence d'un dépôt dans l'échantillon a nécessité de réaliser l'extraction dans un autre flacon. Cela peut potentiellement augmenter l'incertitude liée au résultat

Signataire approuvateur :

Alexandra GUTTIN

Responsable Qualité et Sécurité

Annexe 5 : 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 cancérogènes, et les substances à seuil d'effet, non cancérogènes.

Il n'est pas rare de constater que des substances entrent dans les deux catégories : c'est-à-dire qu'elles ont des effets cancérogènes 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 cancérogènes (sans seuil)

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

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

Classification US EPA :

- Groupe A :** Substance cancérogène pour l'homme
- Groupe B1 :** Substance probablement cancérogène pour l'homme avec des données disponibles limitées chez l'homme.
Substance probablement cancérogène 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 :** Cancérogène possible pour l'homme.
- Groupe D :** Substance non classifiable quant à la cancérogénicité pour l'homme.
- Groupe E :** Substance pour laquelle il existe des preuves de non cancérogénicité pour l'homme

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

Classification du CIRC / IARC :

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

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

Classification de l'Union Européenne

- Catégorie 1 :** Substances que l'on sait être cancérogène pour l'homme.
- Catégorie 2 :** Substances devant être assimilées à des substances cancérogènes pour l'homme
Substances préoccupantes pour l'homme en raison d'effets cancérogènes possible
- 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 cancérigènes (avec seuil)

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

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

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

2.4.3 Choix des valeurs toxicologiques de référence

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

2.5 La caractérisation du risque

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

2.5.1 Calcul du risque pour une substance cancérigène

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

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

Il est sans unité.

Pour une inhalation :

$$ERI = CI * IUR$$

Avec :

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

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

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

2.5.2 Calcul du risque pour une substance non cancérigène

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

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

Il est sans unité.

Pour une inhalation :

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

Avec :

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

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

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

2.5.3 Règle de cumul des effets

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

- Pour les effets à seuil (non cancérigènes), l'additivité des indices de risque entre voies d'exposition et substances est retenue comme hypothèse de départ, quel que soit les effets sanitaires associés à chacune des substances considérées ;
- Pour les effets sans seuil (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 6 : 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 Quirck et équation de Fick) entraîne les polluants à travers le sol jusqu'à la zone d'influence du bâtiment où le phénomène convectif intervient. Le mouvement convectif, dû à une différence de pression entre l'air du sol et l'air intérieur des bâtiments (occasionnée par la combinaison du vent, du chauffage et des mécanismes de ventilation), transporte les vapeurs par les fissures des fondations et de la dalle béton.

La concentration dans l'air intérieur 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 (cm²/s) calculé à partir de la porosité et de la teneur en eau des différents horizons de sols entre la source de pollution et le dallage par application des équations de Millington et Quirck détaillées ci-après

C_{vs} : concentration de vapeur dans la source (g/cm³)

Q_{sol} : débit de gaz en provenance du sol dans le bâtiment (cm³/s), calculé à partir de la différence de pression et de la perméabilité des sols sous dallage

D_{crack} : coefficient de diffusion effectif dans les fondations (cm²/s), calculé à partir de la porosité et de la teneur en eau des sols sous dallage par application des équations de Millington et Quirck détaillées ci-après

A_{crack} : surface de fissures à travers lesquelles les vapeurs rentrent dans le bâtiment (cm²), correspondant au produit entre le taux de fissuration et la surface du dallage

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

A_B : surface des bâtiments (cm²)

L_T : distance de la source au dallage (cm)

Q_B : Débit de renouvellement d'air du bâtiment (cm³/s), calculé à partir du nombre d'échanges d'air par jour et du volume du bâtiment

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 7 : 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) : $\eta = 1,85 * 10^{-5} \text{ Pa.s}$

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 8 : 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)	300
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)	0,15
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)	2,5
L: Longueur de la zone polluée dans le sens du vent	(m)	15
Xcrack: Périmètre du bâtiment	(m)	70
Ab: Surface du bâtiment	(m ²)	300
Acrack: Surface de fissures à travers lesquelles les vapeurs rentrent dans le bâtiment	(m ²)	9.10 ⁻³
θ: Porosité totale	(-)	0,12
θeau: Teneur en eau dans le dallage	(-)	0,07

CARACTERISTIQUES DU SOL		
Type de sol:	Sables limoneux	
θ: Porosité totale	(-)	0,387
θeau: Teneur en eau du sol	(-)	0,03
θair: Teneur en gaz du sol	(-)	0,284
ρ: Densité du sol	(g/cm ³)	1,8
Fco: Fraction de carbone organique dans le sol	(g co/g sol)	14000
K: Perméabilité	m ²	4,54.10 ⁻¹³
LT: Distance entre le toit de la pollution dans les sols et le vide sanitaire	(m)	0,1

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)	2
H: Hauteur de l'organe respiratoire de la cible	(m)	1 (enfants) 1,5 (adultes)

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
Toluène	0,26	302	542	0,752	7,43.10 ⁻⁵
p-, m-xylène	0,271	383	106	0,592	7,31.10 ⁻⁵
Tétrachloroéthylène	1,11	245	150	0,622	7,08.10 ⁻⁵
HC aliph C9-C10	50	3980	5,4	0,864	8,64.10 ⁻⁵
HC aliph C10-C11	120	25 100	0,034	0,864	8,64.10 ⁻⁵

Annexe 9 : 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 plusieurs types de bâtiments (logements étudiants, résidence sénior, parking...) les durées d'exposition pour chacun de ces bâtiments 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.