

2.2 Description de la zone à investiguer

La zone investiguée dans le cadre du présent diagnostic complémentaire correspond à la partie Ouest de l'ancien atelier et magasin principal et la zone des anciens stockages de solvants.

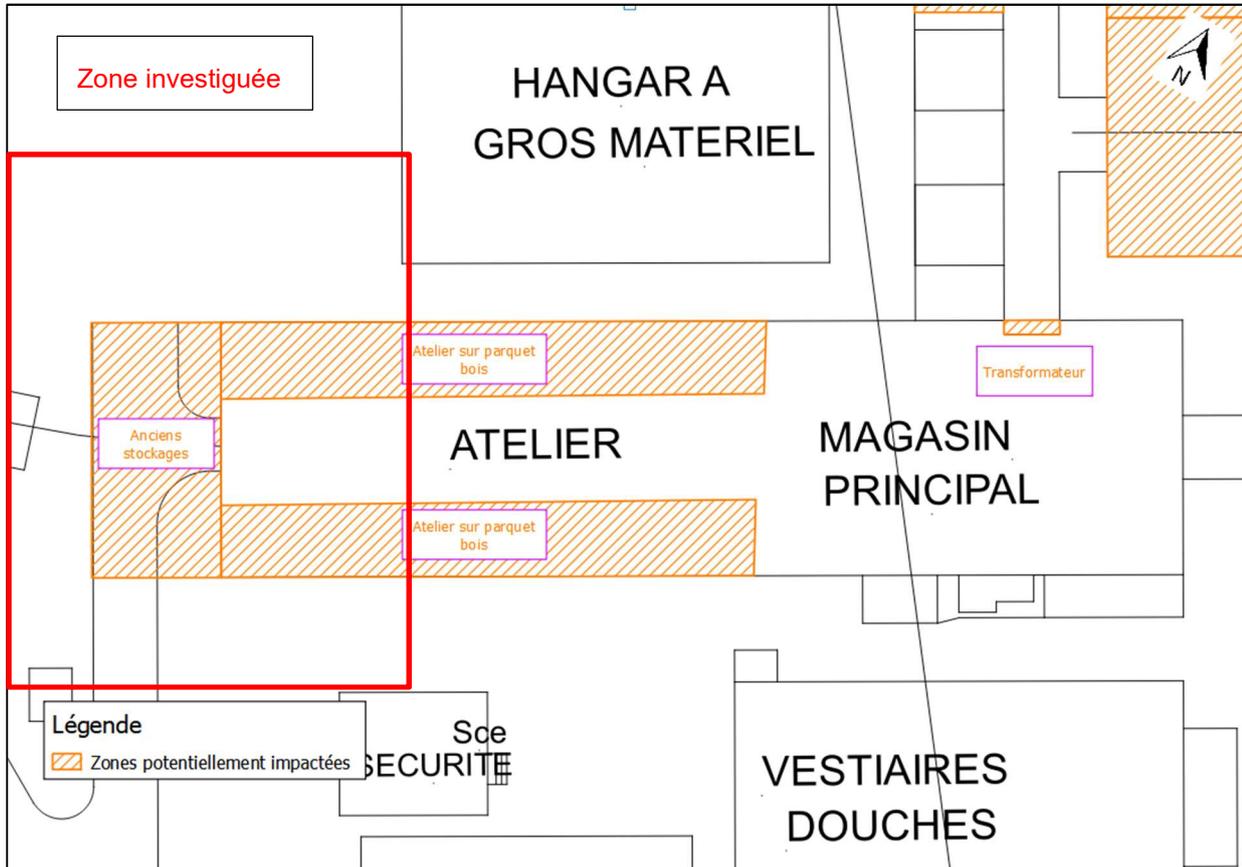


Figure 3 : Installations potentiellement polluantes issues de l'étude historique et documentaire (Rapport GINGER BURGEAP RESICE12518-03 du 11/08/2021)

3. Données disponibles sur l'état des milieux

Ce paragraphe a pour objet de présenter une synthèse des études déjà menées sur le site, avant la réalisation de nouvelles investigations par GINGER BURGEAP en 2023.

3.1 Synthèse de l'étude historique et documentaire

Une étude historique et documentaire, (rapport GINGER BURGEAP RESINE12518-01 « Etude historique, documentaire et de vulnérabilité (INFO) – 5 zones » - du 19.04.2021) a été réalisée en 2021, au droit de 5 parties identifiées du site dans le but d'établir un programme d'investigations en lien avec les informations historiques et les projets envisagés.

Les données recueillies de cette première phase ont permis de montrer que le site a été successivement exploité pour les usages suivants :

- avant 1948 : parcelles agricoles / forêt ;
- à partir de 1952 : centrale de production électrique thermique. La zone d'étude est composée de 5 tranches :
 - les tranches 1 et 2 furent exploitées de 1952 à 1983, date de début de leur démantèlement;
 - les tranches 3 et 4 furent exploitées à partir de 1958. La tranche 4 fut rénovée en 1990 ;
 - la tranche 5 fut exploitée à partir de 1972 .

L'emprise de la zone d'étude de la partie 2 d'une superficie d'environ 28 000 m² comprend :

- le bâtiment « Magasin Décuvage » utilisé pour la vidange des transformateurs avec réservoirs d'huiles enterrés attenants en sa partie nord ;
- le bâtiment « Atelier et magasin principal » utilisé comme ateliers ;
- le bâtiment « Magasin Nord » utilisé pour stockage de pièces en tout genre ;
- le bâtiment « Vestiaires Douches » utilisé par le passé comme vestiaires par le personnel du site ;
- le bâtiment ouvert « Hangar à gros matériel » utilisé actuellement pour le stockage de gypse.

3.2 Synthèse de l'état environnemental des différents milieux

Au droit de cette partie 2 du site, de nombreuses investigations sur les différents milieux ont été réalisées au droit des installations principales et annexes ainsi qu'au droit des sources potentielles de pollution.

Suite à l'identification de sources en COHV, un dispositif de venting a été mis en place au droit du magasin principal en mai 2013. Ce dernier est toujours en fonctionnement et est exploité actuellement par GRS Valtech.

Cette unité permet de fixer sur des charbons actifs les COHV contenus dans les gaz du sol qui sont extraits via le système de venting :

- dans des drains mis en place à faible profondeur dans les sols après rainurage de la dalle des locaux "atelier et magasin" de la centrale avec des débits respectifs de 190 et 110 m³/h ;
- par aspiration en tête du piézomètre REC1, qui est crépiné au droit de la Zone Non Saturée (ZNS), avec un débit de 130 m³/h.

Il existe au droit du site et de la partie 2 une contamination des eaux souterraines par les solvants chlorés, essentiellement en tétrachloroéthylène (PCE) avec une teneur qui fluctue entre 100 et environ 400 µg/l. L'origine de cette pollution serait multiple et non uniquement du fait des activités historiques de cette zone.

Un traitement de la nappe par stripping a été mis en œuvre par la société ANTEA. Ce traitement de la nappe par pompage au niveau de l'ouvrage S5 en limite Est du site est en cours depuis 2015 et a pour but de confiner la pollution sur site.

Pour la suite du plan de gestion, il sera considéré qu'il n'y a aucun usage des eaux souterraines sur la zone d'étude, celle-ci se trouvant à 55 mètres de profondeur et n'étant pas exploitée. De plus des mesures de gestion sont déjà en cours et gérées par le bureau d'étude ANTEA.
Aucune investigation complémentaire sur ce milieu ne sera ainsi réalisée dans l'optique du plan de gestion.

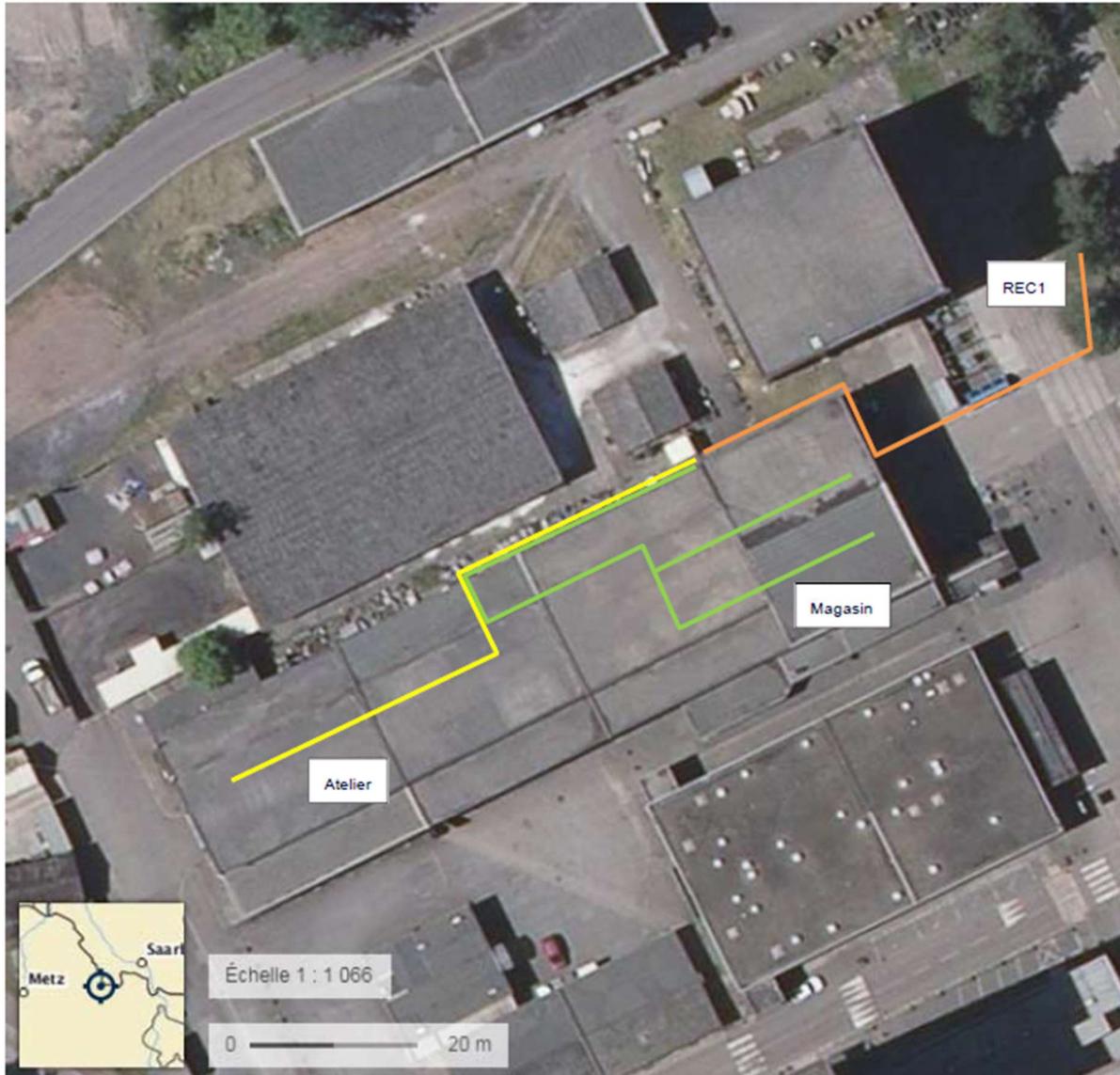


Figure 4 : Dispositif de venting en place au droit du bâtiment Magasin Atelier – Partie 2

En 2020, une EQRS a été réalisée sur la base des prélèvements de gaz du sol (rapport ANTEA référencé A106703/version A, intitulé « Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires du secteur Magasin principal » en date du 23 octobre 2020) montrant que les niveaux de risque sont supérieurs aux seuils de référence, pour les personnes qui fréquenteront le site (futurs employés), essentiellement en raison de la présence de tétrachloroéthylène et de trichloroéthylène dans les gaz du sol. Le site serait toutefois compatible pour un usage industriel/tertiaire sous réserve de la mise en œuvre d'un traitement adapté des dallages béton existants à l'aide d'une résine imperméable aux gaz et en conservant le traitement par venting au droit du magasin principal.

Cette étude recommandait également les points suivants :

- réalisation d'une étude sur une extension du dispositif de venting aux bâtiments « décufrage » et « magasin nord » ;

- réalisation d'une seconde campagne de gaz du sol au droit de l'ensemble des bâtiments ;
- réalisation d'une étude sur la nature des canalisations transitant dans les sols impactés et/ou de prélèvements d'eau au robinet en raison d'une perméation possible des polluants vers ces canalisations (Après échanges avec GAZELENERGIE GENERATION, la position des canalisations enterrées d'alimentation d'eau potable demeure hors emprise des zones polluées identifiées. L'essentiel des amenées en eau potable au niveau des bâtiments est fait par voie aérienne. Cette recommandation est par conséquent inappropriée.).

En 2021, GINGER BURGEAP a été mandaté pour entreprendre la réalisation d'un diagnostic multi-milieux (hors nappe) accompagné d'un plan de gestion au droit de cette partie 2.

Les investigations menées sur le site ont mis en évidence :

- Milieu sol :
 - des impacts concentrés en COHV, principalement PCE, et en moindre mesure en HCT et PCB au niveau des bâtiments Magasin-Atelier et Décuvage (intérieur ou proximité immédiate) ;
- Milieu gaz des sols
 - des COHV, principalement PCE, ont été quantifiés à des teneurs qui dépassent les valeurs de référence air ambiant au droit de PzA7 ;
- Milieu air intérieur :
 - des teneurs inférieures aux valeurs de référence lorsqu'elles existent en hydrocarbures volatils, BTEX, naphthalène et des COHV.

Tableau 3 : Synthèse sur les impacts des milieux au droit de la partie étudiée

Impacts identifiés dans les sols	Impacts identifiés dans les eaux souterraines	Impacts identifiés dans les gaz du sol	Impacts identifiés dans l'air ambiant	Recommandations / remarques
<p>2016 : 37 sondages réalisés au droit ou à proximité des bâtiments magasin principal et décuage.</p> <p>Impact principal en COHV (tétrachloroéthylène) et moindre en HCT, PCB ou trichloroéthylène au niveau du décuage</p> <p>2021 :</p> <p>Diagnostic initial : 24 sondages de sols au carottier battu sous gaine mécanique (0 à 4 m de profondeur)</p> <p>Diagnostic complémentaire : 8 sondages de sols au carottier battu sous gaine mécanique (0 à 3 m de profondeur)</p> <p>Spot en COHV au niveau de la partie Ouest du magasin/atelier au sein des horizons superficiels.</p> <p>Impact en HCT, PCB principalement au nord du bâtiment décuage dans les horizons superficiels</p> <p>Présence de métaux lourds dépassant faiblement les bruits de fond sur quelques sondages</p>	<p>2011 : Impact en COHV (essentiellement en tétrachloroéthylène) sur la nappe au droit des ouvrages REC1 : concentration 210 µg/l</p> <p>2015 : Impact en COHV (essentiellement en tétrachloroéthylène et en moindre mesure en trichloroéthylène et en cis-1,2-dichloroéthylène) sur la nappe au droit du puits REC1 (83,3 µg/l)</p> <p>2019 : Impact sur la nappe au droit de l'ouvrage S5 aval essentiellement en tétrachloroéthylène (concentration qui fluctue entre 180 et environ 300 µg/l)</p>	<p>2009 : Décuage (S3 à D7 et C4 à C6) : Des teneurs importantes en COHV mises en évidence sous le dallage, en particulier au droit de D4 ; aire de lavage, atelier et magasin (PzA2, D1 et D2) : une teneur élevée en COHV a été mise en évidence à proximité de l'aire de lavage de véhicules. Les teneurs obtenues sous dallage à l'intérieur du bâtiment sont également significatives.</p> <p>2016 : Concentration significative en COHV au niveau de l'ouvrage Pza-SC10 et de moindre mesure sur l'ouvrage Pza-S85</p> <p>2020 : 15 subslabs réalisés sur tous les bâtiments (hors magasin principal).: les résultats indiquent un impact significatif en hydrocarbures au droit des points PG10 et PG11 (hangar gypse), en BTEX au droit des points PG10 à PG15 (hangar gypse et magasin nord) et en COHV au droit des points PG5 et PG13 notamment (local décuage et magasin nord)..)</p> <p>2021 : Mise en place de 2 piézaires et prélèvement de 2 échantillons de gaz des sols : Impact en COHV au niveau du magasin/atelier (venting en cours) et au droit du décuage, en liaison avec les impacts sur les sols.</p>	<p>2021 :</p> <p>Réalisation de 6 prélèvements d'air ambiant au droit des bâtiments actuels et d'un air ambiant en extérieur : Traces d'hydrocarbures, BTEX et COHV mais sans dépassement des valeurs de référence.</p>	<p>Investigations à prévoir pour dimensionnement de la zone source sol en COHV</p>

Les données de ces études sont présentées en **Annexe 1**.

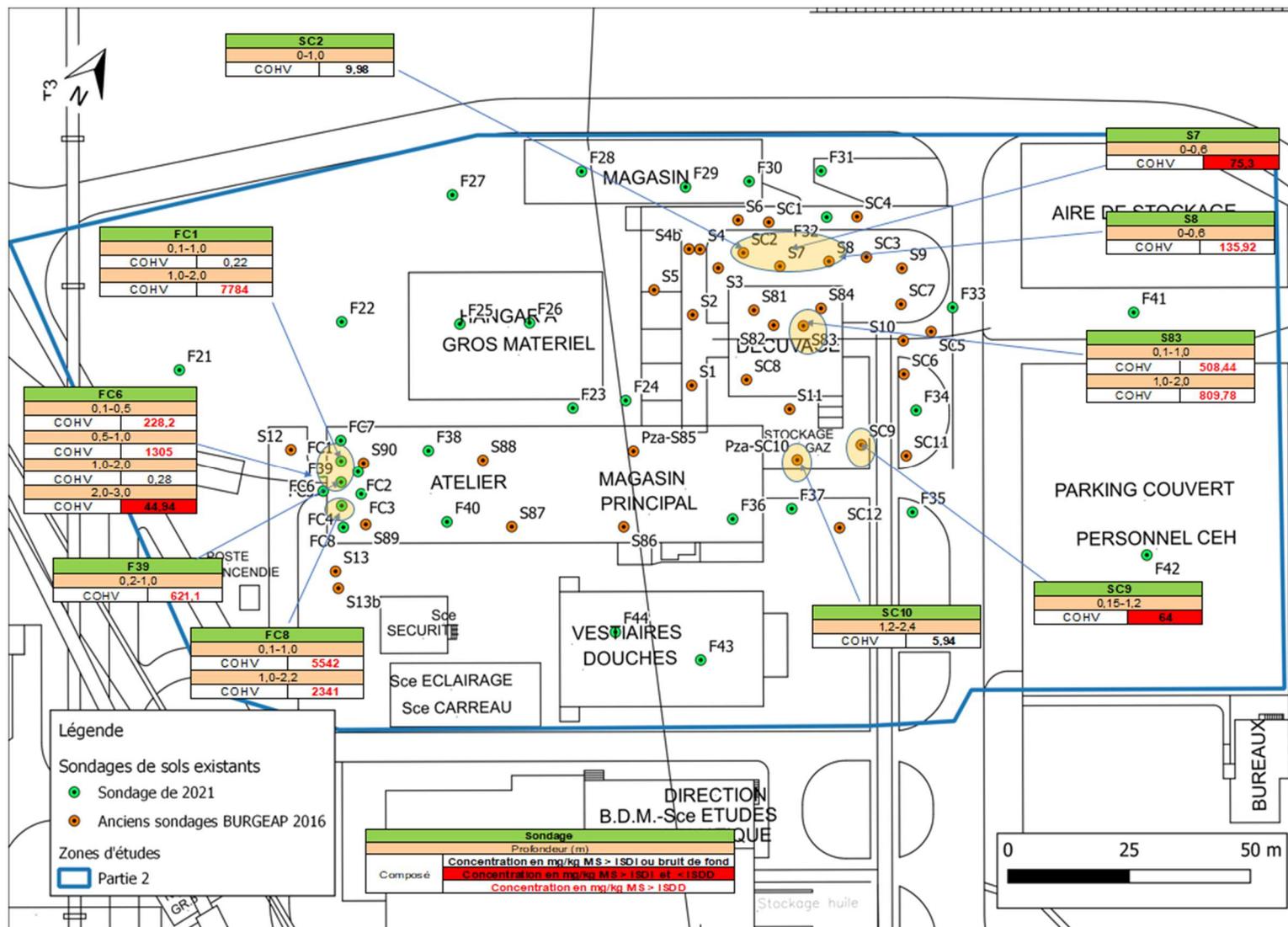


Figure 5 : Cartographie des anomalies en COHV dans les sols – partie 2

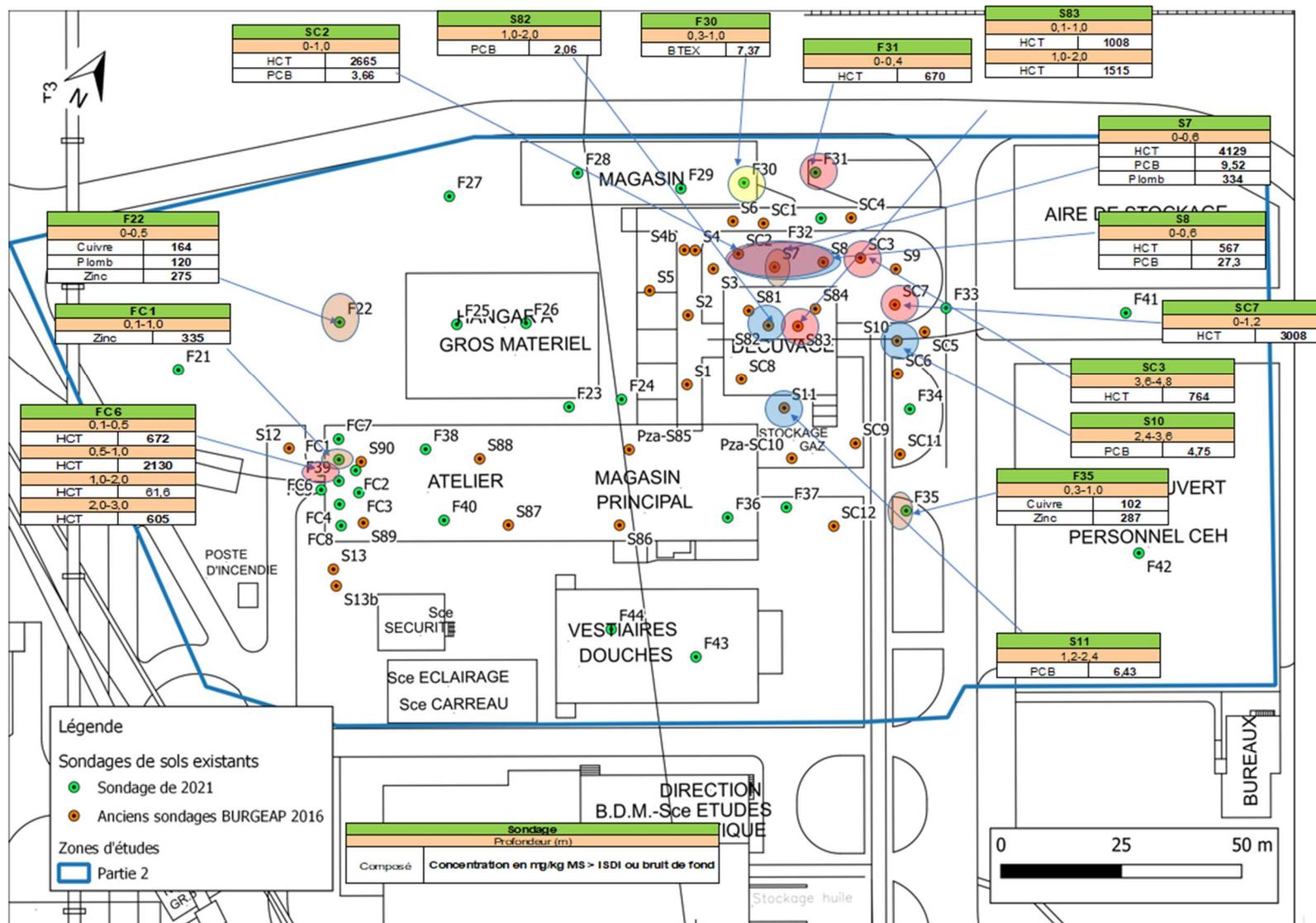


Figure 6 : Cartographie des anomalies en HCT, HAP, BTEX et métaux lourds dans les sols – partie 2

Un plan de gestion, associé à une analyse des risques résiduels (ARR) a été réalisé en 2021 (rapport GINGER BURGEAP RESICE12919-02 du 22/07/2021) afin de déterminer les mesures de gestion à mettre en place pour traiter les zones sources concentrées. La compatibilité du site a été prouvée pour cet usage avec le maintien des bâtiments en place et du dispositif de venting actif depuis 2012.

Les seuils de coupure suivants ont été retenus :

- 1 000 mg/kg MS pour les hydrocarbures totaux ;
- 50 mg/kg MS pour les COHV ;
- 3 mg/kg MS pour les PCB.

Tableau 4 : Géométrie des zones concentrées (plan de gestion de 2021)

Source concentrée HCT, PCB, COHV	Impact en HCT (> 1000 mg/kg MS)	Impact en COHV (> 50 mg/kg MS)	Impact en PCB (> 3 mg/kg MS)	Epaisseur de l'horizon impacté (m)	Superficie (m ²)	Volume de sol (m ³)	Tonnage (t)
Zone SC2- S7/S8	4 129	119,02	27,3	0-1 m	235	235	425
Zone S83	1 515	775,38	-	0-2 m	55	110	200
SC7	3 008	-	-	0-1,2 m	100	120	215
SC9	-	63,72	-	0-1 m	70	70	130
F39	-	621,1	-	0-1 m	85	85	155
FC1	-	7 783,97	-	1-2 m	20	20	36
FC6	2 130	1 305	-	0-1 m	35	35	63
FC8	-	5 542	-	0-2,2 m	70	155	280
Somme					670	830	1504

Le volume total des terres impactées à gérer de manière spécifique est estimé, en première approche, à 830 m³, soit environ 1 500 tonnes. Ce volume s'inscrit dans une superficie à traiter de 670 m².

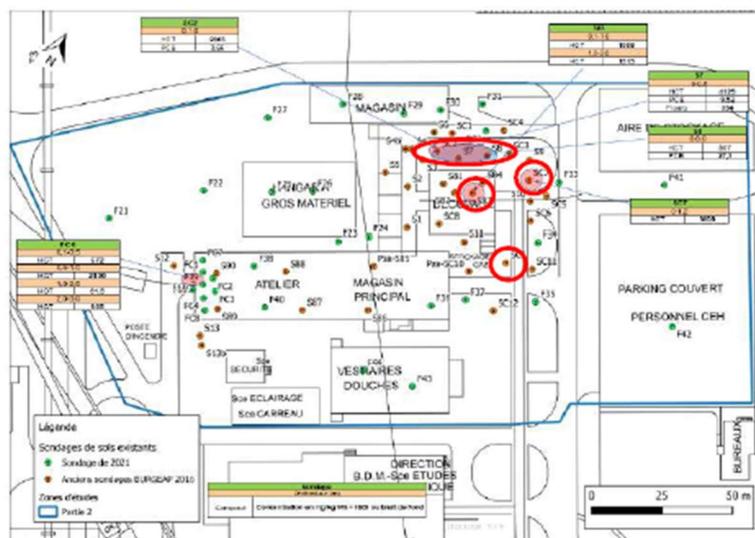
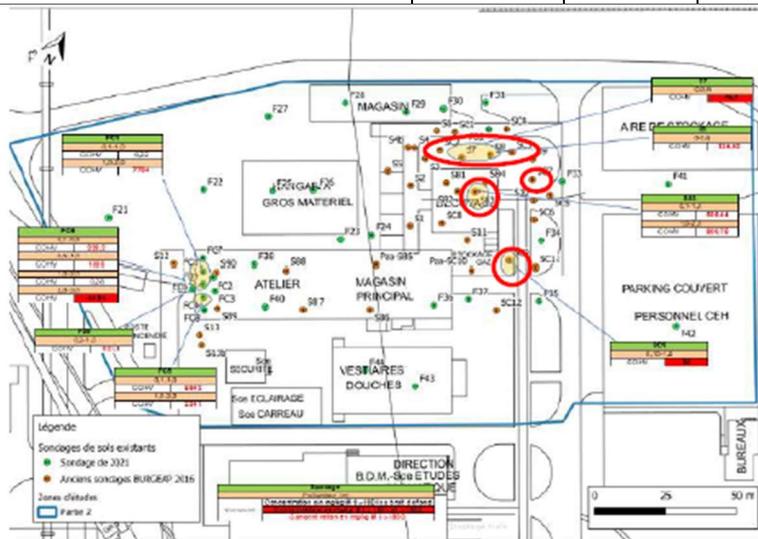
L'étude des différentes techniques de réhabilitation existantes a permis d'identifier que les solutions de gestion les plus adaptées au site seraient :

- Scénario 1 : l'excavation et l'évacuation hors site de toutes zones sources pour traitement en filière adaptée, pour un coût estimé entre 350 et 480 k€ ;
- Scénario 2 : l'excavation et l'évacuation hors site des spots extérieurs et le renforcement du venting au droit des bâtiments « Magasin général » et « décuve », pour un coût estimé entre 240 et 310 k€.

A l'issue du plan de gestion, GAZELENERGIE a entrepris de réaliser des travaux de traitement des spots de pollution concentrée mis en évidence lors des diagnostics (hors spot COHV localisé au niveau du bâtiment « Magasin principal »). Ces zones sont décrites ci-dessous et ont fait l'objet de travaux de la part de la société ORTEC SOLEO (**Annexe 2**).

Tableau 5 : Géométrie des zones concentrées traitées par ORTEC et localisation

Source concentrée HCT, PCB, COHV	Impact en HCT (> 1000 mg/kg MS)	Impact en COHV (> 50 mg/kg MS)	Impact en PCB (> 3 mg/kg MS)	Epaisseur de l'horizon impacté (m)	Superficie (m ²)	Volume de sol (m ³)	Tonnage (t)	Objectif de traitement atteint par ORTEC ?
Zone SC2-S7/S8	4 129	119,02	27,3	0-1 m	235	235	425	Oui
Zone S83	1 515	775,38	-	0-2 m	55	110	200	Oui
SC7	3 008	-	-	0-1,2 m	100	120	215	Oui
SC9	-	63,72	-	0-1 m	70	70	130	Oui
Somme					460	535	970	



(source: Rapport Spécifications Techniques - GAZEL ENERGIE)

Au total 852,54 tonnes de terres polluées ont été évacués en filières agréées via la plateforme ORTEC VALORTERRE de Talange (57), selon la répartition suivante :

- 220,78 tonnes en filière BIO ;
- 420,08 tonnes en filière eq ISDND
- 211,68 tonnes en filière eq ISDD

L'ensemble de ces informations est visible en annexe 2.

4. Investigations sur les sols (A200)

Dans l'objectif de traitement du spot en COHV présent au droit de la partie 2, après purge des spots secondaires réalisés par ORTEC et présentés en pages précédentes, il a été recommandé à la faveur du démantèlement des installations présentes dans les bâtiments en place, de réaliser des investigations complémentaires afin de mieux cerner la zone source de pollution dans un objectif de traitement de cette source de pollution et de mettre à jour le plan de gestion.

4.1 Programme et stratégie d'investigations

Le programme des investigations est présenté dans le **Tableau 6**.

Date d'intervention	07 au 10/03/2023
Prestataire de forage	GINGER CEBTP
Technique de forage	SONIC
Investigations menées	Cf. Tableau 6 et Figure 7 Les sondages ont été suivis en continu par un collaborateur spécialisé de GINGER BURGEAP qui a effectué les prélèvements
Ecarts au programme prévisionnel	Un sondage a été réalisé jusqu'à 7 m de profondeur.
Repli en fin de chantier	Sondages rebouchés avec les déblais de forage. Réfection des surfaces : pas de surface dure traversée. Déchets de chantier : aucun déchet laissé sur place.
Laboratoire d'analyses	EUROFINS accrédité par le COFRAC

Tableau 6 : Investigations et analyses réalisées sur les sols

Milieux reconnus	Investigations							Analyses		
	Prestations /méthode	Localisation	Objectifs	Qté	Prof. (ml)	Total ml	Mesures in situ	Pack ISDI + 8 métaux + COHV MACAOH	COHV MACAOH	Kit méthanol
Sols	Sondage à la SONIC	Au droit et autour de la zone source en COHV	Caractériser la qualité des sols	11	6	66	PID	18	24	42
				1	7	7				
TOTAL Sols				1		73		18	24	42

Les propriétés chimiques des polluants recherchés, les méthodes analytiques, les limites de quantification et le descriptif du flaconnage utilisé figurent en **Annexe 3** et en **Annexe 4**.

4.2 Observations et mesures de terrain

Les terrains recoupés en sondage ont été décrits avant échantillonnage :

- succession lithologique ;
- présence ou non de niveaux jugés suspects (traces de souillures, caractéristiques organoleptiques anormales (odeur, couleur, texture), présence de matériaux de type déchets, mâchefers, verre, bois...);
- présence ou non de composés organiques volatils dans les gaz des sols (évaluée au niveau de chaque échantillon prélevé au moyen d'un détecteur à photo-ionisation (PID) régulièrement calibré).

Les échantillons ont ensuite été sélectionnés pour analyses chimiques en laboratoire (cf. § **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).

4.2.1 Succession lithologique

Au regard des observations réalisées au cours des investigations, la succession des formations géologiques au droit du site est la suivante, de la surface vers la profondeur :

- des remblais sablo-graveleux grisâtres, entre la surface et 1 mètre de profondeur selon les zones ;
- des grès sableux rougeâtres/beiges pouvant présenter des passées argileuses par endroit.

Aucune venue d'eau n'est mise en évidence au droit des sondages.

4.2.2 Niveaux suspects et mesures PID

Les caractéristiques des niveaux suspects et les résultats des tests de terrain positifs (mesures PID) sont reportés dans **Tableau 7**. L'intégralité des observations figure dans les fiches d'échantillonnage de sols rassemblées en **Annexe 5**.

On note que les principales réactions au PID sont relevées au niveau du sondage en limite Ouest du bâtiment magasin-atelier dans les grès superficiels.

4.3 Stratégie et mode opératoire d'échantillonnage

Après le levé de la coupe du sondage, le collaborateur de GINGER BURGEAP a procédé au prélèvement des échantillons de sols les plus représentatifs selon le protocole détaillé ci-après :

- un échantillon pour chaque horizon lithologique homogène ;
- un échantillon par mètre, si l'épaisseur de l'horizon dépasse 1 m ;
- un échantillon de chaque niveau lithologique suspect.

Une fois prélevés, les échantillons ont été conditionnés dans des bocaux d'une contenance de 375 ml.

Dans une optique de préservation des composés volatils, les prélèvements de sols ont été réalisés sur kit méthanol au droit des zones présentant la plus forte réaction au PID.

Les échantillons soumis à analyses en laboratoire ont été choisis en fonction des observations de terrain et/ou de leur proximité d'une installation potentiellement polluante ayant pu avoir un impact sur les milieux étudiés.

Tableau 7 : Niveaux suspects et résultats des mesures de terrain

Sondage	Profondeur	Lithologie	Indices de pollution	Mesure de terrain (concentrations maximales observées – procédure MACAOH mesure par tranche de 20 cm)
S23-1	0-1,0 m	Remblais sableux/grès	-	PID : 14,5 ppmV
	1,0-2,0 m	Grès	-	PID : 19,3 ppmV
	2,0-3,0 m	Grès	-	PID : 2,2 ppmV
	3,0-4,0 m	Grès	-	PID : 25,4 ppmV
	4,0-5,0 m	Grès	-	PID : 22,4 ppmV
	5,0-6,0 m	Grès	-	PID : 40 ppmV
S23-2	0-1,0 m	Grès	-	PID : 7,2 ppmV
	1,0-2,0 m	Grès	-	PID : 12,6 ppmV
	2,0-3,0 m	Grès	-	PID : 18,2 ppmV
	3,0-4,0 m	Grès	-	PID : 40 ppmV
	4,0-5,0 m	Grès	-	PID : 577,7 ppmV
	5,0-6,0 m	Grès	-	PID : 706,4 ppmV
	6,0-7,0 m	Grès	-	PID : 129,3 ppmV
S23-3	0-1,0 m	Grès	-	PID : 7 ppmV
	1,0-2,0 m	Grès	-	PID : 19,9 ppmV
	2,0-3,0 m	Grès	-	PID : 25,4 ppmV
	3,0-4,0 m	Grès	-	PID : 164,6 ppmV
	4,0-5,0 m	Grès	-	PID : 231,4 ppmV
	5,0-6,0 m	Grès	-	PID : 1153 ppmV
S23-4	0-1,0 m	Remblais sableux/grès	-	PID : 0 ppmV
	1,0-2,0 m	Grès	-	PID : 4,8 ppmV
	2,0-3,0 m	Grès	-	PID : 5,7 ppmV
	3,0-4,0 m	Grès	-	PID : 36,3 ppmV
	4,0-5,0 m	Grès	-	PID : 1200 ppmV
	5,0-6,0 m	Grès	-	PID : 8,8 ppmV
S23-5	0-1,0 m	Remblais sableux/grès	-	PID : 104,4 ppmV
	1,0-2,0 m	Grès	-	PID : 164,4 ppmV
	2,0-3,0 m	Grès	-	PID : 875 ppmV
	3,0-4,0 m	Grès	-	PID : 215 ppmV
	4,0-5,0 m	Grès	-	PID : 56,5 ppmV
	5,0-6,0 m	Grès	-	PID : 53,1 ppmV
S23-6	0-1,0 m	Grès	-	PID : >1000 ppmV
	1,0-2,0 m	Grès	-	PID : >3000 ppmV
	2,0-3,0 m	Grès	-	PID : >2000 ppmV
	3,0-4,0 m	Grès	-	PID : >1000 ppmV
	4,0-5,0 m	Grès	-	PID : >1000 ppmV
	5,0-6,0 m	Grès	-	PID : 211ppmV
S23-7	0-1,0 m	Remblais sableux/grès	-	PID : 4,6 ppmV
	1,0-2,0 m	Grès	-	PID : 8,1 ppmV
	2,0-3,0 m	Grès	-	PID : 3,6 ppmV
	3,0-4,0 m	Grès	-	PID : 15,3 ppmV
	4,0-5,0 m	Grès	-	PID : 38,4 ppmV
	5,0-6,0 m	Grès	-	PID : 77,2 ppmV

Sondage	Profondeur	Lithologie	Indices de pollution	Mesure de terrain (concentrations maximales observées – procédure MACAOH mesure par tranche de 20 cm)
S23-8	0-1,0 m	Remblais sableux/grès	-	PID : 2,8 ppmV
	1,0-2,0 m	Grès	-	PID : 16,3 ppmV
	2,0-3,0 m	Grès	-	PID : 67,5 ppmV
	3,0-4,0 m	Grès	-	PID : >1000 ppmV
	4,0-5,0 m	Grès	-	PID : 867 ppmV
	5,0-6,0 m	Grès	-	PID : 28,6 ppmV
S23-9	0-1,0 m	Grès	-	PID : >1000 ppmV
	1,0-2,0 m	Grès	-	PID : 5000 ppmV
	2,0-3,0 m	Grès	-	PID : 392 ppmV
	3,0-4,0 m	Grès	-	PID : >1000 ppmV
	4,0-5,0 m	Grès	-	PID : 248 ppmV
	5,0-6,0 m	Grès	-	PID : 596 ppmV
S23-10	0-1,0 m	Remblais sableux/grès	-	PID : 6,6 ppmV
	1,0-2,0 m	Grès	-	PID : 12,1 ppmV
	2,0-3,0 m	Grès	-	PID : 10,2 ppmV
	3,0-4,0 m	Grès	-	PID : 216 ppmV
	4,0-5,0 m	Grès	-	PID : 8,5 ppmV
	5,0-6,0 m	Grès	-	PID : 32,5 ppmV
S23-11	0-1,0 m	Remblais sableux/grès	-	PID : 5,5 ppmV
	1,0-2,0 m	Grès	-	PID : 35,5 ppmV
	2,0-3,0 m	Grès	-	PID : 17,1 ppmV
	3,0-4,0 m	Grès	-	PID : 80,7 ppmV
	4,0-5,0 m	Grès	-	PID : 18,9 ppmV
	5,0-6,0 m	Grès	-	PID : 37,8 ppmV
S23-12	0-1,0 m	Remblais sableux/grès	-	PID : 0,3 ppmV
	1,0-2,0 m	Grès	-	PID : 1,8 ppmV
	2,0-3,0 m	Grès	-	PID : 5,1 ppmV
	3,0-4,0 m	Grès	-	PID : 12,4 ppmV
	4,0-5,0 m	Grès	-	PID : 17,7 ppmV
	5,0-6,0 m	Grès	-	PID : 17,2 ppmV

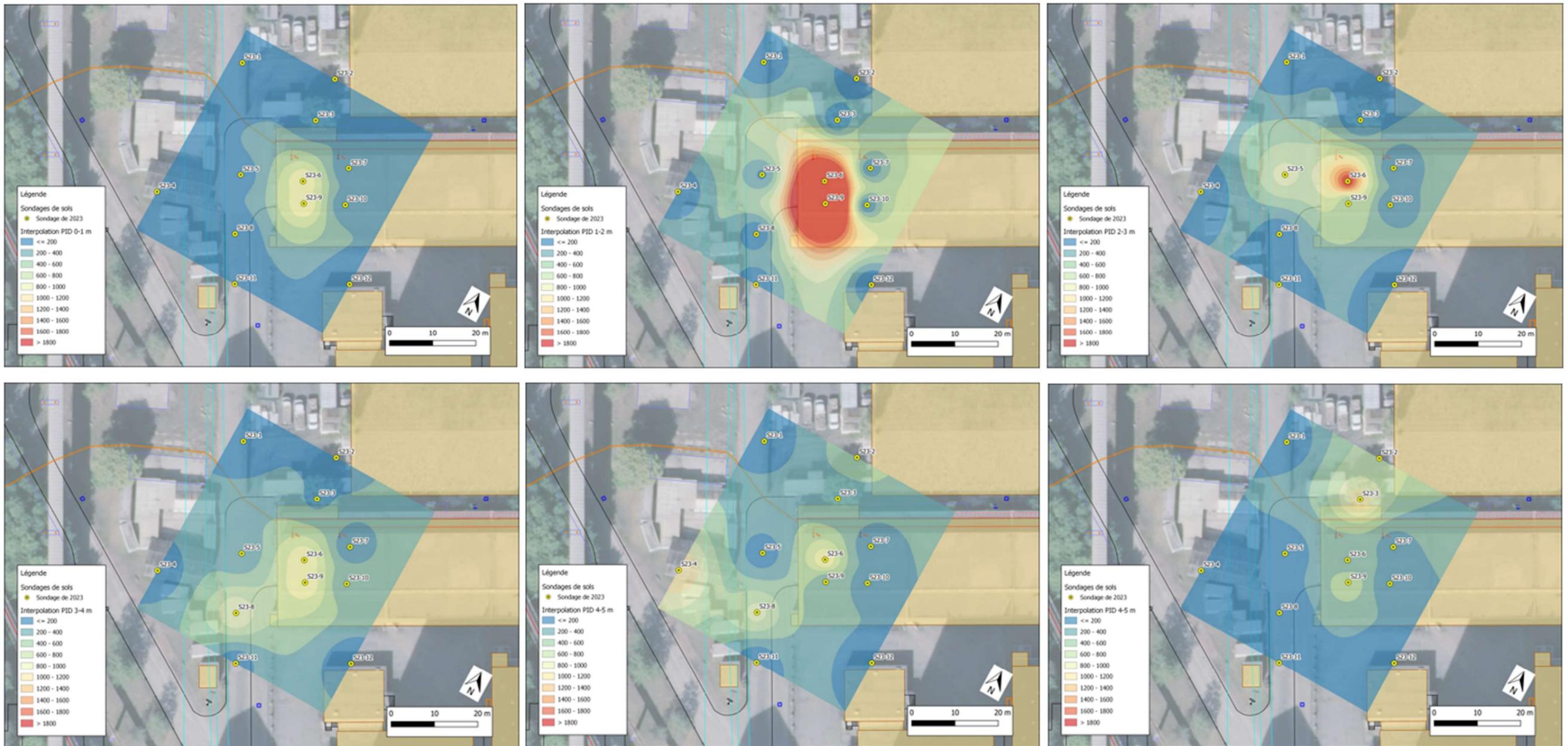


Figure 7 : Localisation des investigations, mesures de terrain et indices de pollution relevés

4.4 Conservation des échantillons

Après description, conditionnement et étiquetage, les échantillons de sol ont été stockés en glacière jusqu'à leur arrivée au laboratoire ou au réfrigérateur dans les locaux de GINGER BURGEAP.

4.5 Valeurs de référence pour les sols

Conformément à la méthodologie en vigueur, les concentrations dans les sols au droit de la zone d'étude ont été comparées en premier lieu à des concentrations caractéristiques de bruit de fond régionaux ou propre à certains contextes (urbain, agricole...). Dans un second temps, l'ensemble des résultats obtenus sur le site sera pris en compte pour évaluer le bruit de fond propre au site pour chaque famille de polluants et déterminer si le site présente des zones de pollution concentrée.

Ces valeurs de comparaison sont présentées dans les premières colonnes des tableaux de présentation des résultats d'analyse.

Métaux et métalloïdes sur sol brut et HAP	<p>Les gammes de concentrations qui seront utilisées pour comparaison sont les concentrations maximales du fond géochimique anthropique et naturel régional définies par le BRGM pour le bassin houiller Forbach- Grosbliederstroff extrait du rapport BRGM RP-50158-FR de juin 2000.</p> <p>Pour le plomb, le Haut Conseil de Santé Publique (HCSP) mentionne une valeur de 300 mg (Pb)/kg sol, comme étant une valeur seuil entraînant un dépistage du saturnisme infantile. Un seuil de vigilance a également été établi à 100 mg/kg de plomb dans les sols. Ces valeurs sont des valeurs de gestion</p>
Autres composés	<p>Pour les autres composés, en l'absence de valeurs caractérisant le bruit de fond, un simple constat de présence ou d'absence a été réalisé en référence à des teneurs supérieures ou inférieures aux limites de quantification du laboratoire.</p>
Gestion des déblais	<p>Les concentrations sur le sol brut et sur l'éluât ont été comparées :</p> <ul style="list-style-type: none"> • aux critères d'acceptation définis dans l'arrêté du 12 décembre 2014 relatif aux déchets inertes ; • à la Décision du Conseil du 19 décembre 2002 « <i>établissant des critères et des procédures d'admission des déchets dans les décharges, conformément à l'article 16 et à l'annexe II de la directive 1999/31/CE</i> » ; • aux valeurs couramment utilisées par les exploitants d'installations de stockage de déchets. Il s'agit ici de données issues de notre expérience et de notre connaissance du marché local¹.

Notons que si une réutilisation des terres est effectivement envisagée, les caractéristiques géotechniques des terrains à réutiliser devront être évaluées par le maître d'ouvrage et l'ensemble des recommandations des guides cités ci-dessus devra être pris en compte.

4.6 Résultats et interprétation des analyses sur les sols

Les résultats d'analyse sont synthétisés dans le **Tableau 8** et le **Tableau 9**

Les bordereaux des analyses réalisées dans le cadre de ce diagnostic sont présentés en **Annexe 6**.

¹ Rappelons que ces critères n'ont pas de valeur réglementaire mais l'acceptation des terres dans un centre de stockage de déchets dépend de l'accord de l'exploitant, dernier décisionnaire quant à l'acceptation des terres au regard de ses arrêtés préfectoraux et de sa stratégie pour l'exploitation de son installation.

Sur sol brut
Métaux et métalloïdes
<ul style="list-style-type: none"> Présence de métaux lourds sans dépassement du bruit de fond local avec détection d'arsenic, chrome, cuivre, nickel, plomb et zinc.
Composés organiques
<ul style="list-style-type: none"> Présence sporadique d'hydrocarbures totaux C10-C40 avec des concentrations relativement faibles et de fractions principales lourdes (contrairement aux précédents diagnostics) sans dépassements des seuils ISDI. Ces derniers sont détectés au droit des sondages S23-6, S23-8 et S23-9. La concentration maximale est relevée sur S23-6 dans les grès entre 1 et 2 m de profondeur et est de 127 mg/kg MS. Présence sporadique de composés COHV (uniquement tétrachloroéthylène) au droit des sondages avec les plus fortes concentrations relevées au droit du sondage S23-6 entre 4 et 5 m de profondeur (3,18 mg/kg MS). Présence sporadique de composés HAP et PCB au droit de quelques échantillons, de l'ordre de la limite de quantification du laboratoire. Présence de traces de PCB au droit du sondage S23-6 entre 1 et 2 m de profondeur. Absence de détection des BTEX.
Sur éluât
<ul style="list-style-type: none"> Dépassement des seuils ISDI pour les fluorures sur 1 des 18 échantillons de sols analysés, principalement au niveau des grès superficiels (S23-11 (1,0-2,0) avec une concentration de 38,2 mg/kg MS). Absence de dépassement des autres paramètres.

Zones de pollutions concentrées identifiées
<ul style="list-style-type: none"> Aucune zone de pollution concentrée complémentaire n'est mise en évidence au droit des sondages complémentaires réalisés. Ces derniers ont été réalisés à la SONIC dans des terrains indurés (grès indurés) et qui a entraîné une montée en température des terrains pouvant possiblement avoir un impact sur la volatilisation des composés volatils tels que les COHV et leur quantification au laboratoire.
Gestion des déblais hors site
<ul style="list-style-type: none"> Au regard de l'arrêté du 12/12/2014 régissant les déchets inertes, les matériaux au droit des sondages S23-2, S23-6 et S23-11 ne sont pas inertes. En cas d'évacuation hors site des matériaux excavés, sur la base des critères d'acceptation des filières de traitement et de leurs caractéristiques physico-chimiques, les filières d'élimination identifiées envisageables sont les suivantes : <p style="text-align: center;"> <input type="checkbox"/> ISDI <input type="checkbox"/> ISDI+ <input checked="" type="checkbox"/> ISDND <input checked="" type="checkbox"/> Biocentre <input type="checkbox"/> Valorisation </p>

Le schéma conceptuel est présenté de façon à visualiser :

- la ou les sources de pollution ;
- les voies de transfert possibles ;
- les milieux d'exposition ;
- les cibles potentielles.

Il est présenté et discuté dans les paragraphes suivants.

Le schéma conceptuel mis à jour à l'issue du diagnostic environnemental du site et pour les usages futurs envisagés est présenté sur la **Figure 8**.

4.7 Géologie et hydrogéologie

► Contexte géologique et lithologique

Succession lithologique au droit du site :

- remblais, présents de la surface à 0,5 m de profondeur,
- zone d'altération des grès (grès fracturés, sables), jusqu'à environ 40 m,
- grès indurés, jusqu'à 60 m.

► Contexte hydrogéologique

Il existe une nappe dans les grès vosgiens ; son niveau se situe vers 60 m de profondeur. Compte tenu de l'absence de couche imperméable la surmontant, cette nappe est considérée comme vulnérable face à une éventuelle pollution du fait d'une activité polluante provenant du site.

Cette nappe est majoritairement exploitée pour des usages industriels. Elle reste toutefois sensible vis-à-vis d'une pollution du site.

4.8 Synthèse des impacts dans les différents milieux – tous diagnostics confondus (hors zones traitées par ORTEC en février 2022)

La compilation des investigations réalisées a mis en évidence les impacts suivants :

- Milieu sol :
 - Impact significatif en COHV en partie Ouest du bâtiment Magasin/Atelier ;
 - Présence de métaux lourds dépassant faiblement le bruit de fond au droit de sondages extérieurs ;
- Milieu gaz du sol :
 - Impact en COHV, HCT et BTEX ;
- Air ambiant :
 - Présence de COHV, HCT et BTEX ;
- Eaux souterraines :
 - Nappe impactée en COHV au droit du secteur étudié (information issue des données historiques).

Les investigations réalisées ont mis en évidence les impacts suivants, représentés sous forme de tableau :

Tableau 10 : Synthèse des impacts mis en évidence

Source caractérisée	Sondages / échantillons associés	Impacts identifiés dans les sols	Impacts identifiés dans les eaux souterraines	Impacts identifiés dans les gaz des sols	Impacts identifiés dans l'air ambiant
Atelier/magasin	F39	Impact en COHV	Nappe contenant des COHV (zone source principale) – issue des données historiques	Impact en COHV, venting en cours	Présence de COHV, BTEX et HCT en faibles concentrations

Les zones traitées par ORTEC-SOLEO entre décembre 2021 et février 2022 sont exclues de la synthèse des impacts car considérées comme assainies comme reporté dans le rapport d'exécution fourni en annexe 2

4.9 L'usage des milieux

4.9.1 Usage pris en compte

L'usage pris en compte est un usage comparable à la dernière période d'activité, mais avec démolition de l'ensemble des bâtiments.

L'usage retenu reste de type industriel.

4.9.2 Enjeux/cibles à considérer

Les enjeux à considérer **sur site** sont les futurs usagers du site (travailleurs).

4.10 Voies de transferts depuis les milieux impactés vers les milieux d'exposition

Au droit des espaces recouverts, la voie de transfert à considérer est la volatilisation des composés volatils.

Un transfert des polluants depuis les sols vers les eaux souterraines est à prendre en compte. Aucun usage de la nappe n'est toutefois retenu sur le secteur d'étude.

Hors site, le transfert des polluants considéré est la migration dans les eaux souterraines.

4.11 Voies d'expositions

La sélection des voies d'exposition ainsi que l'argumentaire de cette sélection sont présentés dans le tableau ci-après :

Tableau 11 : Voies d'exposition retenues

VOIES D'EXPOSITION	Magasin principal et atelier	RAISON DE LA SELECTION
	Adultes travailleurs	
Inhalation de polluant sous forme gazeuse	Oui	Du fait de la présence de composés volatils dans les sols, les gaz du sol.
Inhalation de polluant adsorbé sur les poussières du sol	Non	En raison de la couverture des sols (dallage, bâtiments, zone enherbée), l'inhalation de poussières ne peut plus se produire
Inhalation de vapeur d'eau polluée*	Non	Selon les informations fournies par GazelEnergie, les conduites d'amené d'eau potable ne traversent pas des sols contaminés et leur tracé dans la zone d'étude est aérien (hors sol).
Ingestion d'eau contaminée		Par conséquent, les personnes travaillant sur site ne peuvent pas être exposées via les conduites d'amenée d'eau potable. Pour les nouveaux aménagements, les conduites AEP seront mises en place dans des sables propres ou seront en matériaux anti-perméation
Ingestion directe de sol et/ou de poussières	Non	En raison de la couverture des sols (dallage, bâtiments), l'ingestion directe de sol et/ou de poussières ne peut plus se produire
Ingestion d'aliments d'origine végétale cultivés sur ou à proximité du site	Non	Absence de culture actuellement et dans le futur sur site ou dans le voisinage
Ingestion d'aliments d'origine animale à partir d'animaux élevés ou pêchés à proximité du site	Non	Absence d'élevages actuellement et dans le futur sur site ou dans le voisinage
Absorption cutanée de sols et/ou de poussières	Non	Absence de relations dose-réponse dans la littérature scientifique**
Absorption cutanée d'eau contaminée (bain, douche, baignade en gravière)	Non	Absence de relations dose-réponse dans la littérature scientifique**
Absorption cutanée de polluant sous forme gazeuse	Non	Voie d'exposition négligeable devant la voie inhalation de vapeur. Absence de relations dose-réponse dans la littérature scientifique

* voie d'exposition considérée par la comparaison entre les concentrations dans les eaux utilisées et les concentrations maximales admissibles dans les eaux potables (voir paragraphe des investigations sur les eaux souterraines).

** Les expositions par contact cutané avec les sols ne sont pas considérées dans la présente étude compte tenu de l'absence de valeur toxicologique de référence pour cette voie d'exposition. En effet, comme cela est préconisé dans la note d'information N° DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014, en l'absence de connaissance des effets potentiels des substances étudiées par voie cutanée, la transposition de la valeur toxicologique établie par voie orale n'est pas effectuée

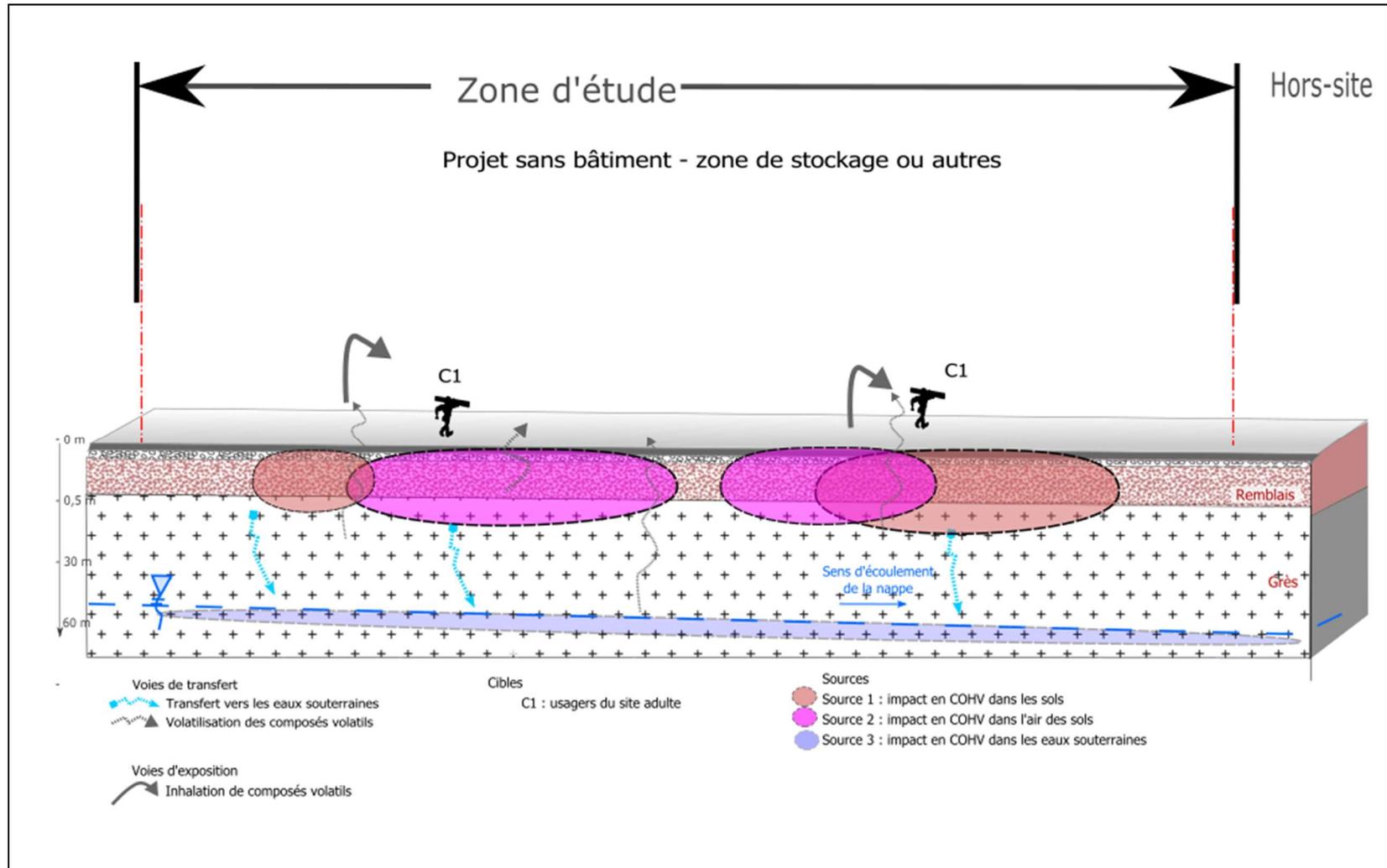


Figure 8 : Schéma conceptuel mis à jour

5. Détermination des zones de pollution concentrée

5.1 Méthodologie nationale

5.1.1 Principes

La méthodologie nationale des sites et sols pollués d'avril 2017 stipule que « Lorsque des pollutions concentrées sont identifiées (flottants sur les eaux souterraines, terres fortement imprégnées de produits, produits purs...), la priorité consiste d'abord à déterminer les modalités de suppression des pollutions concentrées plutôt que d'engager des études pour justifier leur maintien en l'état, en s'appuyant sur la qualité dégradée des milieux ou sur l'absence d'usage de la nappe ».

A l'issue des différentes études réalisées sur le site, il s'avère nécessaire de mettre en œuvre des mesures de gestion concernant les impacts organiques identifiés sur le site. D'une manière générale, ces mesures peuvent consister en :

- des travaux de traitement des sources de pollution concentrée conformément à la méthodologie nationale de 2017 ;
- des mesures organisationnelles (gestion en phase chantier, surveillance) pour veiller à la bonne mise en œuvre de ces prescriptions ;
- la mise en œuvre de paramètres constructifs spécifiques (vide de construction, vide sanitaire, canalisation anti-perméation, membrane étanche, recouvrement des sols...) ;
- la proposition de restrictions d'usage éventuelles.

Ces travaux nécessitent la prise en compte des pollutions chimiques des sols mises en évidence et donc leur remise en état. La remise en état d'un site n'a pas pour objectif d'éliminer toute trace de polluants dans les sols mais de ramener la qualité du sous-sol dans un état sanitaire compatible avec sa reconversion, ce qui suppose la détermination d'objectifs de traitement tant sur le plan technique que sur le plan économique.

En effet, lorsqu'ils ne sont pas techniquement irréalisables, ces objectifs ne doivent pas engendrer des investissements financiers disproportionnés par rapport à la valeur foncière du site.

5.1.2 Notion de sources - transfert - cibles

Pour qu'il y ait un risque sanitaire, il faut qu'existent simultanément une source de pollution, un moyen de transfert de celle-ci et une cible (ou un enjeu).

Généralement, une source de pollution peut être un dépôt de déchets ou de produits liquides, des sols ou un aquifère pollué, des rejets aqueux ou atmosphériques.

Le transfert d'une pollution entre la source et la cible peut se faire par écoulement gravitaire, par percolation des pluies, par ruissellement de surface, par migration suivant l'écoulement des nappes phréatiques, par dispersion du vent, par dégazage de l'air.

Enfin, la cible (ou l'enjeu) d'une pollution sera :

- soit une population, exposée directement au contact de la pollution ou indirectement via un captage d'eau par exemple ;
- soit une ressource naturelle à protéger (nappe phréatique, réserve écologique...).

Pour supprimer le risque sanitaire, il est possible d'agir sur la source et/ou la voie de transfert et/ou la cible :

- agir à la source consiste à réduire ou éliminer le stock de polluants en éliminant des déchets, en traitant les sols ou la nappe phréatique, en contrôlant les rejets ;
- supprimer une voie de transfert, par exemple en confinant une pollution dans un « sarcophage » étanche ou recouvrir un sol pollué par des métaux (hors Hg volatil) avec de la terre saine, un revêtement de bitume ou construire un sous-sol ou un vide sanitaire.

5.1.3 Zone de pollution concentrée

Sur la base des principes édictés dans la méthodologie nationale d'avril 2017 relative à la gestion des sites pollués, la réhabilitation d'un site nécessitera dans tous les cas de procéder à des travaux ayant à minima pour objectif de traiter les « zones de pollution concentrée », à savoir :

- les cuves, canalisations, cavités, dans lesquelles ont pu s'accumuler des produits indésirables ;
- les sols présentant de fortes anomalies de concentration.

La notion de « forte anomalie de concentration » dépend de la qualité générale du site.

Une pollution concentrée est définie comme le volume de milieu souterrain à traiter, délimité dans l'espace, au sein duquel les concentrations en une ou plusieurs substances sont significativement supérieures aux concentrations de ces mêmes substances à proximité immédiate de ce volume.

Une « forte anomalie de concentration » peut également définir un seuil à partir duquel les risques sanitaires deviennent inacceptables.

L'interprétation des résultats de diagnostics doit être faite selon :

- les constats de terrain/indices organoleptiques ;
- une méthode d'interprétation cartographique ;
- la réalisation d'un bilan massique.

Dans le cadre des investigations **sur la partie 2**, étant donné que des impacts en HCT, COHV, PCB sont présents dans les sols, la définition des zones de pollution concentrée devra reposer sur la notion de « seuils de coupure » (seuils de concentration à partir duquel il est économiquement intéressant de dépolluer).

Ces seuils de coupure, qui délimitent une zone de pollution concentrée, sont déterminés selon a minima deux méthodes concordantes, parmi :

- Méthode 1 : interprétation des constats de terrain ;
- Méthode 2 : interprétation cartographique ;
- Méthode 3 : étude de la distribution des polluants au droit du site ;
- Méthode 4 : bilan massique ;
- Méthode 5 : détermination de la présence d'une phase organique dans les sols (utilisation du logiciel OREOS) ;
- Méthode 6 : approche géostatistique.

Dans le présent plan de gestion, les méthodes 1 et 2 seront appliquées, en association avec les méthodes 3 et 4.

Ces différentes approches et les seuils de coupure ainsi déterminés sont présentés dans les paragraphes suivants.

5.2 Détermination des seuils de coupure

5.2.1 Applicabilité aux composés à l'origine des impacts

Le plan de gestion et la détermination des seuils de coupure sera établi et appliqué aux composés ayant été identifiés et quantifiés lors des diagnostics à savoir les COHV et les HCT.

5.2.2 Interprétation des constats de terrain (méthode 1) et approche cartographique (méthode 2)

Cette approche des constats de terrain est simple à mettre en pratique et consiste à interpréter les constats effectués lors des investigations sur les sols, les gaz des sols et les eaux souterraines.

Ces constats sont par exemple :

- observation visuelle des sols, de l'eau (couleur, texture, sol imbibé de phase organique, présence de déchets...);
- mesures semi-quantitatives de composés volatils (PID, Dräger);
- détection de présence de phase organique flottante (LNAPL) ou coulante (DNAPL) dans un piézomètre et définition de son épaisseur;
- profondeur des observations et mesures citées ci-dessus.

Ces informations permettent notamment d'appréhender l'étendue spatiale des anomalies :

- couches de terrain présentant visuellement des anomalies fortes;
- présence de phase organique dans les sols ou dans les eaux souterraines.

L'approche cartographique croise les constats de terrains aux analyses réalisées en laboratoire sur les différents milieux de façon à obtenir une interprétation cartographique des zones dans lesquelles une pollution concentrée est présente.

Des coupes de terrain ont été établies par profondeur depuis la surface jusqu'à 6 m de profondeur (dernier échantillon contaminé) par intervalle de 1 m. Ces profils ont permis de délimiter des zones sur le site avec les hypothèses suivantes :

- pour l'extension horizontale, on suppose que la limite se situe à équidistance des points de sondages pollués et non pollués;
- pour l'extension verticale, on remarque d'une manière générale que les spots sont définis dans les premiers mètres.

Les emprises des zones de pollution sont représentées sur les **Figures 16 à 18**.

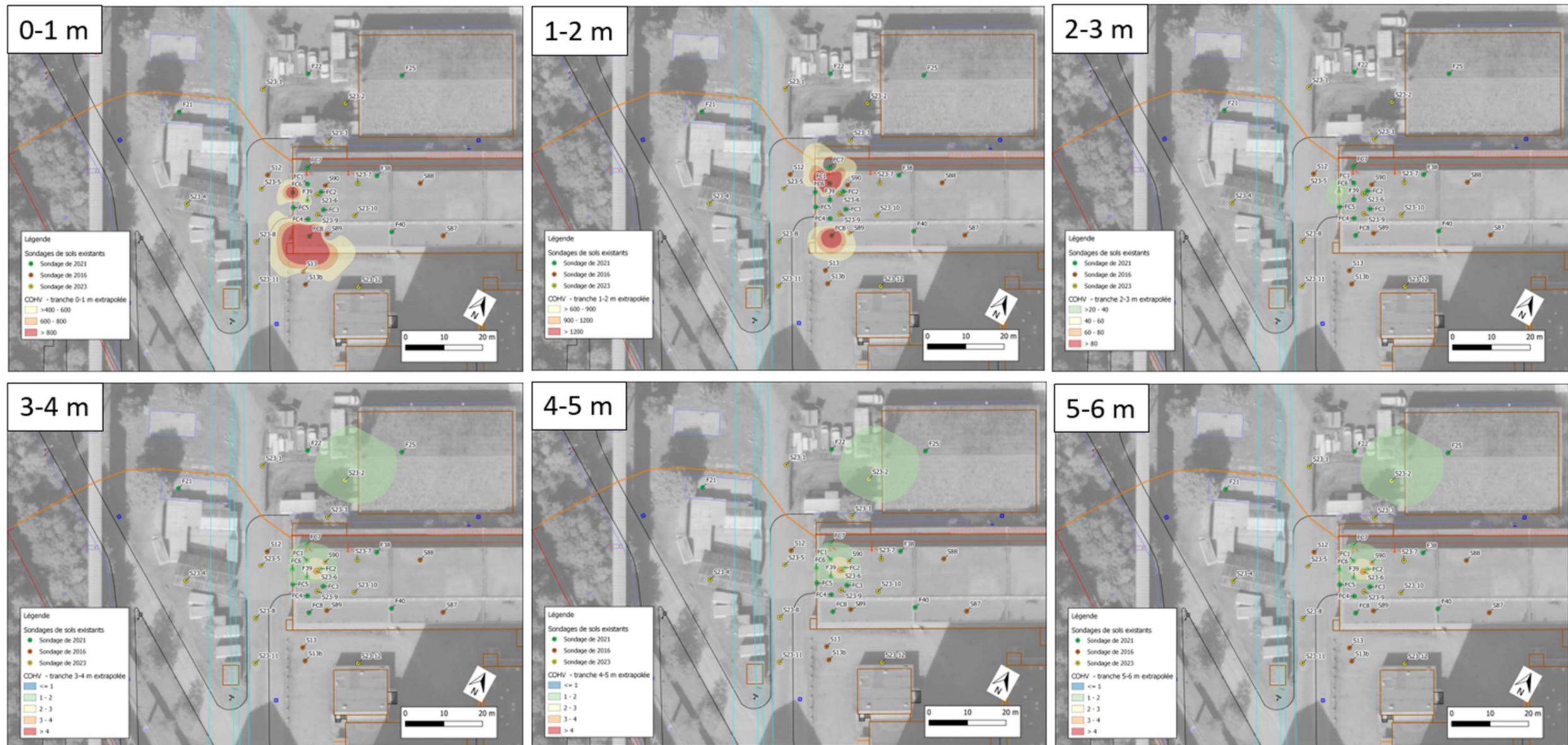


Figure 9 : Localisation des anomalies ponctuelles et des zones sources de pollution concentrée en COHV (mg/kg.MS) (extrapolation) – Partie 2

► **Bilan :**

Il ressort de cette approche l'identification de zones impactées et centrées autour des sondages F39 /FC1 / FC6 / FC8/ S23-6 et aux profondeurs de 0-4m.

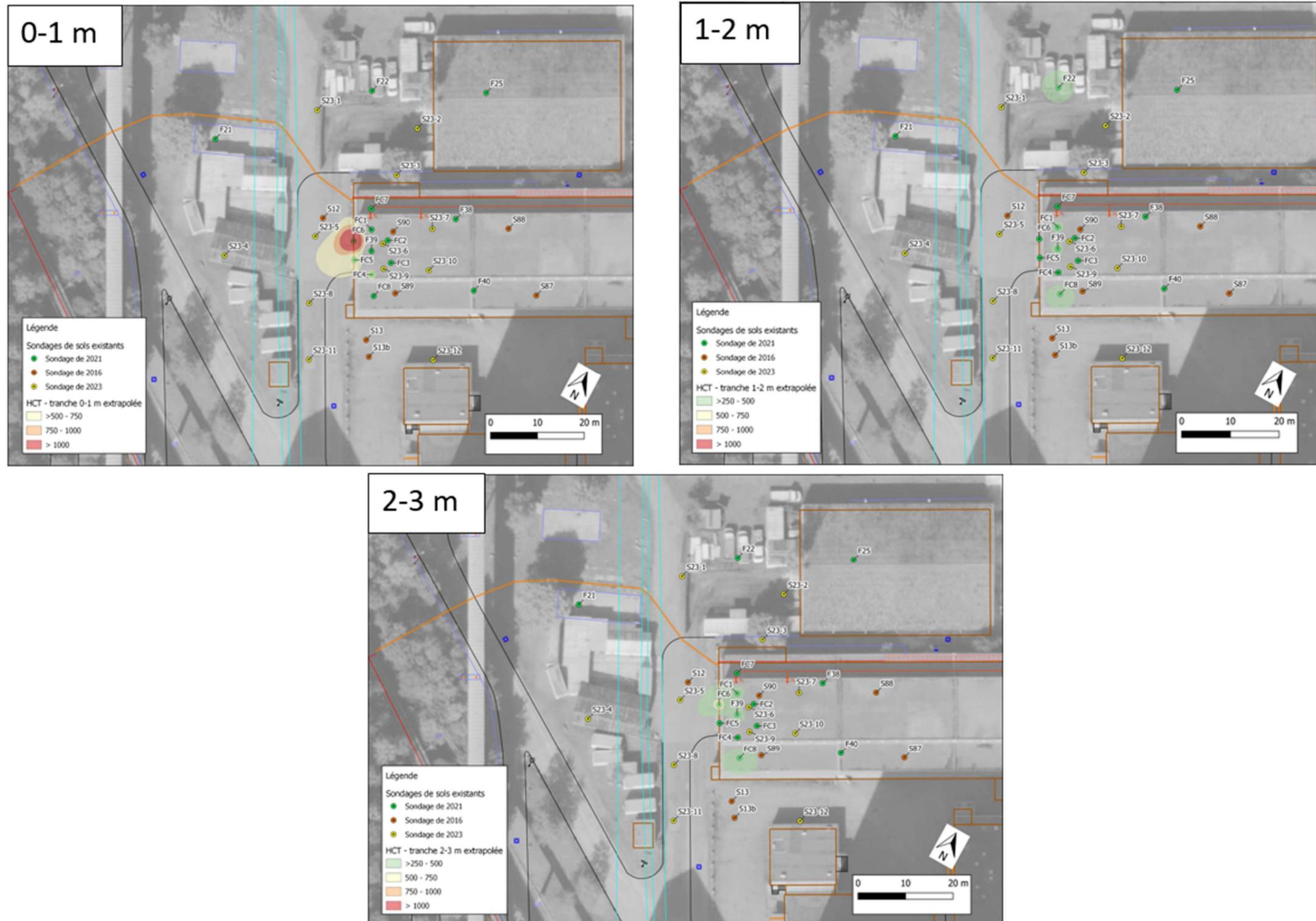


Figure 10 : Localisation des anomalies ponctuelles et des zones sources de pollution concentrée en HCT (mg/kg.MS) (extrapolation) – Partie 2

► **Bilan :**

Il ressort de cette approche l'identification de zones impactées et centrées autour du sondage FC6 aux profondeurs de 0-1 m.

5.2.3 Etude de la distribution des polluants au droit du site (Méthode 3)

Cette approche permet de caractériser le bruit de fond et/ou les concentrations anormales, en un polluant ou une famille de polluants, car significativement différentes de la distribution des concentrations de ce polluant ou famille de polluant (nuage de points).

Cette méthode doit permettre de distinguer les différentes populations de valeurs présentes et in fine de proposer un seuil de coupure (matérialisé par une rupture de pente) pour la pollution concentrée.

L'étude de la distribution des polluants s'appuie sur plusieurs démarches :

- détermination des concentrations maximales, moyennes, médianes et quelques percentiles ;
- analyse des fréquences d'occurrence des concentrations [=f(concentration)].

La démarche a été réalisée sur les HCT et les COHV et les résultats sont présentés dans le **Tableau 12** et sur les **Figures 12 à 13**.

Tableau 12 : Critères statistiques des données pour les HCT et les COHV

	Médiane	Percentile 60	Percentile 70	Percentile 80	Percentile 90	Maximum	Nbre données
Somme des hydrocarbures C10-C40	22,6	50	70	190	410	2130	55

	Médiane	Percentile 60	Percentile 70	Percentile 80	Percentile 90	Maximum	Nbre données
Somme des COHV	0,2	0,2	0,2	0,7	4,8	7783,97	76

A noter, que les données disponibles pour les HCT et les COHV sont suffisamment abondantes pour valider la représentativité de cette méthode (population HCT: 55 échantillons ; population COHV: 76 échantillons).

Sur la base des observations graphiques de l'étude de la distribution des polluants, le seuil de coupure définissant la zone concentrée est établi pour :

- les HCT entre 350 et 600 mg/kg.MS ;
- les COHV entre 40 et 100 mg/kg.MS.

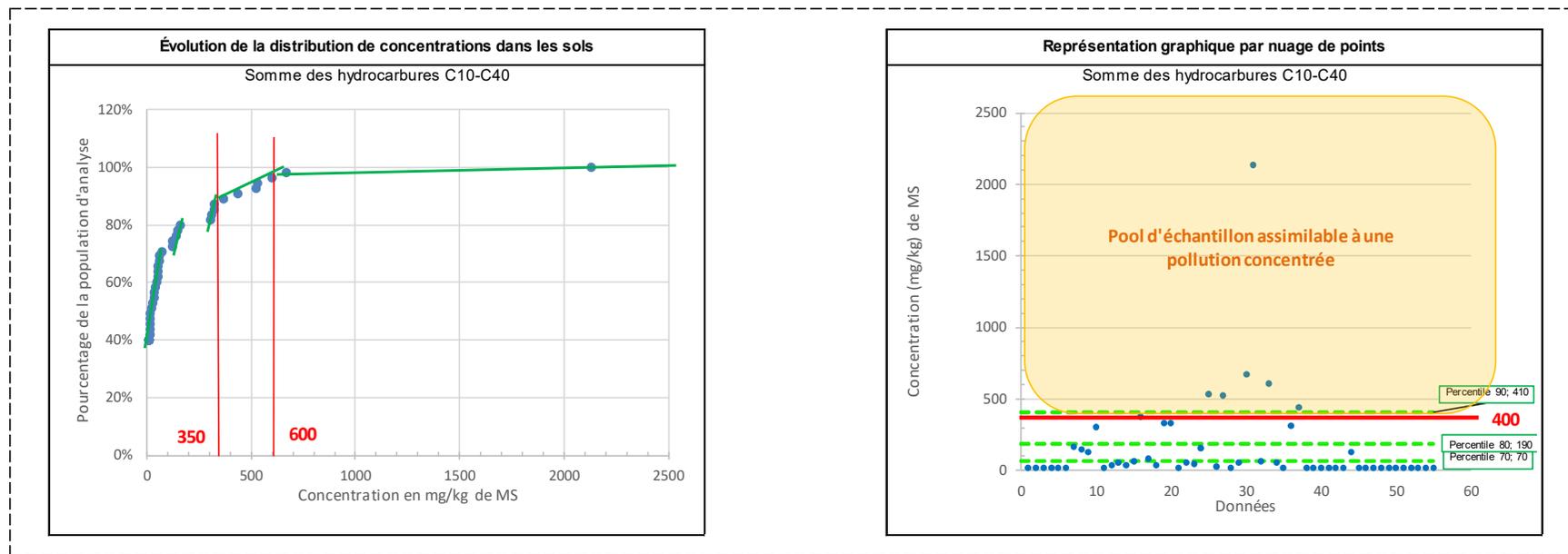


Figure 11 : Distribution des résultats d'analyses pour les HCT – Partie 2

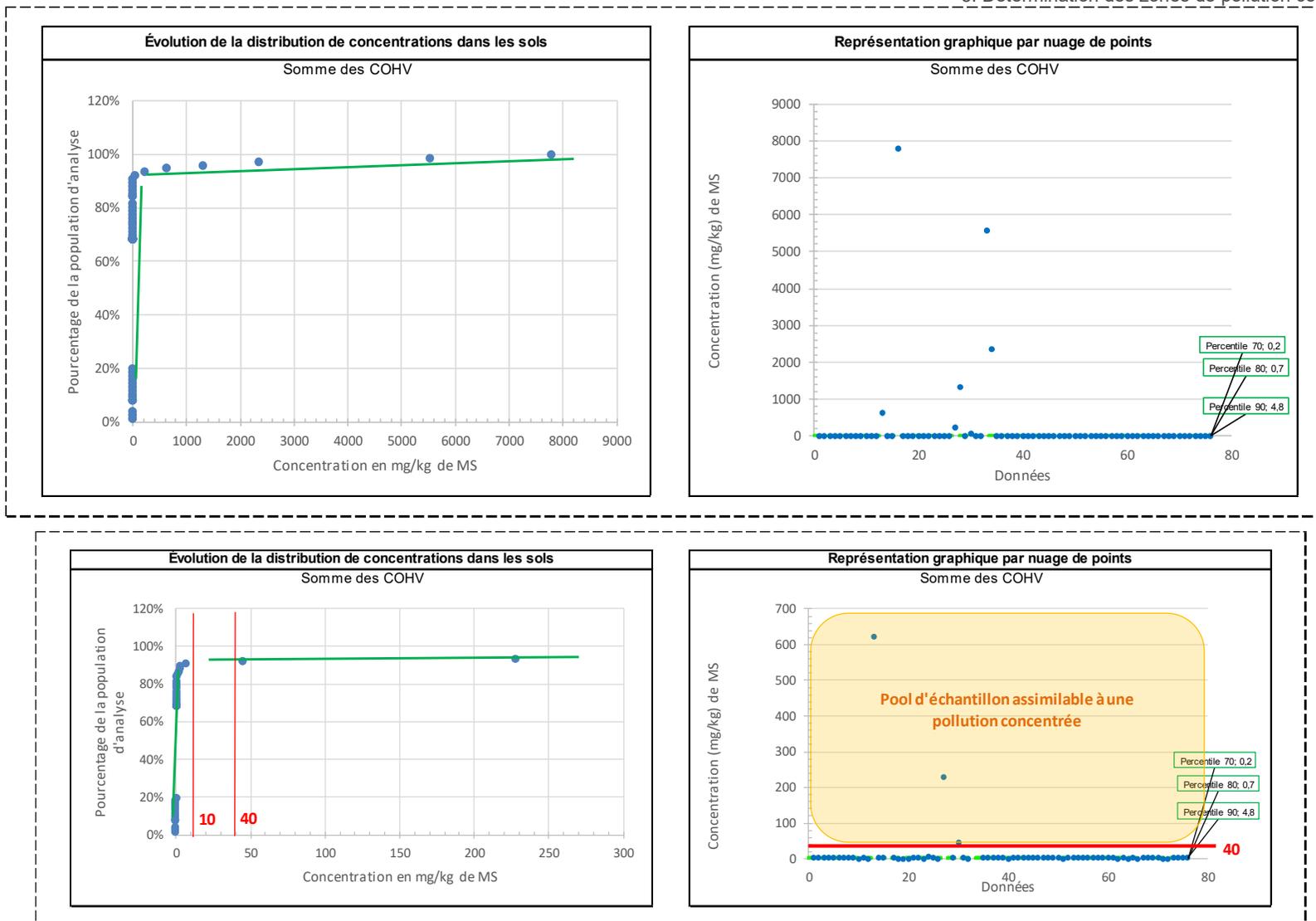


Figure 12 : Distribution des résultats d'analyses pour les COHV – Partie 2

5.2.4 Approche par bilan massique (Méthode 4)

Cette approche consiste à déterminer le volume à traiter permettant à la fois de supprimer une quantité significative de polluant (et donc de ses impacts) tout en restant économiquement acceptable.

Afin de définir les zones de pollution concentrées qu'il faudrait traiter, le principe de Pareto appelé également la loi du 80/20, est appliqué.

Ce principe est extrait du guide du BRGM « Définir la stratégie de dépollution : approche basée sur la masse de polluant et la capacité de relargage d'une pollution » (rapport BRGM RP-64350-FR de février 2016) et est expliqué ci-dessous :

- modéliser la répartition spatiale de la pollution, aussi bien horizontalement que verticalement afin de définir des courbes d'iso-concentrations pour chaque horizon jugé pertinent ;
- calculer les volumes de sol correspondant à chaque plage de concentration (définie par chaque couple de courbes d'iso-concentrations) ;
- calculer la masse de polluant présente dans chaque volume, à partir de la densité apparente du sol (estimé à 1,8 dans les calculs) et de la concentration moyenne de la plage de concentration considérée ;
- étudier la répartition des pourcentages de volume de sol et de la masse de polluant en fonction des plages de concentrations et définir le seuil de coupure théorique (correspondant au retrait d'une quantité significative de polluant tout en traitant un volume limité de sol).

Le volume total de sol considéré est celui de la zone impactée, emprise divisée en mailles représentées chacune par un sondage, sur la profondeur maximale étudiée jusqu'à 4 m à 5 m pour certaines zones.

Pour les concentrations en hydrocarbures C10-C40, COHV et PCB identifiées sur le site d'étude, l'évolution des pourcentages du volume de sol et des pourcentages de masse de polluant a été tracée en fonction des plages de concentrations choisies. Le seuil de coupure « théorique » correspond à la concentration pour laquelle les deux courbes sont les plus éloignées l'une de l'autre.

Cette approche consiste en premier lieu à évaluer le stock de polluant rattaché à des volumes donnés du milieu souterrain. Dans un second temps, elle permet de déterminer le volume minimal/optimal à traiter pour réduire significativement la quantité de polluant dans le milieu souterrain, donc réduire in fine les impacts à un coût acceptable au regard des enjeux à protéger.

Les résultats sont présentés dans le **Tableau 13** et la **Figure 13** pour les hydrocarbures et le **Tableau 14** et la **Figure 14** pour les COHV.

Les seuils de coupures théoriques déduits des calculs réalisés sont les suivants :

- pour les hydrocarbures C10-C40 = 500 mg/kg MS (26% de la masse de polluant traité en ne traitant que 2 % du volume de sol) ;
- pour les COHV = 50 mg/kg MS (99 % de la masse de polluant traité en ne traitant que 2 % du volume de sol).

Tableau 13 : Données pour la détermination du seuil de coupure des hydrocarbures totaux par bilan massique (principe de Pareto) – partie 2

Intervalles de concentrations mg/kg MS	Seuil de coupure (mg/kg MS)	Moyenne concentrations (mg/kg MS)	Volume de l'intervalle (m3)	Masse de polluant dans l'intervalle en kg	Volume de sol mis en traitement (m3)	Volume de sol mis en traitement (%)	Volume de sol dans l'intervalle / volume total	Masse de polluant dans l'intervalle / masse totale de polluant	Masse de polluant cumulée (kg)	Masse de polluant cumulée (%)	Ratio
				(Dsol= 1,8)							
Tranche >0 / <=50	0	19	3 698	128	4 994	100%	74%	22%	585	100%	0,30
Tranche >50 / <=100	50	62	612	68	1 296	26%	12%	12%	457	78%	0,95
Tranche >100 / <=150	100	131	267	63	684	14%	5%	11%	389	66%	2,01
Tranche >150 / <=200	150	158	70	20	417	8%	1%	3%	326	56%	2,42
Tranche >200 / <=350	200	318	162	93	347	7%	3%	16%	306	52%	4,88
Tranche >350 / <=500	350	405	84	61	185	4%	2%	10%	213	36%	6,21
Tranche >500 / <=1000	500	583	85	89	102	2%	2%	15%	153	26%	8,96
Tranche >1000 / <=2500	1000	2 130	17	63	17	0%	0%	11%	63	11%	32,72
TOTAL			4 994	585			100%	100%			

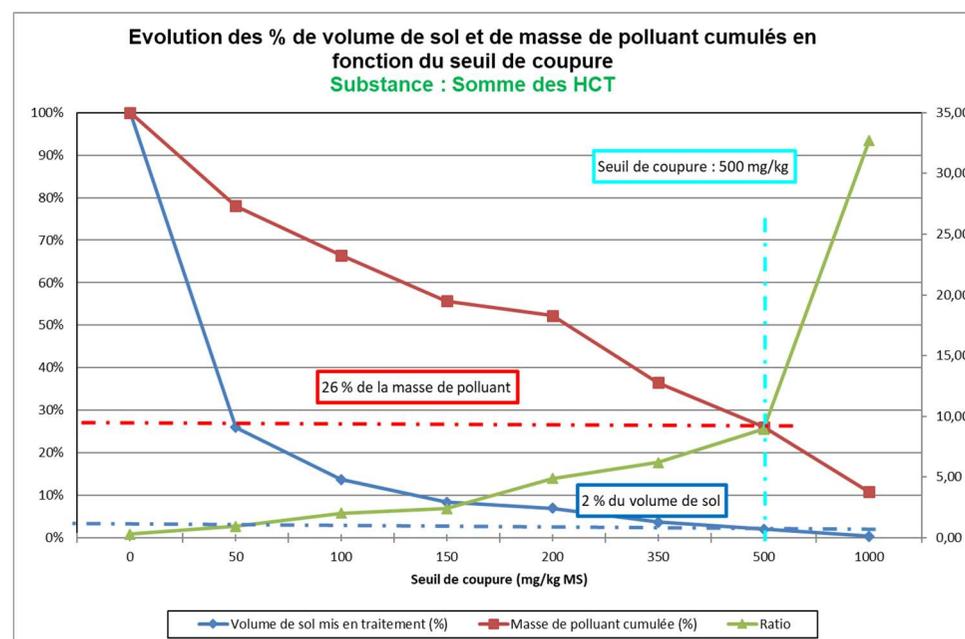

Figure 13 : Détermination du seuil de coupure des hydrocarbures totaux par bilan massique (principe de Pareto)

Tableau 14 : Données pour la détermination du seuil de coupure des COHV totaux par bilan massique (principe de Pareto) – partie 2

Intervalles de concentrations mg/kg MS	Seuil de coupure (mg/kg MS)	Moyenne concentrations (mg/kg MS)	Volume de l'intervalle (m3)	Masse de polluant dans l'intervalle en kg	Volume de sol mis en traitement (m3)	Volume de sol mis en traitement (%)	Volume de sol dans l'intervalle de volume / volume total	Masse de polluant dans l'intervalle / masse totale de polluant	Masse de polluant cumulée (kg)	Masse de polluant cumulée (%)	Ratio
				(Dsol= 1,8)							
Tranche >0 / <=1	0	0	8 059	3	8 545	100%	94%	0%	1 104	100%	0,00
Tranche >1 / <=5	1	3	256	1	486	6%	3%	0%	1 101	100%	0,04
Tranche >5 / <=10	5	6	20	0	230	3%	0%	0%	1 100	100%	0,09
Tranche >10 / <=50	10	45	33	3	210	2%	0%	0%	1 100	100%	0,63
Tranche >50 / <=250	50	228	13	5	177	2%	0%	0%	1 097	99%	3,18
Tranche >250 / <=1000	250	621	11	13	164	2%	0%	1%	1 091	99%	8,65
Tranche >1000 / <=4000	1000	1 823	86	283	153	2%	1%	26%	1 079	98%	25,39
Tranche >4000 / <=8000	4000	6 663	66	796	66	1%	1%	72%	796	72%	92,80
TOTAL			8 545	1 104			100%	100%			

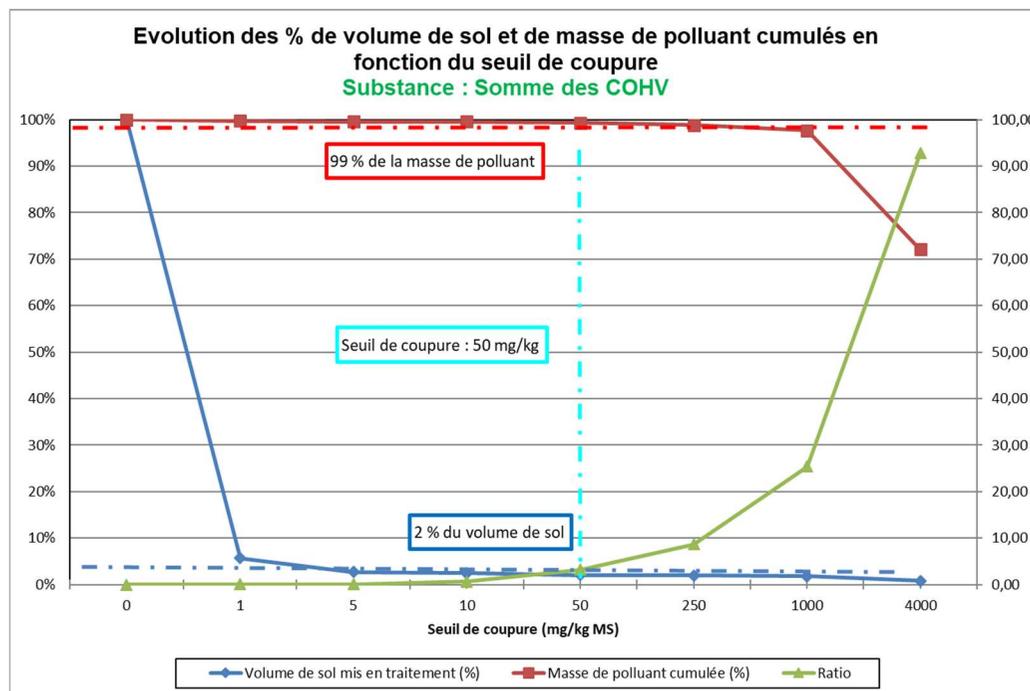


Figure 14 : Détermination du seuil de coupure des COHV par bilan massique (principe de Pareto)

5.3 Bilan des approches étudiées pour la détermination des seuils de coupure – partie 2

Les différentes méthodes étudiées indiquent les seuils de coupure suivants, pour les composés étudiés.

Tableau 15 : Seuils de coupure définis selon les différentes méthodes

Seuil de coupure (mg/kg MS)	Méthode 1 : investigations de terrain	Méthode 2 : interprétation cartographique	Méthode 3 : distribution des polluants	Méthode 4 : bilan massique
HCT	-	500	400-600	500
COHV	-	400-600 (en surface) 20-40 (en profondeur)	10-40	50

Compte tenu de ces différentes valeurs, par la suite, nous retiendrons donc les seuils de coupure suivants :

- 500 mg/kg MS pour les hydrocarbures totaux C10-C40 ;
- 50 mg/kg MS pour les COHV.

La représentation cartographique des zones de pollution concentrée a été reprise et adaptée pour y faire figurer les seuils de coupure pour chaque composé.

Le **Tableau 16** et la **Figure 15** illustrent l'emprise des zones concentrées établies à partir des paragraphes précédents et des seuils de coupure.

Tableau 16 : Géométrie des zones concentrées

Source concentrée HCT, COHV	Impact en HCT (> 500 mg/kg MS)	Impact en COHV (> 50 mg/kg MS)	Epaisseur de l'horizon impacté (m)	Superficie (m ²)	Volume de sol (m ³)	Tonnage (t) – densité 1,8
F39	-	621,1	0-1 m	20	20	35
FC1	-	7 783,97	1-2 m	25	25	45
FC4	530	-	0-1 m	30	30	55
FC5	526	-	0-0,5 m	50	25	45
FC6	2 130	1 305	0-1 m	35	35	65
	605	44,94	2-3 m		35	65
FC8	-	5 542	0-2,2 m	90	200	360
Somme				250	370	670

Le volume total des terres impactées à gérer de manière spécifique est estimé, en première approche, à 370 m³, soit environ 670 tonnes. Ce volume s'inscrit dans une superficie à traiter de 250 m².

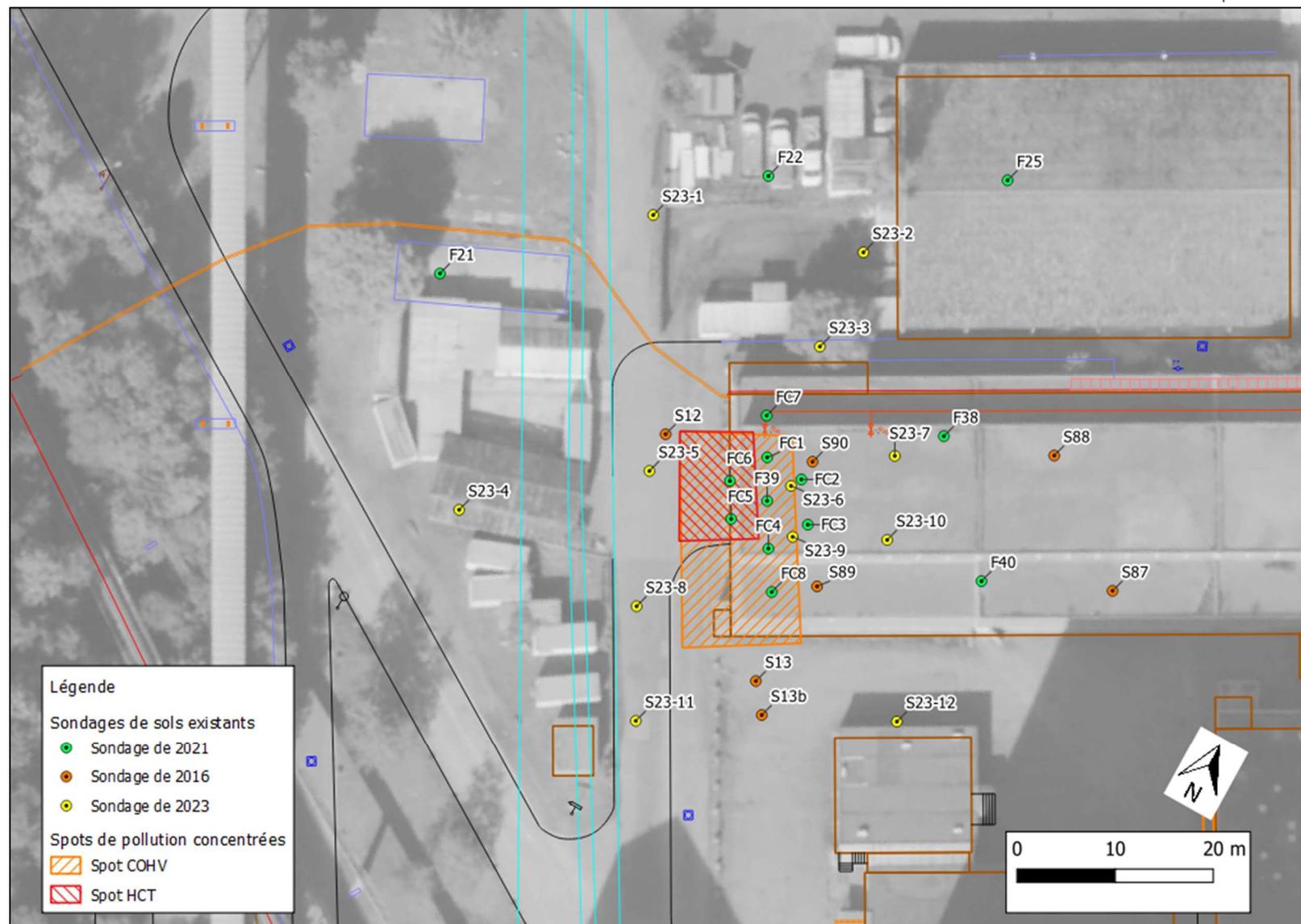


Figure 15 : Localisation des zones de pollution concentrée, application des seuils de coupe, pour les HCT et COHV

6. Plan de gestion du site

6.1 Méthodologie

Les objectifs généraux de la réhabilitation du site ont été déterminés en référence à :

- la méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués rédigée par la Direction générale de la Prévention des Risques, Bureau du sol et du sous-sol, en avril 2017 ;
- le guide méthodologique du BRGM « Quelles techniques pour quels traitements – Analyse coûts-bénéfices » de juin 2010 ;
- l'expérience de GINGER BURGEAP et les retours d'expérience de la profession sur les techniques de dépollution ;
- le guide ADEME « Taux d'utilisation et coût des différentes techniques et filières de traitement des sols et des eaux souterraines pollués en France » d'octobre 2014.

Les objectifs du plan de gestion sont de proposer et de justifier la stratégie de réhabilitation à mettre en œuvre pour d'une part supprimer ou réduire les stocks de polluants présents dans le milieu souterrain et d'autre part restaurer la compatibilité entre la qualité des milieux au droit du site et l'usage futur, conformément à la méthodologie nationale de gestion des sites pollués du 19 avril 2017.

Il s'agit donc :

- de traiter autant que possible, techniquement et économiquement, la (les) zone(s) concentrée(s) mise(s) en évidence, indépendamment de toute notion de risques ;
- pour la pollution résiduelle restant en place après le traitement des zones concentrées :
 - de maîtriser et surveiller sur le long terme la migration de la pollution résiduelle vers l'extérieur du site ;
 - de proposer des dispositions constructives, des précautions et/ou des restrictions d'usage garantissant que la pollution résiduelle ne génère pas de risque vis-à-vis des usages et de la nappe ;
- de valider, du point de vue sanitaire, les mesures de gestion proposées en fonction des aménagements et des usages pris en compte.

Le plan de gestion est réalisé sur la base des informations recueillies au cours des études précédentes, des reconnaissances complémentaires, de l'aménagement (projet, stade d'avancement et schéma(s) conceptuel(s) associés).

L'objectif du plan de gestion est d'atteindre le meilleur niveau de protection de l'environnement, humain et naturel, à un coût raisonnable, tout en évitant de mobiliser des ressources inutilement démesurées au regard des intérêts à protéger.

6.2 Contraintes liées aux projets et aux impacts identifiés

Les caractéristiques des impacts ou les contraintes liées au projet, identifiées à l'issue des diagnostics vont conditionner en partie les scénarios de gestion envisageables sur le site :

- espace disponible : l'espace disponible hors emprise bâtiment est très limité ;
- terres impactées : zone non saturée accessibles et à faible profondeur mais pour certaines au droit de bâtiments destinés à être conservés.

6.3 Objectifs de réhabilitation pour les solutions de traitement

Compte tenu de l'absence de risques sanitaires inacceptables dans la situation actuelle, les seuils de coupure peuvent constituer des objectifs de réhabilitation en cas de solution par excavation des sols.

Dans le cas de traitement in situ, les objectifs de traitement considérés viseront un abattement des concentrations dans les gaz du sol dans les limites technico-économiques

6.4 Sélection des techniques de traitement applicables au site

6.4.1 Présélection des techniques de traitement (hors coût)

Les techniques de traitement sont de trois types :

- in-situ : traitement de la pollution en place dans le milieu où elle se trouve ;
- sur site : traitement sur le site après avoir extrait le matériau pollué (sol) ;
- hors site : traitement dans une filière spécialisée du matériau pollué extrait.

Dans la plupart des cas, il n'existe pas de schéma type de traitement mais diverses techniques éprouvées pourront être associées pour obtenir un résultat quantifiable. Le traitement pourra être adapté en cours de réhabilitation pour optimiser son efficacité. Cependant, une simplicité dans la mise en œuvre du traitement sera recherchée : une technique simple et éprouvée est toujours préférable à une technique sophistiquée qui limiterait le nombre d'entreprises répondant à une consultation et qui complexifierait la maintenance du dispositif.

Dans un premier temps, une présélection des techniques de traitement a été réalisée afin d'identifier celles potentiellement applicables au site, tenant compte des critères sus mentionnés.

Une revue initiale des technologies disponibles est faite conformément aux traitements listés dans la norme AFNOR X31-620-3 et 4. Le tableau suivant liste les solutions de gestion adaptées à la problématique (surlignées en vert dans le **Tableau 17**).

Tableau 17 : Synthèse des techniques de traitement envisageables

Codification AFNOR (NFX31-620-4)	TECHNIQUE	Adapté à la problématique		Raison pour laquelle la technique N'EST PAS ADAPTE à la problématique												Critère de décision ou d'orientation des solutions de gestion
		Oui	Non	Polluant				Nature du milieu				Autres critères d'exclusion				
				Constante de Henry (H)	Presion de vapeur (Pv)	Réactivité	Phase libre mobile	ZS	ZNS	Perméabilité (K)	Teneur en matière organique	Limitation liée au pH, au redox, O2 dissous, aux donneurs ou accepteurs d'électrons	Absence d'action sur la source	Accessibilité de la source	Impératif de temps	
C311 Techniques de traitement in situ (avec traitement sur site des polluants récupérés)																
Méthodes physiques par extraction de la pollution in situ																
C311a	Ventilation de la zone non saturée in situ (venting)	X														
C311b	Extraction multiphase in situ		X										X			
C311c	Barbotage in situ / sparging in situ		X													
C311d	Pompage et traitement in situ		X										X			
C311e	Pompage et écrémage in situ		X										X			
C312 Méthodes physiques par piégeage de la pollution in situ																
C312a	Confinement par couverture et étanchéification in situ		X										X			
C312b	Confinement vertical in situ		X										X			
C312c	Piège hydraulique ou confinement hydraulique in situ		X										X			
C312d	Solidification/stabilisation in situ		X										X			
C313 Méthodes chimiques in situ																
C313 a	Lavage in situ		X													
C313b	Oxydation chimique in situ		X													
C313c	Réduction chimique in situ		X													
C314 Méthodes thermiques in situ																
C314a	Désorption thermique in situ		X												Zones distinctes à traiter sur le site	
C315 Méthodes biologiques in situ																
C315a	Biodégradation dynamisée (ou atténuation naturelle dynamisée) in situ		X													
C315b	Bioventing in situ		X													
C315c	Biosparging in situ		X													
C315d	Phytoremédiation in situ		X													
C316 Autres techniques in situ																
C316a	Barrière perméable réactive in situ - système mur		X								X					
C316b	Barrière réactive in situ - système porte		X								X					
C321 Techniques de traitement sur site (avec traitement sur site des polluants récupérés)																
Méthodes physiques par évacuation de la pollution sur site																
C321a	Excavation des sols sur site	X														
C321b	Tri granulométrique sur site		X													
C321c	Lavage à l'eau sur site		X													
C322 Méthodes physiques par piégeage de la pollution sur site																
C322a	Encapsulation sur site		X										X			
C322b	Solidification/ stabilisation sur site		X										X			
C324 Méthodes thermiques sur site																
C324b	Désorption thermique sur site		X											X		
C325 Méthodes biologiques sur site																
C325a	Bioréacteur sur site		X											X	X	
C325b	Biotitre sur site		X											X	X	
C325d	Landfarming sur site		X											X	X	

Suite à cette étape de tri, les techniques qui semblent le mieux convenir pour le traitement de la zone de pollution concentrée sur le site sont :

- excavation des sols puis traitement hors site;
- ventilation de la zone non saturée.

6.4.2 Description des techniques retenues

6.4.2.1 Excavation et traitement hors site - Code AFNOR C321a



Excavation et traitement hors site (C321 a)



Principe



Cette technique consiste à excaver une source de pollution délimitée accompagnée d'actions complémentaires afin de traiter et/ou stocker les terres excavées. Il s'agit de la méthode la plus radicale, la plus simple et souvent la plus rapide pour supprimer une source de pollution.

Comment ça marche?

Sur la base des investigations réalisées, un plan du maillage de terrassement est effectué en fonction de la qualité des terres inertes ou polluées suivant la nature du polluant et le degré de pollution.

Un tri est réalisé sur terrain et suivant un maillage prédéfini, sous contrôle d'un ingénieur environnementaliste. Les terres excavées sont ensuite orientées vers un stockage temporaire avant transfert vers les installations de stockage/traitement ou évacuées directement vers ces filières.



Comment on fait?

Travaux préparatoires / Excavation

Au démarrage du chantier, des aires de stockage temporaires étanches peuvent être aménagées pour une meilleure gestion des flux. Durant les travaux de terrassement, un tri des terres est réalisé en fonction de leur degré de pollution avec une orientation vers les zones stockages spécifiques (observations organoleptiques, mesures PID ou analyses de laboratoire).

Dans certains cas, un tri granulométrique (concassage / criblage) permet d'optimiser les quantités de terres à traiter. Dans certains cas, les travaux d'excavation devront être réalisés avec blindage des fouilles et/ou talutage. Si les eaux souterraines sont interceptées par les excavations, une gestion spécifique de ces eaux est à prévoir.

Evacuation

Un certificat d'acceptation préalable (CAP) doit être établi préalablement à l'évacuation des terres vers la filière choisie.

L'évacuation des déblais devra être accompagnée de l'établissement des bordereaux de suivi de déchets (BSD) pour chaque camion, confirmant la traçabilité de l'évacuation des déchets issus du site.

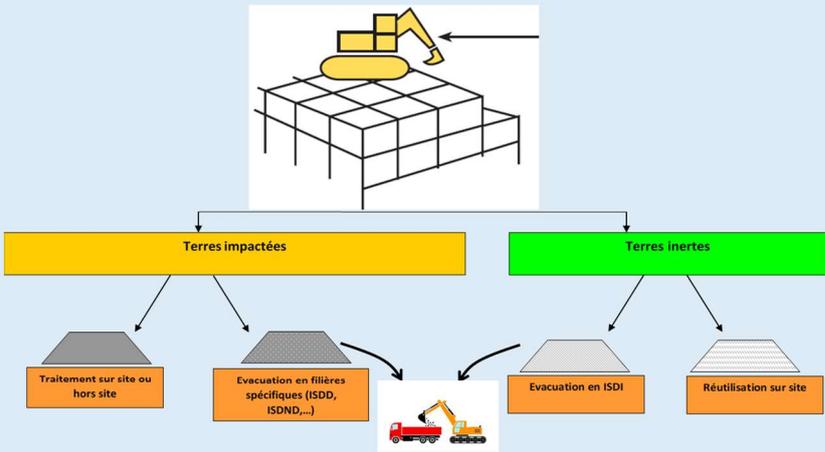
En fin de chantier, des échantillons en fonds et en flancs de fouille sont prélevés et analysés afin de valider que les seuils de dépollution sont bien atteints.

Remblaiement

Après contrôle et réception des bords et fond de fouille, les excavations seront remblayées par des terres d'apport saines.

Orientation des terres excavées en fonction de leur nature

Possibilité de valorisation des terres excavées





Avec quels moyens?

- Engins de travaux publics : pelle mécanique, tractopelle, camions bâchés (dans certains cas habilités à contenir des déchets ou à respecter la réglementation du Transport de Matières Dangereuses (TMD)) ;
- Blindage/ pompage de nappe si besoin
- Unité de tri granulométrique (cribleur / concasseur)
- Aménagement d'aire de stockage temporaire (géotextile, géomembrane,...)
- Tente ventilée en cas de fortes odeurs (COV)
- Système de brumisation pour limiter l'envol de poussières

6.4.2.2 Venting - code AFNOR C311a



Venting (C311 a) / bioventing (C315 b)



Principe



Le venting est un procédé de volatilisation des polluants par mise en dépression des terrains et aspiration de l'air des pores; le bioventing est un procédé d'injection /circulation d'air dans le sol contaminé à des débits qui permettent l'augmentation des concentrations et la stimulation de l'activité bactérienne.

Comment ça marche?

Ces deux techniques nécessitent un réseau d'ouvrages d'extraction d'air. Pour le bioventing des ouvrages d'injection d'air doivent être ajoutés. Le venting consiste à appliquer une dépression générant une circulation d'air et la désorption des COV à traiter. Pour le bioventing les débits d'injection doivent être réglés de manière à apporter suffisamment d'oxygène sans créer de circulation d'air turbulente pour ne pas limiter la formation des biofilms. L'air extrait est traité en surface dans des installations fonctionnant en adsorption (charbon actif), dégradation biologique (biofiltre) ou oxydation (catox)

Comment on fait?

Le venting

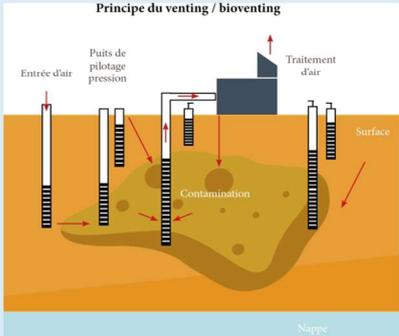
Pour le venting, la mise en dépression de l'horizon à traiter au sein de la zone non saturée provoque des circulations d'air entre les régions de pressions élevées et de basses pressions. Le fait de réduire la pression dans les puits d'extraction en-dessous de la pression atmosphérique génère une circulation d'air vers les puits. La circulation d'air peut être améliorée par injection d'air dans des régions autour de la zone contaminée. Les niveaux de dépression atteignent généralement qq mbar à qq dizaines de mbar dans le sous-sol et les débits extraits qq m3/h /aiguille.

Le bioventing

Une injection d'air dans les puits dédiés amène l'oxygène aux micro-organismes. Ils utilisent les polluants et les dégradent en composés non dangereux. Au final les produits de réaction seront l'eau et le gaz carbonique. La production de CO2 est suivie pour vérifier le bon déroulement du traitement. Dans le cas contraire le taux d'oxygène et la quantité de nutriments (N,P) doivent être ajustés. Le bioventing permet de dégrader des molécules semi volatiles qui ne seraient pas désorbées par venting



Principe du venting / bioventing





Avec quels moyens?

- Puits d'extraction pour la mise en dépression des sols et aiguilles d'injection d'air ;
- Unité de traitement par mise en dépression
- Un compresseur pour l'injection d'air ;
- Une cuve tampon d'air comprimé ;
- Une armoire de commande avec automate ;
- Une nourrice de distribution avec électrovannes, manodétendeurs, débitmètres, capteurs de pression ;
- Des dessiccateurs / deshumidificateurs d'air ;
- Matériel de mesures et d'acquisition de données : PID, manomètres, débitmètres, détecteur de gaz (O2, CO2).



Mise en place des têtes de puits



Mise en place des réseaux

6.5 Elaboration des scénarios de gestion envisageables pour le site

Compte tenu des objectifs de traitement indiqués au §6.3, nous proposons pour la gestion du site de la partie 2 deux scénarios qui découlent d'objectifs différents :

- **Scénario 1** : excavation et évacuation hors site des spots de pollution ;
- **Scénario 2** : venting au droit des spots.

6.6 Descriptif des scénarios de gestion

Les scénarios envisagés pour la gestion du site sont décrits ci-après. Les estimations financières présentées sont de précision « étude préliminaire » et intègrent les frais de mission de maîtrise d'œuvre et de coordination sécurité (15% des travaux) ainsi que 20% d'aléas.

6.6.1 Scénario 1

Les principes de la technique de traitement associée à ce scénario sont présentés au § 6.4.2.

Tableau 18 : Descriptif du scénario 1

	Descriptif du scénario
Principe du scénario 1	Excavation et évacuation hors site de tous les spots de pollution
Volumes et localisation des zones concentrées	Les surfaces, volumes et filières d'élimination des terres concernées sont synthétisés dans le tableau 17 et localisés sur la figure 16
Seuils de réception du traitement	Des analyses de bords et fonds de fouille devront être réalisées à l'atteinte de la cote projet afin de s'assurer du respect des seuils de réhabilitation pris en compte (seuils de coupure : 500 mg/kg pour les HCT et 50 mg/kg pour les COHV). Des analyses de gaz du sol pourront être éventuellement réalisées en fond de fouille a ou après remblaiement
Pré-dimensionnement du traitement	<u>Traitement:</u> L'objectif est de traiter les 370 m3 de terres impactées constituant les zones sources de pollution identifiées Ces sources sont situées aussi bien en intérieur qu'en extérieur de bâtiment. Toutefois certaines sources ne semblent pas accessibles au vu de la configuration du bâtiment Magasin Atelier au niveaux des sondages FC1 et FC8 (parties cloisonnées du bâtiment). L'ensemble sera ensuite chargé directement dans des camions bennes pour évacuation hors site dans les filières adaptées.
	<u>Transport et élimination des terres en centre adapté</u> Le centre d'acceptation pressenti est un biocentre ou ISDD. Au moment de la consultation des entreprises de travaux, des échantillons de sols représentatifs de la zone à traiter devront être constitués et analysés pour que les entreprises puissent obtenir une acceptation (CAP : certificat d'acceptation préalable) avec la remise de leur offre. Le transport devra se faire en camions bâchés, bennes étanches.
	Les caractéristiques du remblaiement : type de matériaux, procédé de mise en place, compactage, essais et tests seront à la charge d'un BET Géotechnique afin d'assurer le fondement du bâtiment dans le respect des normes existantes. Néanmoins la qualité chimique des matériaux devra respecter les conditions suivantes : • concentration en métaux dans la gamme de bruit de fond défini par l'INRA, • HCTC5-C10, COHV-BTEX, naphtalène < à la limite de quantification • matériaux de catégorie inertes,
Délai	Ce type de traitement est rapide. Pour 370 m3 de terres à excaver (maximum estimé), l'ordre de grandeur est de 1-2 semaines en fonction des accès.
Mesures constructives	Pas de mesure constructive
Surveillance	Surveillance post travaux Un plan de surveillance devra être mis en œuvre à la suite des travaux réalisés. Le plan de surveillance proposé porte, a minima, sur les concentrations dans les eaux souterraines. La nappe présente au droit du site est impactée par des COHV. Le site est déjà soumis à l'obligation de surveillance des eaux souterraines, il conviendra de vérifier l'évolution des teneurs en COHV après travaux sur les zones sources identifiées
Restrictions d'usage	Pas de restriction d'usage
Coût	Voir tableau suivant.

Tableau 19 : Estimation des coûts de traitement de la source concentrée en HCT et COHV par excavation et traitement hors site

Poste	Quantité	Unité	Prix U €HT- Filière 1 Allemagne	Prix U €HT- Filière 2 - Louvigny	Prix U €HT- Filière 3 - Talange	Prix U €HT- Filière 1 Allemagne	Prix U €HT- Filière 2 - Louvigny	Prix U €HT- Filière 3 - Talange
Gestion des sources concentrées (370 m³)								
Plan de terrassement / préparation	1	forfait	7500			7 500	7 500	7 500
Intallation de chantier, aire de stockage, base vie	1	forfait	15000			15 000	15 000	15 000
Blindage/Talutage/confortement	1	forfait	20000			20 000	20 000	20 000
Terrassement des matériaux impactés	370	m ³	15			5 550	5 550	5 550
Transport/Élimination des matériaux en F39 /FC1/FC 6 / FC8	570	t	150	75	105	85 500	42 750	59 850
Transport/Élimination des matériaux en FC4/ FC5	100	t	150	75	105	15 000	7 500	10 500
Remblaiement	370	m ³	20			7 400	7 400	7 400
Refection et repli de chantier	1	forfait	20000			20 000	20 000	20 000
TOTAL gestion source concentrée						175 950	125 700	145 800
Ingénierie des travaux								
Ingénierie, MOE, contrôles extérieurs	15	%	-	-	-	26 393	18 855	21 870
TOTAL gestion source concentrée						202 343	144 555	167 670
TOTAL y compris alea de 20 %						242 811	173 466	201 204

Le budget global est estimé entre 145 et 200 k€ selon le niveau d'excavation considéré. En considérant un aléa de 20 %, le montant maximal est estimé entre 170 et 240 k€ HT.

La présence de fortes concentrations en COHV dans les sols peut engendrer un risque de volatilisation des composés dans l'atmosphère dans le cadre de travaux de terrassements. Des solutions de traitement sous chapiteau ou d'aspiration en fouille avec traitement des gaz pourront être nécessaires en fonction des usages aux alentours (présence d'activités à proximité lors des travaux ?). Ces dernières peuvent représenter un coût non négligeable de plusieurs dizaines de milliers d'euros, notamment pour la mise en place d'un chapiteau avec traitement des gaz en sortie (coût pouvant atteindre les 100 k€).

6.6.2 Scénario 2

Les principes de la technique de traitement associée à ce scénario sont présentés au § 6.4.2.

Tableau 20 : Descriptif du scénario 2

	Descriptif du scénario
Principe du scénario 2	Venting
Volumes et localisation des zones concentrées	Les surfaces, volumes et filières d'élimination des terres concernées sont synthétisés dans le tableau 17 et localisés sur la figure 16
Seuils de réception du traitement	<u>Venting :</u> La réception sera faite à l'aide d'analyses sur les milieux gaz de sol après obtention d'une asymptote de traitement.
Pré-dimensionnement du traitement	<u>Traitement :</u> Un essai pilote devra être mis en oeuvre afin de dimensionner le traitement in situ à mettre en oeuvre (rayon d'action des ouvrages, nombres, débit d'extraction, mode de traitement des effluents). Les résultats devront être intégrés dans un plan de conception des travaux. Au stade du plan de gestion nous estimons un rayon d'action du venting de 8 à 10 mètres. Les moyens matériels nécessaires au venting in situ sont : <ul style="list-style-type: none"> • aiguilles d'extraction pour la mise en dépression des sols ; • unité de venting par mise en dépression et de traitement des gaz extrait (charbon actif).
Délai	Le délai du venting est généralement de l'ordre de 12 -18 mois.
Mesures constructives	Afin de pouvoir réaliser le traitement, une dalle devra être mise en place et conservée en bon état.
Surveillance	<u>Surveillance en phase travaux :</u> Suivi des quantités extraites (gazeux) et suivi de la qualité des rejets gazeux. Suivi de la qualité des eaux souterraines (suivi déjà en cours) et des gaz des sols à une fréquence mensuelle. <u>Surveillance post travaux :</u> Vérification de l'absence d'effet rebond via la réalisation de campagnes de prélèvements des eaux souterraines, des gaz des sols après mise à l'arrêt de l'unité de traitement. Suivi à fréquence mensuelle pendant 6 mois sur les composés présents (COHV notamment).
Restrictions d'usage	<u>Identification de restrictions d'usage :</u> En lien avec les mesures de gestions, des servitudes doivent être instituées afin de garantir dans le temps le respect de ces règles et recommandations. Les objectifs de ces servitudes sont les suivants : <ul style="list-style-type: none"> • l'assurance de la protection de la santé humaine et de l'environnement au cours du temps (dont les éventuelles précautions pour la réalisation de travaux d'affouillement, passage de canalisations d'eau, etc.) ; • l'assurance qu'une éventuelle modification de l'usage ne sera possible que si elle est conforme aux définitions des servitudes ou si elle s'accompagne de nouvelles études et/ou de travaux garantissant la compatibilité avec cet usage ; • la protection du propriétaire du site lors d'éventuels changements d'usage des sols qui ne seraient pas de son fait. Ces éventuels changements d'usage de site pourraient résulter par exemple de modifications de la politique locale d'urbanisme ou de décisions de propriétaires successifs du site ; • la pérennité de la maintenance ou de la surveillance du site. Les restrictions d'usage concernent : <ul style="list-style-type: none"> • l'utilisation des sols sur site en définissant les autorisations et interdictions concernant le type d'activité et de construction ; • l'utilisation du sous-sol en définissant les procédures à respecter en cas d'affouillement, de pose de canalisation ; • l'utilisation des eaux souterraines sur site. Conformément au « Guide de mise en oeuvre des restrictions d'usage applicables aux sites et sols pollués », l'outil à privilégier pour instaurer les restrictions d'usage est la servitude d'utilité publique. <u>Contenu des restrictions d'usage :</u> Quelle que soit la technique de traitement utilisée (hormis l'excavation et l'évacuation de la totalité des remblais) il subsistera sur le site une pollution résiduelle dans les sols et/ou les eaux souterraines. Ainsi, des restrictions d'usage devront être prises présentées dans le Tableau 28 ci-dessous. Remarque : la mise en place de restrictions d'usage peut entraîner une dépréciation de la valeur du foncier. Cette dépréciation ne constitue pas un enjeu majeur s'il n'y a pas de changement de propriétaire, mais elle pourra intervenir en cas de revente du terrain. Les restrictions d'usage présentées ci-dessous sont de portée limitée dans la mesure où leur mise en place est en partie prévue et intégrée dans le projet (maintien de couverture, absence d'infiltration des eaux pluviales, implantation des réseaux eau potable dans des matériaux sains), ou bien sont cohérentes avec le contexte industriel et commercial de la zone (absence de jardins potagers). Dans tous les cas, il sera nécessaire de garder en mémoire la qualité environnementale du site (inscription aux documents d'urbanisme, à l'acte de vente et/ou auprès du service de la publicité foncière).
Coût	Voir tableaux ci-dessous

Tableau 21 : Estimation des coûts de traitement de la source concentrée en HCT et COHV par venting

Venting							
Poste	Unité	Qté (Estimation)		PU		Total estimatif en €HT	
		Hyp basse	Hyp haute	Hyp basse	Hyp haute	Hyp basse	Hyp haute
Etude préalable							
Essai pilote et PCT	forfait	1	1	30 000	35 000	30 000	35 000
Travaux préalables							
Déclarations et autorisations préalables, documents relatifs à l'hygiène et la sécurité, PAE, PAQ	forfait	1	1	5 000	5 000	5 000	5 000
Installation du dispositif de traitement par venting							
Unité de traitement et raccordement	forfait	1	1	20 000	20 000	20 000	20 000
Aiguilles de venting	Unité	5	8	1 800	2 200	9 000	17 600
Raccordements	forfait	5	8	1 800	2 200	9 000	17 600
Dépense d'exploitation							
Location et exploitation du dispositif de venting y compris traitement des gaz	mois	12	18	5 000	6 000	60 000	108 000
Monitoring	mois	12	18	2 000	2 500	24 000	45 000
Surveillance des milieux (traitement + 6 mois)	mois	18	24	2 500	3 000	45 000	72 000
Contrôles de réception	forfait	1	1	15 000	20 000	15 000	20 000
DOE, repli chantier, remise en état	forfait	1	1	8 000	12 000	8 000	12 000
						225 000	352 200
Ingénierie, MOE, contrôles extérieurs	%	15%	15%			33 750	52 830
TOTAL gestion source concentrée par venting						258 750	405 030
TOTAL y compris alea de 20 %						310 500	486 036

Le budget global est estimé entre 260 et 405 k€ selon les filières consultées. En considérant un aléa de 20 %, le montant maximal est estimé entre 310 et 485 k€ HT.

GAZELENERGIE possède déjà une unité de venting au droit du bâtiment « Magasin-Atelier » qui est voué à être détruite. Sous réserve de son bon fonctionnement, cette dernière pourrait être réutilisée dans le cadre de ce traitement et ainsi réduire les coûts.

6.6.3 Restrictions d'usage

Les restrictions d'usage à mettre en œuvre seront portées aux actes/contrats de location pour garantir leur pérennité. Elles sont synthétisées dans le tableau ci-après.

Tableau 22 : Restrictions d'usage à mettre en œuvre

Restrictions relatives aux <u>usages des sols</u>	Restrictions relatives aux <u>usages du sous-sol</u>	Restrictions relatives aux <u>usages des eaux souterraines</u>
<p><u>Usages autorisés :</u></p> <p>Ceux définis dans le présent plan de gestion sous condition que les mesures de gestion proposées soient appliquées :</p> <ul style="list-style-type: none"> • activités industrielles similaires à celles de la dernière exploitation avec usage extérieur uniquement. 	<p><u>Usages autorisés :</u></p> <p>En cas de passage de canalisations d'amenée en eau potable : mise en place dans des tranchées de matériaux d'apport sains. Dans le cas de figure où les canalisations d'eau potable seraient implantées dans des zones impactées, les canalisations devront être métalliques ou en matériaux anti-perméation (type tricouche par exemple).</p>	<p><u>Usages autorisés :</u></p> <p>Aucun usage des eaux souterraines n'est prévu dans la cadre de l'aménagement du site.</p> <p>Tout usage de l'eau au droit du site devra être validé par la réalisation des études adéquates qui devront être validées par l'administration.</p>
<p><u>Usages non autorisés :</u></p> <p>Ceux qui ne sont pas mentionnés ci-dessus.</p> <p>D'une manière générale, tout changement d'usage ou nouvel usage nécessitera la réactualisation d'une étude des risques sanitaires et le cas échéant la rédaction d'un nouveau plan de gestion.</p>	<p><u>Usages interdits :</u></p> <p>Cultures de fruits et légumes en pleine terre au droit du site ;</p> <p>Elevage d'animaux ;</p> <p>Infiltration d'eau sans étude préalable des risques de lixiviation de substances</p>	
<p><u>Prescriptions particulières :</u></p> <p>Sur l'ensemble du site, toute affectation des terrains à un ou des usage(s) différent(s) de l'usage industriel comparable à celui de la dernière période d'exploitation et/ou toute modification, y compris à usage constant, de la configuration des terrains et/ou des constructions de toute nature qui y sont édifiées ne pourra être opérée que sur la base d'une étude environnementale complémentaire attestant de l'absence de risque pour le nouvel usage projeté, le cas échéant sous réserve de la mise en œuvre de travaux de réhabilitation complémentaires. Cette étude devra être réalisée sous sa responsabilité par la personne à l'initiative du changement d'usage et devra être conforme à la méthodologie préconisée par les pouvoirs publics.</p>	<p><u>Prescriptions particulières :</u></p> <p>Dispositions particulières de sécurité, d'organisation de chantier et de gestion des déblais en cas de travaux de terrassement.</p> <p>Etudes nécessaires préalablement à l'infiltration des eaux pluviales dans les zones de recommandations constructives, afin de ne pas lessiver des polluants vers la nappe.</p>	<p><u>Prescriptions particulières :</u></p> <p>Conservation des ouvrages de prélèvement (piézomètres et piézairs) en bon état et libre accès pour prélèvements</p> <p>Poursuite du suivi de la qualité des eaux de la nappe.</p>

6.6.4 Préconisations spécifiques aux travaux de traitement

Les préconisations spécifiques décrites ci-après sont valables pour l'ensemble des techniques de traitement retenues.

6.6.4.1 Contrôle des travaux

Conformément aux prescriptions de la méthodologie nationale, les travaux de traitement des sols impactés pourront être contrôlés par un organisme extérieur (assistant à maître d'ouvrage ou maître d'œuvre par exemple).

GINGER BURGEAP recommande la réalisation des contrôles suivants en phase chantier :

- contrôle des rejets atmosphériques et aqueux de l'unité de traitement (mesures terrain et laboratoire) en cas de traitement par venting), uniquement pour le scénario 2 ;
- suivi de la qualité des gaz des sols sur site.

6.6.4.2 Mesures de protection des travailleurs

Des équipements de protection collective et individuelle adaptés aux polluants en présence devront être mis en œuvre pour réduire autant que possible le contact avec les sols et les polluants dispersés dans l'air et assurer la protection des travailleurs.

Le personnel effectuant les travaux doit être informé des risques encourus, équipé de moyens de protection Individuelle appropriés et formé à leur utilisation.

Par ailleurs, devront être effectifs :

- l'interdiction de fumer ;
- la prise de repas à l'extérieur du site ou dans une base vie ;
- l'installation de vestiaires et sanitaires à l'usage du personnel sur le chantier ;
- La mise en place de zonage avec zone rouge /zone verte ;
- L'utilisation de balises de mesure d'air ;
- Utilisation d'ARI ou a minima masque à cartouches ;
- Aspiration en fond de fouille avec traitement des gaz sur charbon et bâchage de la fouille en fin de journée avec éventuellement collecte et traitement des eaux de ruissellement (risque de lessivage) ;
- En fonction des surfaces : phasage des terrassements pour limiter la surface mise à l'air.

En outre, les travaux devront respecter strictement les différentes réglementations ainsi que les guides les concernant, notamment :

- toutes les réglementations concernant la sécurité ;
- tous les textes relatifs à l'hygiène et à la sécurité sur les chantiers, à la protection de l'environnement, aux limitations des bruits de chantier ;
- guide INRS/ADEME « Hygiène et sécurité sur les chantiers de réhabilitation de sites pollués » ;
- guide INRS/ADEME « Protection des travailleurs sur les chantiers de réhabilitation de sites pollués » ;
- guide OPPBTP « Intervention sur les sols pollués - Prévention du risque chimique ».

Les horaires de chantier seront adaptés aux horaires d'activité du site

6.6.4.3 Limitation des nuisances

Les techniques utilisées par les entreprises devront permettre de garantir une maîtrise des risques sanitaires pour les opérateurs et les usagers du site et des alentours (site en environnement urbain/résidentiel). Elles devront s'attacher à générer le moins de nuisances possibles ou de façon ponctuelle compte tenu du contexte du site.

Les réseaux enterrés et aériens présents à proximité de la zone devront être protégés de tout risque d'endommagement.

6.6.4.4 Récolement

A l'issue des travaux de traitement, un dossier de récolement devra être rédigé.

Il comprendra, à minima, les éléments suivants :

Pour les travaux d'excavation et d'évacuation des sols seuls :

- le détail des opérations réalisées ;
- le bilan des déchets éliminés hors site ;
- les types d'analyses effectuées sur les différents milieux, ainsi que la localisation précise des prélèvements de contrôle ;
- les résultats du suivi environnemental,
- la mise à jour de l'ARR et du schéma conceptuel.

Pour les travaux de venting :

- le bilan de masse du traitement ;
- les résultats des essais de contrôle justifiant de la bonne réalisation des travaux et de l'atteinte des objectifs ;
- les types d'analyses effectuées sur les différents milieux, ainsi que la localisation précise des prélèvements de contrôle ;
- les résultats du suivi environnemental,
- la mise à jour de l'ARR et du schéma conceptuel.

6.7 Sélection des critères et sous-critères pour la cotation des scénarios de gestion

Compte-tenu des données d'entrée, les critères retenus et les enjeux identifiés sont les suivants :

Tableau 23 : Critères et pondération retenus pour le bilan coûts / avantages des scénarios de gestion

Famille de critères	Pondération	Critères	Descriptif du critère
Critères économiques	5	Coût de traitement	Spécifique au traitement retenu
		Surveillance	Suivi lors des travaux ou post travaux
		Travaux annexes	Travaux nécessaires pour la mise en œuvre du traitement (blindage, création d'ouvrages pour du traitement in-situ ou d'aires dédiées pour du traitement sur site)
		Etudes complémentaires	Acquisition de données pour conforter le traitement, réalisation de dossier de demande de servitude
Durée	2	Durée du traitement	Durée de traitement hors surveillance
Critères techniques	3	Fiabilité	Robustesse de la technique, antériorité de son utilisation
		Atteinte des objectifs	Efficacité du traitement
Critères socio-politiques	2	Acceptabilité sociale	Incidence des travaux sur la qualité des milieux (eaux souterraines, superficielles, sols, gaz du sol et air atmosphérique) Incidence des travaux sur la qualité de vie des riverains et sur leurs activités
Critères environnementaux	3	Emissions des gaz à effet de serre	Trafic routier, consommation énergétique du traitement
Critères juridiques et réglementaires	1	Impact sur le projet : Contraintes résiduelles (restrictions d'usage, surveillance)	Selon le traitement qui sera mis en place, des impacts résiduels pourront être présents dans les sols et les eaux souterraines. La responsabilité à long terme du MOA concernant cette pollution résiduelle est-elle compatible avec le devenir du site (propriété, usage, réalisation de suivis).

6.8 Bilan coûts-avantages des scénarios de gestion

A ce stade de l'étude, 2 scénarios de gestion sont identifiés :

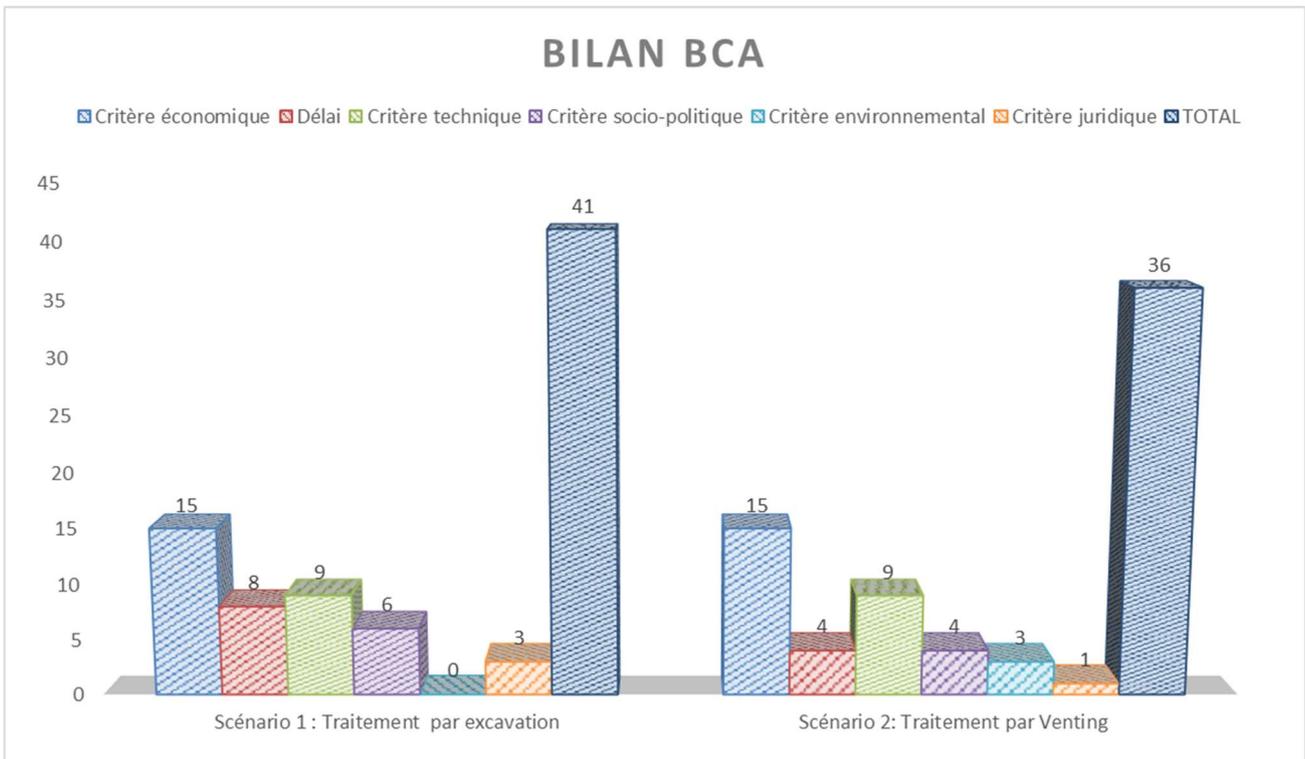
- Scénario 1 : excavation et évacuation hors site;
- Scénario 2 : mise en place d'un venting.

Pour chaque scénario envisagé, une note est attribuée pour chacun des critères définis au chapitre 6.7, la somme des notes conduit à une note globale du scénario.

Le tableau et le graphe suivants présentent les résultats du bilan coûts-avantages. Les détails des calculs sont fournis en **Annexe 9**.

Figure 16 : Synthèse du bilan coût avantage pour les 2 scénarios retenus

	Critère économique	Délai	Critère technique	Critère socio-politique	Critère environnemental	Critère juridique	TOTAL
Pondération	5	2	3	2	3	1	
Scénario 1 : Traitement par excavation	15	8	9	6	0	3	41
Scénario 2: Traitement par Venting	15	4	9	4	3	1	36



Le scénario 1 obtient la meilleure notation.

Il est important de rappeler ici que le plan de gestion est un outil d'aide à la décision pour le maître d'ouvrage et qu'il n'a pas vocation à être conclusif quant au scénario de gestion à mettre en place. La décision finale, son application et les responsabilités qui en découlent reviennent au maître d'ouvrage.

7. Analyse des Risques Résiduels prédictive (ARR)

La présente ARR ne concerne que la zone du magasin-atelier qui sera détruit pour un usage industriel extérieur (sans bâtiment). Le bâtiment Décuvage a fait l'objet d'une ARR dans le rapport GINGER BURGEAP RESICE12919-02 du 22/07/2021 démontrant une compatibilité sanitaire.

7.1 Contexte et méthodologie

Conformément aux textes ministériels relatifs à la gestion des sites et sols pollués de 2007 puis 2017, la compatibilité entre l'état attendu des terrains après mise en œuvre des mesures de gestion proposées et l'usage futur du site doit être vérifiée sur le plan sanitaire.

La présente Analyse des Risques Résiduels (ARR) consiste donc à vérifier que l'état des milieux à l'issue des travaux de réhabilitation au droit de la zone « Magasin général », est compatible avec les usages futurs. Elle est réalisée *a priori* (avant la réalisation des travaux de réhabilitation) et correspond ainsi à une « ARR prédictive ».

Lors du récolement à l'issue des travaux, les concentrations résiduelles mesurées et les caractéristiques des aménagements prévus seront comparées aux données d'entrée de la présente ARR, afin de statuer sur la bonne mise-en-œuvre du Plan de Gestion. Une « ARR prédictive » apporte une certaine garantie sur l'acceptabilité sanitaire, mais ne remplace pas celle réalisée à l'issue de travaux de réhabilitation.

La méthodologie appliquée est conduite en 4 étapes :

- Etape 1 : Identification des dangers ;
- Etape 2 : Caractérisation des Relation dose-réponse ;
- Etape 3 : Estimation des expositions ;
- Etape 4 : Caractérisation des risques.

Cette méthodologie nécessite l'étape préalable de choix justifié et raisonné des composés et concentrations à prendre en compte.

7.2 Composés et concentrations retenues dans les différents milieux

La synthèse des investigations sur la zone combinée aux scénarios d'expositions retenus (exposition en extérieur uniquement), permet de réaliser la sélection des composés à prendre en compte pour les milieux d'exposition considérés.

La seule voie d'exposition retenue est l'inhalation de composés volatils. Les concentrations mesurées dans les gaz du sol lors des précédents diagnostics ont été réalisées avec un venting en cours de fonctionnement. A la demande de GAZELENERGIE aucune nouvelle investigation sur les gaz du sol/air ambiant n'a été réalisé malgré notre proposition. Les concentrations dans les sols ont ainsi été retenues majorant ainsi les résultats de modélisation des transferts.

Les concentrations retenues sont présentées dans les tableaux ci-après.

Tableau 24 : Concentrations retenues dans les différents milieux pour l'ARR

Substances	Concentrations à la source retenues en extérieur	
	Sols	Investigations correspondantes et critères de sélection
	mg/kg	
HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES		
Naphtalène	1,5	Concentration maximale
COMPOSES AROMATIQUES MONOCYCLIQUES		
benzène	0,05	LQ
toluène	0,39	Concentration maximale
ethylbenzène	0,07	Concentration maximale
M+p-Xylène	0,12	Concentration maximale
o-Xylène	0,25	Concentration maximale
HYDROCARBURES SUIVANT LES TPH		
Aliphatic nC>5-nC6	2,2	Concentration maximale
Aliphatic nC>6-nC8	2,2	Concentration maximale
Aliphatic nC>8-nC10	25,3	Concentration maximale
Aliphatic nC>10-nC12	60,5	Concentration maximale
Aliphatic nC>12-nC16	60,5	Concentration maximale
Aromatic nC>8-nC10	25,3	Concentration maximale
Aromatic nC>10-nC12	60,5	Concentration maximale
Aromatic nC>12-nC16	60,5	Concentration maximale
COMPOSES ORGANO-HALOGENES VOLATILS		
tétrachloroéthylène (PCE)	50	Seuil plan de gestion pour les COHV
trichloroéthylène (TCE)	4,9	Concentration maximale

7.3 Identification des dangers

En termes sanitaires, un danger désigne tout effet toxique, c'est-à-dire un dysfonctionnement cellulaire ou organique lié à l'interaction entre un organisme vivant et un agent chimique, physique ou biologique. La toxicité d'un composé dépend de la durée et de la voie d'exposition de l'organisme humain. Différents effets toxiques peuvent être considérés.

Pour les substances prises en compte dans le cadre de cette évaluation, les effets toxiques ont été collectés et notamment les effets cancérogènes (apparition de tumeurs), les effets mutagènes (altération du patrimoine génétique) ainsi que les effets sur la reproduction (reprotoxicité).

En ce qui concerne le potentiel cancérogène, différents organismes internationaux (l'OMS, l'Union Européenne et l'US-EPA) distinguent différentes catégories ou classes. Seule la classification de l'Union Européenne a un caractère réglementaire. C'est également la seule qui classe les substances chimiques quant à leur caractère mutagène et reprotoxique.

L'ensemble des voies d'exposition a été traité en effets chroniques, correspondant à de longues durées d'exposition (supérieures à 7 ans pour l'US-EPA et supérieures à 1 an pour l'ATSDR).

L'ensemble des informations concernant le potentiel toxique des substances retenues est reporté en **Annexe 10**.

7.4 Caractérisation des Relation dose-réponse

L'évaluation quantitative de la relation entre la dose (ou la concentration) et l'incidence de l'effet néfaste permet d'élaborer la **Valeur Toxicologique de Référence (VTR)**. Des VTR sont établies par diverses instances internationales ou nationales² à partir de l'analyse des données toxicologiques expérimentales chez l'animal et/ou des données épidémiologiques. Ces VTR sont une appellation générique regroupant tous les types d'indices toxicologiques établissant une relation quantitative entre une dose et un effet (toxiques à seuil de dose) ou entre une dose et une probabilité d'effet (toxiques sans seuil de dose).

Selon les mécanismes toxicologiques en jeu, deux grands types d'effets toxiques peuvent être distingués :

- les effets à seuil pour lesquels il existe un seuil d'exposition en dessous duquel l'effet néfaste n'est pas susceptible de se manifester ;
- les effets sans seuil pour lesquels la probabilité de survenue de l'effet néfaste croît avec l'augmentation de la dose.

La note d'information [N° DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014](#) relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact et de la gestion des sites et sols pollués est prise en compte pour la sélection des VTR.

Les valeurs toxicologiques de référence sont synthétisées dans le tableau suivant. Les relations dose-réponse des composés retenus sont détaillées en **Annexe 9** et discutées dans les incertitudes au paragraphe **9.7**.

² IRIS US-EPA (Integrated Risk Information System ; US Environmental Protection Agency)

ATSDR Toxicological Profiles (US Agency for Toxic Substances and Disease Registry)

OMS (Organisation Mondiale de la Santé)

Santé Canada (Ministère Fédéral de la Santé – Canada),

RIVM (Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu – Institut National de Santé Publique et de l'Environnement – Pays Bas),

OEHH (Office of Environmental Health Hazard Assessment of Californie – Etat Unis)

En France, l'ANSES (Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'Alimentation, de l'Environnement, du Travail) peut également produire des VTR.

Tableau 25 : Valeurs toxicologiques de référence retenues

Substance	CAS N°	Effets sans seuil			Effets à seuil			
		ERU _i (µg/m ³) ⁻¹	TYPE CANCER	SOURCE	VTRI (µg/m ³)	ORGANE	SOURCE	SF
HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES								
Naphtalène	91-20-3	5,6E-06	neuroblastome de l'épité, olfactif	Anses, 2013	37	sys. Resp.	Anses, 2013	250
COMPOSES AROMATIQUES MONOCYCLIQUES								
benzène	71-43-2	2,6E-05	leucémie	Anses, 2013	10	sang	Anses, 2008	10
toluène	108-88-3	-	-	-	19 000	syst. Nerveux	Anses, 2017	5
ethylbenzène	100-41-4	-	-	-	1 500	effet ototoxique	ANSES 2016	30
M+p-Xylène	1320-20-7	-	-	-	100	syst. Nerveux	US EPA 2003 retenu par Anses, 2020	300
o-Xylène	95-47-6	-	-	-	100	syst. Nerveux	US EPA 2003 retenu par Anses, 2020	300
HYDROCARBURES SUIVANT LES TPH								
Aliphatic nC>5-nC6	non adéquat	-	-	-	3 000	syst. nerveux	Anses, 2014	75
Aliphatic nC>6-nC8	non adéquat	-	-	-	3 000	syst. nerveux	Anses, 2014	75
Aliphatic nC>8-nC10	non adéquat	-	-	-	1 000	syst. Hépatique	TPHCWG, 1997	1000
Aliphatic nC>10-nC12	non adéquat	-	-	-	1 000	syst. Hépatique	TPHCWG, 1997	1000
Aliphatic nC>12-nC16	non adéquat	-	-	-	1 000	syst. Hépatique	TPHCWG, 1997	1000
Aromatic nC>8-nC10	non adéquat	-	-	-	200	poids	TPHCWG, 1997	1000
Aromatic nC>10-nC12	non adéquat	-	-	-	200	poids	TPHCWG, 1997	1000
Aromatic nC>12-nC16	non adéquat	-	-	-	200	poids	TPHCWG, 1997	1000
COMPOSES ORGANO-HALOGENES VOLATILS								
tétrachloroéthylène (PCE)	127-18-4	2,6E-07	hépatique	US-EPA, 2012 retenu par Anses, 2018	400	neurotoxicité	Anses, 2018	30
trichloroéthylène (TCE)	79-01-6	1,0E-06	cancer du rein	Anses, 2018	3 200	rein	Anses, 2018	75

7.5 Estimation des expositions

Dans le cadre de la présente étude, les milieux air intérieur et extérieur ont été directement échantillonnés permettant de diminuer les incertitudes liées à la modélisation des transferts.

Une évaluation des niveaux de risque à partir des mesures dans les gaz des sols (bâtiment magasin général) ou l'air sous dalle (bâtiment décuverge) sera réalisée dans **le chapitre dédié aux incertitudes**. Les outils de modélisation des transferts des gaz des sols vers l'air intérieur sont développés dans le paragraphe suivant.

7.5.1 Estimation des concentrations dans l'air extérieur

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

Les équations sont détaillées en **Annexe 10**.

► Hypothèses retenues – paramètres liés au sol et aux aménagements

Les concentrations dans l'air intérieur sont estimées à partir des concentrations mentionnées en **Annexe 11**. Les hypothèses retenues pour la réalisation des calculs de transferts gaz des sols vers l'air intérieur sont rappelées dans les tableaux ci-après.

Tableau 26 : Paramètres retenus liés au sol

Recouvrement de surface	Unités	Valeurs	Sources de données
Nature du recouvrement	-	Terre végétale	Données de la littérature pour de la terre végétale
Porosité	-	0,30	
Teneur en eau	-	0,15	
Epaisseur	m	0,10	
Profondeur de la pollution	Unités	Valeurs	Sources de données
Profondeur du toit de la source sous le niveau du sol (sous le sol nu en l'absence de recouvrement ou sous la base du recouvrement)	m	0,10	Hypothèse majorante avec une source située en contact avec la terre végétale ou sans recouvrement

Tableau 27 : Paramètres retenus liés aux scénarii d'aménagements

Lithologie	Unités	Horizon1	Sources de données
Nature lithologique	m	Sables	Hypothèse réaliste (présence de grès sableux d'après les observations de terrain)
Epaisseur	m	0,10	Hypothèse majorante avec une source située en contact avec l'enrobé
Porosité	-	30%	RISC 4.0 (valeur par défaut)
Teneur en eau	-	12%	RISC 4.0 (valeur par défaut)
foc	-	0,2%	RISC 4.0 (valeur par défaut)
Masse volumique du sol	kg/l	1,80	Valeur par défaut
Dilution par le vent	Unités	Valeurs	Sources de données
Hauteur de la zone de mélange (adulte)	m	1,5	Hauteur des voies respiratoires des cibles
Longueur de la zone de mélange	m	30	Longueur maximale de la zone impactée
Vitesse moyenne de vent	m/s	2,0	Données locales par défaut

7.5.2 Concentrations dans les milieux d'exposition : air extérieur

Le tableau ci-après présente les concentrations mesurées en air intérieur et extérieur comparées aux valeurs de référence.

Tableau 28 : Concentrations en air extérieur

				Concentrations calculées dans l'air extérieur
	AIR EXTERIEUR			Avec recouvrement
	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Adultes
Substances	Bruit de fond (source OQAI (P90) ou INERIS,2009 (urbain))	Valeurs réglementaires - décret n° 2010-1250 (valeur limite/valeur cible)	Valeurs guide OMS	Air extérieur ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES				
Naphtalène	0,009	-	-	0,02
COMPOSES AROMATIQUES MONOCYCLIQUES				
benzène	2,2	5	1,7	0,51
toluène	9	-	-	1,65
ethylbenzène	2,1	-	-	0,15
M+p-Xylène	5,6	-	-	0,21
o-Xylène	2,3	-	-	0,43
HYDROCARBURES SUIVANT LES TPH				
Aliphatic nC>5-nC6	-	-	-	176,11
Aliphatic nC>6-nC8	-	-	-	32,42
Aliphatic nC>8-nC10	-	-	-	36,54
Aliphatic nC>10-nC12	9,8	-	-	8,42
Aliphatic nC>12-nC16	-	-	-	0,65
Aromatic nC>8-nC10	-	-	-	35,91
Aromatic nC>10-nC12	-	-	-	8,90
Aromatic nC>12-nC16	-	-	-	0,68
COMPOSES ORGANO-HALOGENES VOLATILS				
tétrachloroéthylène (PCE)	2,4	-	250	197,45
trichloroéthylène (TCE)	1,6	-	23	71,40

Les concentrations calculées sont comparées :

- aux valeurs réglementaires françaises et européennes définies pour l'air ambiant : décret 2002-213 de février 2002, directives 2002/3/CE et 2004/107/CE ;
- aux valeurs guides de qualité de l'air intérieur (VGAI) de l'ANSES (Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail) ;
- aux valeurs repères établies par le HCSP (Haut conseil de la santé publique) ;
- aux valeurs guides proposées par l'OMS (Air Quality Guidelines for Europe, 2000) et par le projet INDEX (Critical Appraisal of the setting and implementation of indoor exposures limits in the EU, 2005).

Les concentrations calculées dans l'air extérieur sur la base des résultats des *maxima* de concentrations observées et des seuils de coupure du plan de gestion (COHV) sont supérieures aux valeurs guides de l'OMS pour les COHV et aux valeurs de bruit de fond pour le naphtalène et les hydrocarbures aliphatiques C10-C12. Il est à noter toutefois que les concentrations calculées sont majorées sur la base des seules valeurs sols.

7.5.3 Estimation des expositions

7.5.3.1 Exposition par inhalation

Le calcul de la concentration moyenne inhalée est réalisé avec l'équation générique suivante (guide EDR du Ministère en charge de l'environnement/BRGM/INERIS, version 2000) :

$$CI_j = [C_j \times t_j \times T \times F / T_m]$$

avec :

- CI_j : concentration moyenne inhalée du composé j (en mg/m^3).
- C_j : concentration du composé j dans l'air inhalé (mg/m^3).
- T : durée d'exposition (années).
- F : fréquence d'exposition : nombre de jours d'exposition par an (jours/an).
- t_j : fraction du temps d'exposition à la concentration C_j pendant une journée (-)
- T_m : période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée (jours).

Les concentrations moyennes inhalées sont calculées à partir des concentrations de gaz dans l'air présentées dans le **Tableau 29**.

Le détail des calculs est donné en **Annexe 11**.

7.5.3.2 Budget espace-temps (BET)

Le budget espace-temps des cibles considérées est présenté ci-après.

Tableau 29 : Budgets espace/temps retenus

Scénario	Cibles	Période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée
	Adultes travailleurs	
Usage extérieur sans bâtiment et avec couverture	T = 42 ans 220 jours par an 2h/jour en extérieur	- 70 ans (correspondant à la durée de vie considérée par l'ensemble des organismes nationaux et internationaux pour l'établissement de valeurs toxicologiques et l'évaluation des risques) pour les effets cancérogènes quelle que soit la cible considérée - T (correspondant à durée d'exposition) pour les effets toxiques non cancérogènes quelle que soit la cible considérée

Les données utilisées sont issues de la synthèse des travaux du département santé environnement de l'institut de veille sanitaire sur les variables humaines d'exposition³ d'une part, de l'Exposure Factor Handbook (US-EPA, EFH, 1997 et 2001) d'autre part, et enfin de la réglementation du travail en France.

Pour les durées d'exposition dans le contexte du travail, le cas le plus défavorable a été considéré pour les adultes qui travailleraient pendant 42 ans au même endroit (correspondant à la durée totale de la période de travail) ; cependant la variabilité de cette durée d'exposition est importante. Les durées de 220 jours/an et 8 h/jour correspondent aux durées « classiques » du travail en France.

³ Demeureaux C, Zeghnoun A. Synthèse des travaux du département santé environnement de l'institut de veille sanitaire sur les variables humaines d'exposition. Saint Maurice : Institut de veille sanitaire ; 2012. 28p.

7.6 Quantification des risques sanitaires

7.6.1 Méthodologie

7.6.1.1 Estimation du risque pour les effets toxiques sans seuil

Pour les effets toxiques sans seuil, et pour des faibles expositions, l'excès de risque individuel (ERI) est calculé de la façon suivante :

$$\text{ERI (inhalation)} = \text{CI} \times \text{ERUi}$$

Les ERI s'expriment sous la forme mathématique 10^{-n} . Par exemple, un excès de risque de 10^{-5} présente la probabilité supplémentaire, par rapport à une personne non exposée, de développer un cancer pour 100 000 personnes exposées durant la vie entière.

Pour chaque scénario d'exposition, un ERI global est ensuite calculé en faisant :

- pour chaque composé, la somme des risques liés à chacune des voies d'exposition ;
- la somme des risques liés à chacun des composés cancérigènes.

Il n'existe pas de niveau d'excès de risque individuel universellement acceptable. Les documents du ministère en charge de l'environnement de février 2007, confirmés par ceux de 2017, relatifs aux sites et sols pollués et aux modalités de gestion et de réaménagement des sites pollués, considèrent que le niveau de risque « usuellement [retenue] au niveau international par les organismes en charge de la protection de la santé », de 10^{-5} est acceptable.

En cas d'exposition conjointe à plusieurs agents dangereux, l'Environmental Protection Agency des Etats-Unis (US-EPA) recommande de sommer l'ensemble des excès de risque individuels (ERI), quels que soient le type de cancer et l'organe touché, de manière à apprécier le risque cancérigène global qui pèse sur la population exposée.

7.6.1.2 Estimation du risque pour les effets toxiques à seuil

Pour les effets toxiques à seuil, un quotient de danger (QD) est défini pour chaque voie d'exposition de la manière suivante :

$$QD_{i,INH} = \frac{CI_{i,INH}}{RfCi}$$

Un QD inférieur ou égal à 1 signifie que l'exposition de la population n'atteint pas le seuil de dose à partir duquel peuvent apparaître des effets indésirables pour la santé humaine. A l'inverse, un ratio supérieur à 1 signifie que l'effet toxique peut se déclarer dans la population, sans qu'il soit possible d'estimer la probabilité de survenue de cet événement.

En l'absence de doctrine unique sur l'additivité des risques et compte tenu de la méconnaissance à l'heure actuelle des mécanismes d'action pour la majorité des substances, nous procéderons à l'additivité des quotients de danger en premier **niveau d'approche**.

7.6.2 Quantification des risques sanitaires résiduels au droit du site

Les quotients de danger et excès de risques individuels liés aux différentes expositions ont été calculés à partir des valeurs toxicologiques (**Tableau 26**) et des niveaux d'exposition estimés au paragraphe précédent. Le détail du calcul est donné en **Annexe 11**.

La méthodologie adoptée est celle préconisée par les circulaires ministérielles de février 2007 reprise dans les textes d'avril 2017. L'évaluation du risque nécessite la prise en compte simultanée d'expositions par différentes voies et concerne l'ensemble des substances pour lesquelles on considérera ici l'additivité des risques.

Tableau 30 : Synthèse des QD et ERI

	Effets toxiques sans seuil Excès de risques individuels (ERI)		Effets toxiques à seuil non cancérogènes Quotient de danger (QD)	
	Adulte Travailleur	Composés tirant le risque	Adulte Travailleur	Composés tirant le risque
INHALATION air extérieur avec recouvrement	4,10E-06	trichloroéthylène (TCE)	0,05	tétrachloroéthylène (PCE)
TOTAL	4,10E-06		0,05	
Risques non significatifs				
Risques significatifs				

Dans le cadre de la mission qui nous a été confiée par GAZELENERGIE GENERATION, avec les conditions d'études retenues, et en l'état actuel des connaissances scientifiques, les niveaux de risques estimés sont inférieurs aux critères d'acceptabilité tels que définis par la politique nationale de gestion des sites pollués.

Ainsi, l'état environnemental du site est compatible avec un usage industriel extérieur sans bâtiment.

7.7 Analyse des incertitudes

L'analyse des incertitudes d'une évaluation des risques et la sensibilité des paramètres retenus pour cette évaluation est une partie intégrante d'un calcul de risque sanitaire. Afin de ne pas alourdir cette analyse les paramètres clés de l'évaluation réalisée sont ici discutés ainsi que leurs incidences sur les résultats de l'évaluation. Ces paramètres clés sont dépendants des scénarios d'exposition et des substances retenues.

Tableau 31 : Variables générant les incertitudes majeures de l'évaluation

Variable	Voie d'exposition touchée	Poids dans l'évaluation	Approche retenue			
Choix et caractéristiques des composés						
Nature des composés et concentrations retenues	Inhalation extérieure	Fort	Sécuritaire : prise en compte des composés quantifiés dans les sols ainsi que des limites de quantifications analytiques pour les composés non quantifiés en l'absence de valeur de référence. La prise en compte des concentrations maximales dans les sols sur le site induit des niveaux de risques supérieurs (notamment pour le tétrachloroéthylène si prise en compte de la valeur maximale observée (7780 mg/kg MS), mais restant acceptables (ordres de grandeur inchangés des QD et ERI modélisés).			
Cas des hydrocarbures	Inhalation extérieure	Fort	Sécuritaire : prise en compte des <i>maxima</i> de concentrations sans distinction des aromatiques et aliphatiques (C10-C40)			
Valeurs Toxicologiques de référence	Inhalation	Faible	Les VTR ont été retenues conformément à la note d'information N° DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact et de la gestion des sites et sols pollués. Malgré l'existence d'incertitudes sur les VTR (concernant le degré de confiance accordées aux études, les facteurs de sécurité, les désaccords entre experts toxicologues), l'approche que nous avons retenue rend compte des connaissances scientifiques et techniques du moment et n'engendre pas d'incertitude majeure sur les conclusions formulées quant à l'acceptabilité des risques.			
Cumul des QD et des ERI	Toutes	Fort	Il convient de rappeler la limite méthodologique des évaluations de risques sanitaires lorsque plusieurs substances peuvent avoir entre elles des effets synergiques ou antagonistes. A l'heure actuelle, les éléments qui permettraient de déterminer si les effets se cumulent ou non ne sont pas disponibles et il n'y a pas de consensus sur une méthode pour prendre en compte les effets de mélanges.			
				Somme	Justification	Consensus
			ERI	Oui quels que soient les organes cibles, les types de cancer et les voies d'exposition	On parle de cancer en général quelle que soit la cause ou le mécanisme	Oui, internationaux
			QD	discutable	Approche par organe cible	Proche des consensus nationaux et internationaux
			Si SQD>1	Faire la somme par organe cible		
Caractéristiques des sources de pollution et concentrations dans les différents milieux						
Source « sol »	Inhalation extérieure	Fort	Sécuritaire : teneurs maximales retenues en supposant que ces teneurs sont identiques sur l'ensemble du site. Les anciennes données sur les gaz du sol et l'air ambiant existantes sur le site ne sont pas retenues car réalisées avec un venting en place.			
Cas d'un mélange de composés en un même point	Toutes	Fort	Si toutes les concentrations en différents composés sont retrouvés dans un même sondage, on considère être en présence d'un mélange de constituant dont les propriétés vont être dépendantes de l'équilibre triphasique qui se mettra en place dans le milieu « sols » (phase pure du produit, produit dissous dans l'eau des sols, produit volatilisé dans les gaz du sol). Réaliste : la prise en considération d'un mélange a tendance à diminuer les concentrations dans l'air et l'eau des sols, du fait de l'équilibre triphasique. La prise en compte des substances individuellement, conduit à considérer les concentrations à l'équilibre pour chaque substance. Ce qui a tendance à augmenter les concentrations et les niveaux de risques toutefois sans dépassement des valeurs de référence			
Profondeur de la source	Toutes	Faible	Réaliste : Le modèle considéré ne tient pas compte de l'évolution de la source de pollution et des flux en fonction du temps (source infinie). Ainsi, compte tenu de la volatilité élevée des substances considérées et des paramètres de sols favorables au transfert de vapeur, afin de ne pas majorer de manière irréaliste le risque sanitaire, nous retiendrons la profondeur de 10 cm par défaut. En considérant une profondeur de source moindre (1 cm), une augmentation des niveaux de risques pour les effets sans seuil est observée mais sans remettre en cause les conclusions de l'étude.			
Caractéristiques des sols						
Lithologie	Toutes	Fort	Sécuritaire : Remblais d'apport ou des grès sableux assimilés à des sables. Un test avec des sols sablo-limoneux engendrent une baisse des niveaux de risque à seuil et sans seuil.			
Perméabilité, porosité, teneur en gaz des sols	Toutes	Fort	Sécuritaire : En l'absence de mesures sur site, les paramètres issus de la littérature ont été utilisés.			
Fraction de carbone organique	Toutes	Moyen	Sécuritaire : retenir la plus faible valeur du taux de matière organique car la matière organique permet au polluant de se fixer et de se dégrader. <u>La fraction de carbone organique dans les sols au niveau de la source de pollution prise en compte est de 0,2%, elle correspond aux terrains sableux identifiés sur les coupes de sondages. Cette valeur est issue de la base de données du logiciel RISC 4.0.</u>			
Paramètres d'aménagement						
Couverture de sol extérieur	Inhalation extérieure	Fort	Réaliste : Recouvrement pérenne et systématique des sols en place, prévu pour l'aménagement du site (mesure de gestion), et considéré en 1 ^{ère} approche comme de la terre rapportée limoneuse. Dans le cadre de la modélisation, ces recouvrements présentent les caractéristiques suivantes :			
			La prise en compte d'un recouvrement de type « enrobé » (venelle et parkings) ne modifierait pas les niveaux de risque modélisés. L'incertitude sur la nature du recouvrement des sols en place et en extérieur, n'est donc pas de nature à modifier les conclusions de la présente ARR.			
Paramètres liés aux usagés/cibles						
Durée d'exposition des cibles	Inhalation extérieure	Faible	Réaliste : dans le cas d'une durée d'exposition plus grande, les niveaux de risque pour les effets à seuil restent inchangés. Pour les effets sans seuil, les niveaux de risque restent acceptables jusqu'à 4h d'exposition par jour.			

Au vu de la majoration des risques réalisée sur la base des seules analyses de sols nous recommandons de réaliser des mesures sur les gaz du sol ou sur l'air ambiant extérieur pour confirmer ces résultats.

Ces conclusions ne sont valables que pour les conditions précisées ci-dessus, avec prise en compte des concentrations maximales mesurées dans les sols et du seuil de réhabilitation pour le PCE avant mise en place d'un traitement des zones impactées (Les concentrations existantes sur le site dans les gaz du sol / air ambiant n'ont pas été considérées car un traitement par venting était en cours sur la zone). Le projet prévoit un usage exclusivement extérieur de la zone.

Dans tous les cas, l'ARR devra être mise à jour à l'issue du traitement effectué et choisi sur la base du plan de gestion.

8. Synthèse et recommandations

8.1 Synthèse

Le groupe GAZELENERGIE ambitionne de transformer le site de la centrale en une plateforme industrielle accueillant des projets dans le domaine de l'énergie et des utilités vertes. GAZELENERGIE étudie ainsi l'implantation d'activités et la mise à disposition d'une partie de ses bâtiments et espaces à des industriels tiers. Ce projet s'inscrit dans une démarche de l'Etat et du territoire du Warndt-Naborien de développement industriel suite à la décision de la fermeture des centrales électriques à charbon.

L'usage futur pour lequel GAZELENERGIE GENERATION remettra son site en l'état est un usage comparable à la dernière période d'activité, soit un usage industriel.

GINGER BURGEAP a réalisé en avril 2022 une mission de diagnostic environnemental et de plan de gestion sur la zone 2 (CESICE210836 / RESICE12919-02 en date du 22/07/2022) en considérant le maintien des bâtiments en place.

A ce jour, le projet envisagé est la démolition des bâtiments actuels sans reconstruction de nouveaux bâtiments industriels. Par ailleurs, les investigations avaient mis en évidence dans les sols :

- un spot en COHV au niveau de la partie ouest du magasin/atelier au sein des horizons superficiels dont l'extension verticale et horizontale n'a pas pu être identifiée avec certitude ;
- un impact en HCT et PCB au nord du bâtiment de décufrage dans les horizons superficiels ;
- la présence de métaux lourds dépassant faiblement les bruits de fond sur quelques sondages.

Lors de ces investigations, des contraintes d'accès (encombrement et hauteurs sous plafond) n'avaient pas permis la mise en œuvre de matériel d'investigation (machine de forage) adapté.

Ainsi à la faveur du démantèlement des installations présentes dans les bâtiments en place, donc la libération des espaces et au regard de la présence du spot en COHV, nous recommandons la réalisation d'investigations complémentaires afin de mieux cerner la zone source de pollution dans un objectif de traitement de cette source de pollution et de mettre à jour le plan de gestion.

► Qualité des milieux

Les investigations complémentaires menées au droit du spot en COHV ont mis en évidence :

- Milieu sol :
 - Des traces en COHV, principalement PCE, et en moindre mesure en HCT et PCB au niveau du spot en COHV ;
 - Des concentrations au PID importantes au niveau de plusieurs sondages montrant un dégazage de composés volatils sous l'action du forage.

► Analyse des Risques Résiduels prédictive

Dans le cadre de la mission qui nous a été confiée par GAZELENERGIE GENERATION, avec les conditions d'études retenues, et en l'état actuel des connaissances scientifiques, les niveaux de risques estimés sont inférieurs aux critères d'acceptabilité tels que définis par la politique nationale de gestion des sites pollués.

Ainsi, l'état environnemental du site est compatible avec un usage industriel extérieur, sans bâtiment.

Toute modification de l'usage étudié et/ou des aménagements de nature à modifier l'aménagement intérieur des bâtiments en place (hauteur sous plafond, cloisonnement...) sont susceptibles d'induire une incompatibilité entre l'état du terrain et l'usage. Elles nécessiteraient alors des mesures supplémentaires de gestion des pollutions (mise à jour du Plan de Gestion).

► Plan de gestion

La société GAZELENERGIE envisage un réaménagement du site pour un usage industriel similaire. Un plan de gestion, associé à une analyse des risques résiduels (ARR), a donc été réalisé afin de déterminer les mesures de gestion à mettre en place pour traiter les zones sources concentrées. La compatibilité du site étant déjà prouvée pour cet usage.

L'étude des différentes techniques de réhabilitation existantes a permis d'identifier que les solutions de gestion les plus adaptés au site seraient :

- Scénario 1 : l'excavation et l'évacuation hors site pour traitement en filière adaptée, pour un coût estimé entre 140 et 200 k€. En fonction des usages à proximité, des mesures de protection et de gestion des émanations de composés volatils (chapiteau, pompage en fouille, etc..) pourront être nécessaires.
- Scénario 2 : venting au droit de la zone concentrée pour un coût estimé entre 265 et 415 k€.

A l'issue du bilan coûts-avantages, il apparaît que le scénario 1 obtienne une meilleure notation. Il est à noter la possibilité pour le scénario 2 de réutiliser (si fonctionnelle) l'unité de venting existante au droit du bâtiment « Magasin-Atelier » qui sera détruit afin de réduire les coûts.

► Conservation de la mémoire

Tout usage du sol, du sous-sol ou de la nappe autre que ceux définis dans le présent plan de gestion devra faire l'objet d'étude environnementale complémentaire, sous la responsabilité de la personne à l'origine de ce nouvel usage, afin de vérifier la compatibilité de l'état du site avec ce nouvel usage et le cas échéant pour définir des mesures de gestion complémentaires.

Des restrictions d'usages sont à mettre en œuvre.

8.2 Recommandations

Au vu des impacts identifiés et des scénarios envisagés, nous proposons les recommandations suivantes :

► Préconisations spécifiques aux travaux de traitement

Avant travaux, GINGER BURGEAP recommande :

- la réalisation d'a minima une campagne de prélèvement de l'air ambiant et/ou des gaz du sol au droit du spot afin de vérifier la présence des composés volatils dans ce(s) milieu(x) et mettre à jour les calculs de risques sanitaires basés dans ce document sur les seuls résultats sols.

Durant la phase de travaux, GINGER BURGEAP recommande les contrôles suivants :

- le contrôle des rejets atmosphériques de l'unité de traitement (en cas de traitement par venting : scénario 2) ;
- la réalisation d'analyses de bords et fonds de fouille couplé à des mesures sur les gaz du sol et l'air ambiant (en cas de traitement par excavation : scénario 1) ;
- le suivi de la qualité des eaux souterraines.

► Surveillance des eaux souterraines

Le site est déjà soumis à l'obligation de surveillance des eaux souterraines. L'ouvrage S5 situé en aval hydraulique éloigné est suivi trimestriellement pour les paramètres COHV. GINGER BURGEAP recommande de maintenir cette surveillance et de surveiller l'évolution de ces paramètres dans le temps au droit de cet ouvrage.

9. Limites d'utilisation d'une étude de pollution

1- Une étude de la pollution du milieu souterrain a pour seule fonction de renseigner sur la qualité des sols, des eaux ou des déchets contenus dans le milieu souterrain. Toute utilisation en dehors de ce contexte, dans un but géotechnique par exemple, ne saurait engager la responsabilité de GINGER BURGEAP.

2- Il est précisé que le diagnostic repose sur une reconnaissance du sous-sol réalisée au moyen de sondages répartis sur le site, soit selon un maillage régulier, soit de façon orientée en fonction des informations historiques ou bien encore en fonction de la localisation des installations qui ont été indiquées par l'exploitant comme pouvant être à l'origine d'une pollution. Ce dispositif ne permet pas de lever la totalité des aléas, dont l'extension possible est en relation inverse de la densité du maillage de sondages, et qui sont liés à des hétérogénéités toujours possibles en milieu naturel ou artificiel. Par ailleurs, l'inaccessibilité de certaines zones peut entraîner un défaut d'observation non imputable à notre société.

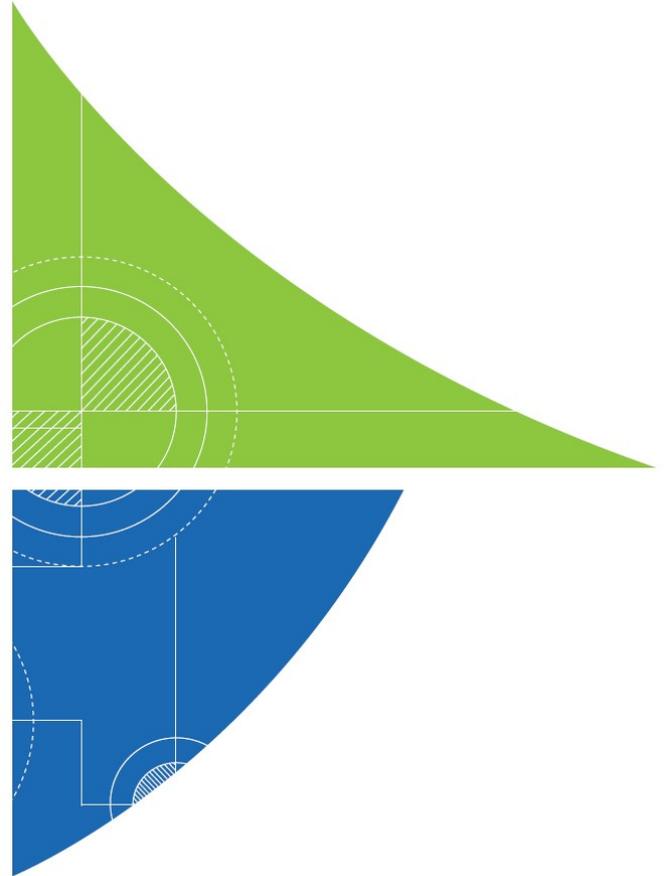
3- Le diagnostic rend compte d'un état du milieu à un instant donné. Des événements ultérieurs au diagnostic (interventions humaines, traitement des terres pour améliorer leurs caractéristiques mécaniques, ou phénomènes naturels) peuvent modifier la situation observée à cet instant.

4- La responsabilité de GINGER BURGEAP ne pourra être engagée si les informations qui lui ont été communiquées sont incomplètes et/ou erronées et en cas d'omission, de défaillance et/ou erreur dans les informations communiquées.

5- Un rapport d'étude de pollution et toutes ses annexes identifiées constituent un ensemble indissociable. Dans ce cadre, toute autre interprétation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle ne saurait engager la responsabilité de GINGER BURGEAP. En particulier l'utilisation même partielle de ces résultats et conclusions par un autre maître d'Ouvrage ou pour un autre projet que celui objet de la mission confiée ne pourra en aucun cas engager la responsabilité de GINGER BURGEAP

La responsabilité de GINGER BURGEAP ne pourra être engagée en dehors du cadre de la mission objet du présent mémoire si les préconisations ne sont pas mises en œuvre.

ANNEXES



Annexe 1.

Anciennes données environnementales

Cette annexe contient 8 pages.

Rapport d'investigations 2009.10.10_ANTEA_HUC_A55880A

Compte tenu de l'impact des eaux souterraines en solvants en aval hydraulique du site, des investigations ont été réalisées dans les gaz du sol en 2009 au droit des installations des tranches 1 à 5 afin de déterminer les zones sources potentielles au droit des principaux secteurs d'infiltration supposés (secteurs d'utilisation importante de solvants).

Les travaux de reconnaissance ont consisté en la réalisation de :

- 4 piézaires de 2 à 4 m de profondeur ;
- 9 prélèvements de gaz du sol au droit des zones revêtues, immédiatement sous les dallages des bâtiments après percement de ces derniers à l'aide d'un perforateur ;
- 9 prélèvements de gaz du sol à la canne « Draeger » au droit des zones non revêtues.

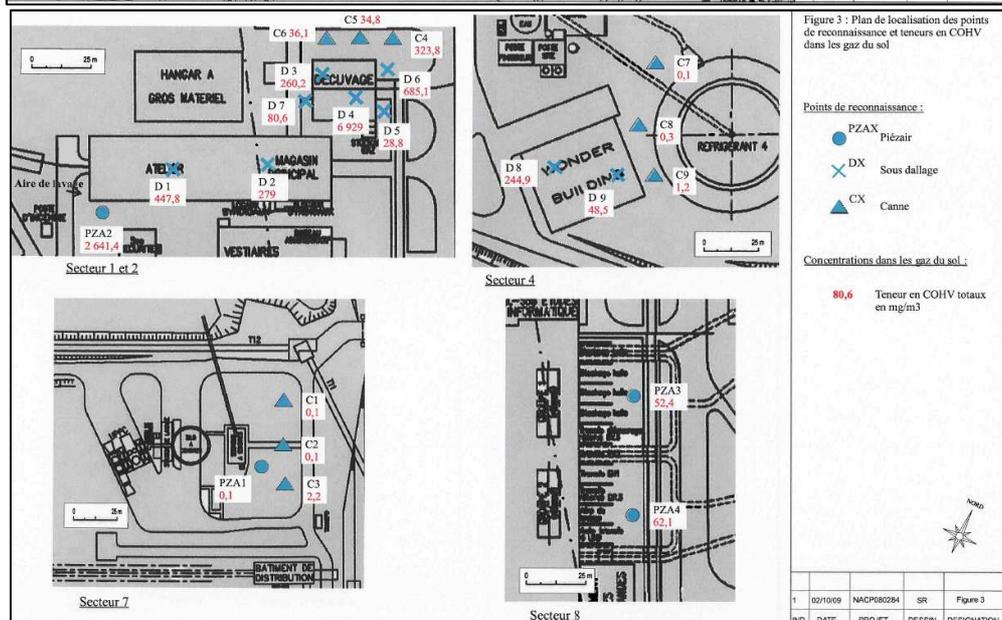
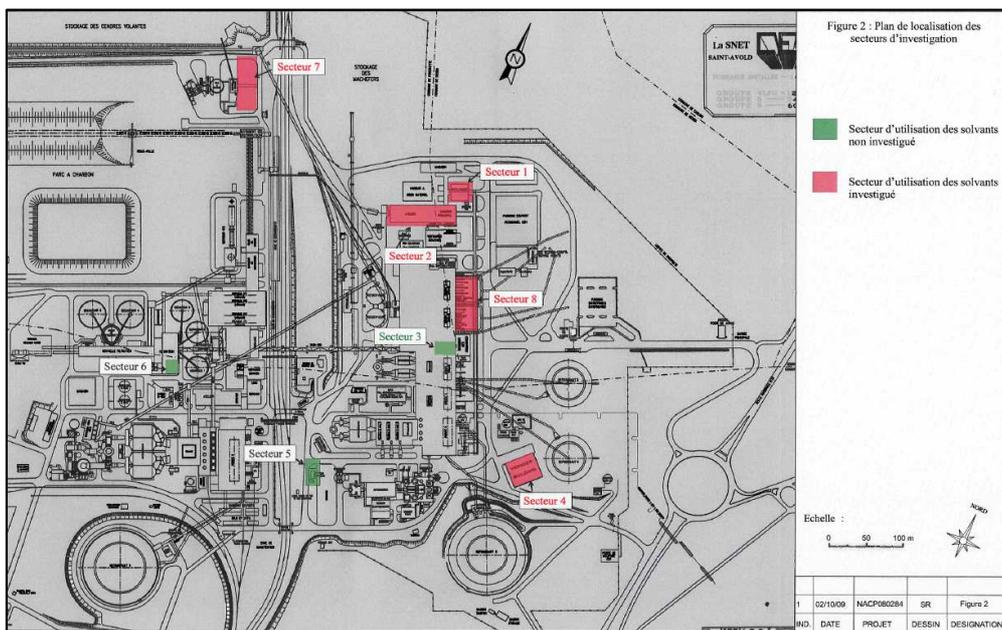


Figure : Localisation des investigations sur l'air du sol (source : 2009.10.10_ANTEA_HUC_A55880A)

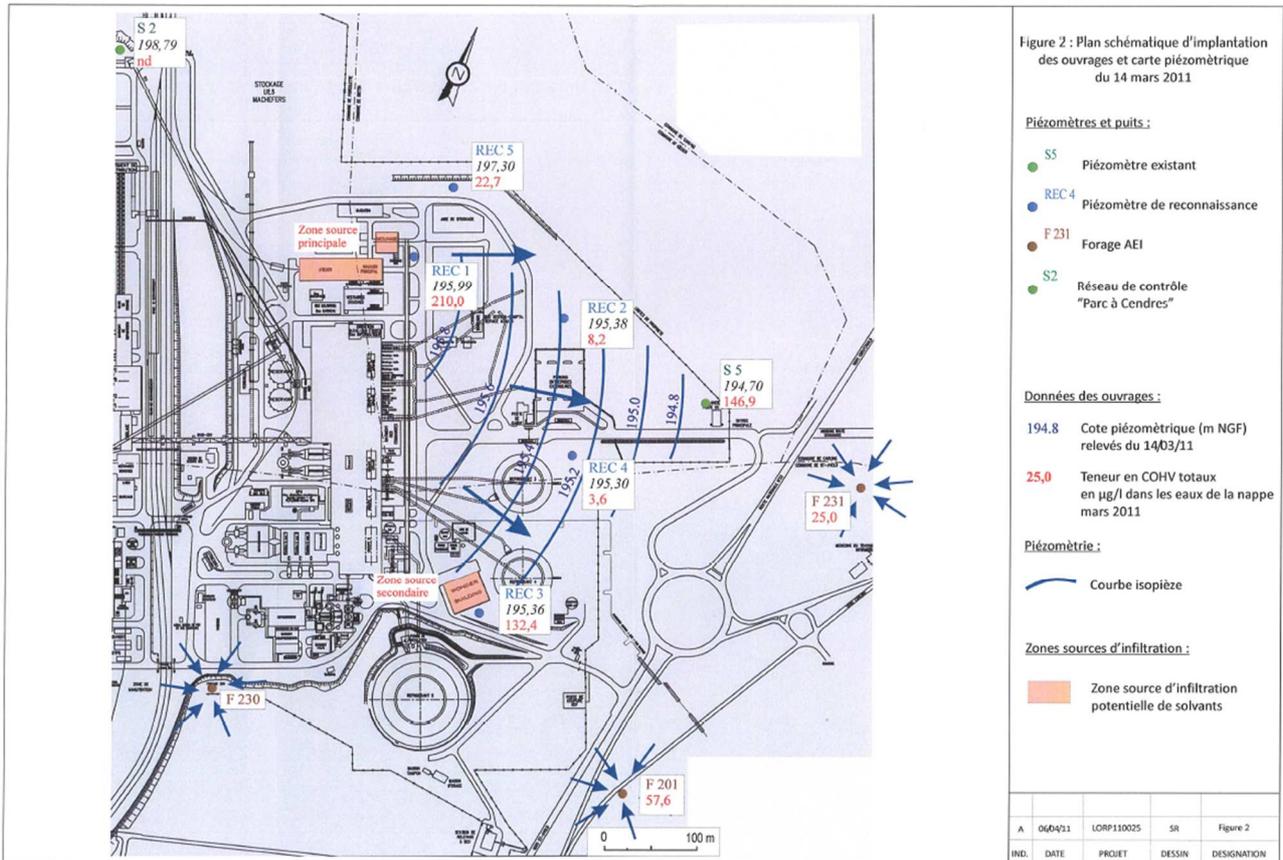
Les résultats d'analyses mettent en évidence :

- secteur 1 – décufrage (S3 à D7 et C4 à C6) : Des teneurs importantes en COHV mises en évidence sont le dallage, en particulier au droit de D4 (odeur de PCB également mise en évidence sur ce point lors du forage) ;
- secteur 2 – aire de lavage, atelier et magasin (PzA2, D1 et D2) : une teneur élevée en COHV a été mise en évidence à proximité de l'aire de lavage de véhicules. Les teneurs obtenues sous dallage à l'intérieur du bâtiment sont également significatives ;
- secteur 4 – wonder building (D8, D9 et C7 à C9) : les teneurs obtenues à l'extérieur du bâtiment sont faibles mais celles à l'intérieur du bâtiment, en particulier au niveau de D8 sont significatives ;
- secteur 7 – aire d'entretien des véhicules (PzA1 et C1 à C3) : les teneurs obtenues ne sont pas significatives.

Les résultats d'analyses de l'air du sol, de l'air sous dalle et de l'air ambiant ont conduit à la mise en œuvre d'un traitement par drainage de l'air du sol sous le magasin principal où les concentrations les plus élevées ont été mesurées.

Un traitement par venting (traitement des sols pollués caractérisé par l'extraction de l'air du sol) est réalisé par SUEZ depuis fin 2012 au niveau des secteurs atelier et magasin principal.

Rapport ANTEA « Campagne de prélèvements et d'analyses des eaux de la nappe des GTi » - Avril 2011
A61975/A



Paramètre	Unité	Ouvrage									
		REC 1		REC 2		REC 3		REC 4		RECS	
		oct.-10	mars-11	oct.-10	mars-11	oct.-10	mars-11	oct.-10	mars-11	nov.-10	mars-11
Chlorures (Cl)	mg/l	150	260	120	120	380	390	180	73	180	170
Sulfates (SO4)	mg/l	250	360	320	300	220	210	300	230	560	600
Chlorure de vinyle	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Dichlorométhane	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
cis-1.2-Dichloroéthylène	µg/l	5.3	19	<0,5	<0,5	22	17	1.1	<0,5	2.4	2.3
trans-1.2-Dichloroéthylène	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Trichlorométhane	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
1,1,1-Trichloroéthane	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Tétrachlorométhane	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Trichloroéthylène	µg/l	2	11	<0,5	<0,5	6.3	5.4	1.5	<0,5	1.3	1.4
Tétrachloroéthylène	µg/l	20	180	7.7	8.2	120	110	20	3.6	19	19
1,1-Dichloroéthane	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
1,1-Dichloroéthylène	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Somme des COHV	µg/l	27.3	210	7.7	8.2	148.3	132.4	22.6	3.6	22.7	22.7

Paramètre	Unité	Ouvrage			
		S2	S5	F201	F231
		mars-11	mars-11	mars-11	mars-11
Chlorures (Cl)	mg/l	430	130	120	110
Sulfates (SO4)	mg/l	470	190	190	290
Chlorure de vinyle	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<5
Dichlorométhane	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<5
cis-1.2-Dichloroéthylène	µg/l	<0,5	2.9	<0,5	<5
trans-1.2-Dichloroéthylène	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<5
Trichlorométhane	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<5
1,1,1-Trichloroéthane	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<5
Tétrachlorométhane	µg/l	<0,5	1.8	<0,5	<5
Trichloroéthylène	µg/l	<0,5	2.2	1.8	<5
Tétrachloroéthylène	µg/l	<0,5	140	55	25
1,1-Dichloroéthane	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<5
1,1-Dichloroéthylène	µg/l	<0,5	<0,5	0.8	<5
Somme des COHV	µg/l	nd	146.9	57.6	25

Tableau 2 : Résultats des analyses des eaux des ouvrages

Rapport A78980/B en date de juin 2015, intitulé « Etude des impacts potentiels sur les milieux des rejets liés à l'exploitation d'un dispositif de pompage / traitement des COHV présents dans l'aquifère des Grès du Trias inférieur au droit de la CEH »

D'après les données de suivi du rapport ANTEA, référencé A78980/B en date de juin 2015, intitulé « Etude des impacts potentiels sur les milieux des rejets liés à l'exploitation d'un dispositif de pompage / traitement des COHV présents dans l'aquifère des Grès du Trias inférieur au droit de la CEH », un suivi est réalisé au droit des points de contrôle REC1 et REC3 localisés sur la figure précédente.

Tableau : Synthèse des résultats d'analyses en COHV au droit des puits REC1 et REC3– 12 février 2015 (source ANTEA)

Paramètres	Teneurs en µg/l	
	REC1	REC3
Chlorure de vinyle	<0,5	<0,5
Dichlorométhane	<0,5	<0,5
cis-1,2-Dichloroéthylène	6.6	21
trans-1,2-Dichloroéthylène	<0,5	<0,5
Trichlorométhane	<0,5	<0,5
1,1,1-Trichloroéthane	<0,5	<0,5
Tétrachlorométhane	<0,5	<0,5
Trichloroéthylène	1.7	3
Tétrachloroéthylène	75	140
1,1-Dichloroéthane	<0,5	<0,5
1,1-Dichloroéthylène	<0,5	<0,5
Somme des COHV	83,3	164

Selon les ces données de 2015, les ouvrages REC1 et REC3 (localisés en aval immédiat des deux zones sources principales, à savoir le magasin général /décuvage et le Wonderbuilding) présente un impact sur la nappe essentiellement en tétrachloroéthylène et en moindre mesure en trichloroéthylène et en cis- 1,2-dichloroéthylène.

Rapport RESINE06383-01 – Diagnostic environnemental et plan de gestion - du 24.11.2016

D'après le rapport d'investigations référencé RESINE06383-01 réalisé par BURGEAP en 2016, 128 sondages de sols à la géoprobe (0 à 5,5 m de profondeur) lors de deux diagnostics distincts.

Les investigations initiales se sont déroulées du 5 au 22 avril 2016. Les investigations complémentaires se sont déroulées du 2 au 9 juin 2016 en périphérie des anomalies de concentrations préalablement identifiées.

Ce diagnostic a mis en évidence la présence de 3 principales zones impactées dans les sols : l'une au droit du magasin principal/décuvage (impact principalement en COHV), l'autre au droit du Wonderbuiliding (impact en COHV) et la dernière au droit des transformateurs de l'ancienne tranche 1 (impact en HCT et PCB).

	Bruit de fond (b)	Bruit de fond LOCAL (b)	Valeurs limite de catégorie A1 (ISDI)	valeurs limites de catégorie B1 (ISOND)	valeurs limites de catégorie C (ISOD)	Localisation													
						Parc à fibre - Zone J			Atelier / magasin EXTERIEUR - Zone L			Atelier-Magasin - INTERIEUR - Zone I							
						Sondage	S14	S15	S16	S12	S12	S13b	S85	S86	S87	S88	S89	S90	
Profondeur (m)	0,6-1	0,6-1	1,0-2,0	0,5-1,2	2,4-3	2,0-3,0	0,1-1,0	0,1-1,0	0,2-1,0	0,2-1,0	0,2-1,0	1,0-2,0							
							Sable	Sable	Sable	Sable	Sable	Sable	Sable						
Indices organoleptiques	-	-	-	-	-	-	-	-	10,2 ppm	-	-	3,4 ppm	-	-	-	-	-	-	4,4ppm
ANALYSES SUR SOL BRUT																			
Matière sèche	%	-	-	-	-	-	90,6	92,4	91,2	90,8	89,8	91,1	91,1	91	92,7	93,3	95,2	90,5	
Métaux et métalloïdes																			
Arsenic (As)	mg/kg Ms	25	50	-	-	-	2,46	7,65	3,18	2,75	7,28	8,19	10,6	2,53	6,15	7,5	15,6	8,04	
Cadmium (Cd)	mg/kg Ms	0,45	10	-	-	-	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	
Chrome (Cr)	mg/kg Ms	90	200	-	-	-	5,6	<	6,55	8,39	14,1	<	10,5	6,15	11,6	11,7	8,02	9,13	
Cuivre (Cu)	mg/kg Ms	20	50	-	-	-	<	<	<	<	7,63	<	<	<	<	5,76	5,25	<5,00	
Mercurure (Hg)	mg/kg Ms	0,1	1	-	-	-	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	
Nickel (Ni)	mg/kg Ms	60	100	-	-	-	2,83	6,19	4,49	2,87	3,95	4,59	4,31	3,97	6,22	6,42	8,79	4,13	
Ploomb (Pb)	mg/kg Ms	50	50	-	-	-	<	<	<	8,02	5,46	<	11,8	6,6	12,2	15,7	11,4	6,45	
Zinc (Zn)	mg/kg Ms	100	200	-	-	-	24,5	36,6	27,7	12,8	28,9	31,7	28,5	21,8	32,8	39	121	36,7	
Hydrocarbures volatils C6-C10																			
Fraction C6-C8	mg/kg Ms	LQ	LQ	-	-	-	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	
Fraction C8-C10	mg/kg Ms	LQ	LQ	-	-	-	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	
Somme des hydrocarbures C6-C10	mg/kg Ms	LQ	LQ	-	-	-	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	
Indice hydrocarbures C10-C40																			
Fraction C10-C16	mg/kg Ms	LQ	LQ	-	-	-	<	<	<	3,62	<	<	<	4,66	<	<	<	83,9	
Fraction C16-C22	mg/kg Ms	LQ	LQ	-	-	-	<	<	<	4,38	<	<	<	4,57	<	<	<	58,1	
Fraction C22-C30	mg/kg Ms	LQ	LQ	-	-	-	<	<	<	5,33	<	<	<	5,39	<	<	<	15,6	
Fraction C30-C40	mg/kg Ms	LQ	LQ	-	-	-	<	<	<	5,66	<	<	<	5,11	<	<	<	4,81	
Somme des hydrocarbures C10-C40	mg/kg Ms	LQ	LQ	500	5 000	50 000	<	<	<	18,99	<	<	<	19,73	<	<	<	162,41	
HAP																			
Naphtalène	mg/kg Ms	0,25	-	-	-	-	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	
Acénaphthène	mg/kg Ms	-	-	-	-	-	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	
Fluoranthène	mg/kg Ms	-	-	-	-	-	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	
Phénanthrène	mg/kg Ms	-	-	-	-	-	<	<	<	<	<	<	<	<	0,14	<	<	0,053	
Anthracène	mg/kg Ms	-	-	-	-	-	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	
Fluoranthène	mg/kg Ms	-	0,7	-	-	-	<	<	<	<	<	<	<	<	0,07	<	<	0,054	
Pyréne	mg/kg Ms	-	-	-	-	-	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	
Benzo(a)anthracène	mg/kg Ms	-	-	-	-	-	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	
Chrysène	mg/kg Ms	-	-	-	-	-	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg Ms	-	0,4	-	-	-	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg Ms	-	0,1	-	-	-	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	
Benzo(a)pyrène	mg/kg Ms	-	0,6	-	-	-	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	
Dibenz(a,h)anthracène	mg/kg Ms	-	-	-	-	-	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	
Benzo(a,h)perylene	mg/kg Ms	-	0,3	-	-	-	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	
Indeno(1,2,3-cd)pyrène	mg/kg Ms	-	0,3	-	-	-	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	
Somme des HAP	mg/kg Ms	25	7,5	50	500	500	<	<	<	<	<	<	<	<	0,21	<	<	0,107	
BTEX																			
Benzène	mg/kg Ms	LQ	LQ	-	-	-	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	
Toluène	mg/kg Ms	LQ	LQ	-	-	-	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	
Ethylbenzène	mg/kg Ms	LQ	LQ	-	-	-	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	
m,p-Xylène	mg/kg Ms	LQ	LQ	-	-	-	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	
o-Xylène	mg/kg Ms	LQ	LQ	-	-	-	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	
Somme des BTEX	mg/kg Ms	LQ	LQ	6	30	200	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	
COHV																			
Tétrachloroéthylène (PCE)	mg/kg Ms	LQ	LQ	-	-	-	<	<	<	<	<	<	2,59	0,21	<	<	<	<	
Trichloroéthylène (TCE)	mg/kg Ms	LQ	LQ	-	-	-	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	
cis-1,2-dichloroéthylène	mg/kg Ms	LQ	LQ	-	-	-	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	
trans-1,2-dichloroéthylène	mg/kg Ms	LQ	LQ	-	-	-	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	
1,1-dichloroéthylène	mg/kg Ms	LQ	LQ	-	-	-	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	
Chlorure de Vinyle	mg/kg Ms	LQ	LQ	-	-	-	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	
1,1,2-trichloroéthane	mg/kg Ms	LQ	LQ	-	-	-	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	
1,1,1-trichloroéthane	mg/kg Ms	LQ	LQ	-	-	-	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	
1,2-dichloroéthane	mg/kg Ms	LQ	LQ	-	-	-	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	
1,1-dichloroéthane	mg/kg Ms	LQ	LQ	-	-	-	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	
Tétrachlorométhane (tétrachlorure de carbone)	mg/kg Ms	LQ	LQ	-	-	-	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	
Trichlorométhane (chloroforme)	mg/kg Ms	LQ	LQ	-	-	-	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	
Dichlorométhane	mg/kg Ms	LQ	LQ	-	-	-	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	
Somme des COHV	mg/kg Ms	LQ	LQ	2 (1)	10	100	<	<	<	<	<	<	2,59	0,21	<	<	<	<	
PCB																			
PCB (28)	mg/kg Ms	LQ	LQ	-	-	-	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	
PCB (52)	mg/kg Ms	LQ	LQ	-	-	-	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	
PCB (101)	mg/kg Ms	LQ	LQ	-	-	-	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	
PCB (118)	mg/kg Ms	LQ	LQ	-	-	-	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	
PCB (138)	mg/kg Ms	LQ	LQ	-	-	-	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	
PCB (153)	mg/kg Ms	LQ	LQ	-	-	-	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	
PCB (180)	mg/kg Ms	LQ	LQ	-	-	-	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	
Somme des PCB	mg/kg Ms	LQ	LQ	1	50	50	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	
Indice phénol																			
Indice phénol	mg/kg Ms	-	-	-	-	-	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	
ANALYSES SUR ELUAT																			
Paramètres généraux																			
pH	-	-	-	-	-	-	7,8	7,8	8,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Anions																			
Fluorures	mg/kg M.S.	-	-	10	150	500	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	
Chlorures (***)	mg/kg M.S.	-	-	800	15000	25000	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	
Sulfates (***)	mg/kg M.S.	-	-	1000	20000	50000	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	

(a) Pour l'acceptation en ISDI, une valeur limite plus élevée peut être admise, à condition que la valeur limite de 500 mg/kg de matière sèche soit respectée pour le carbone organique total sur éluat, soit au pH du sol, soit pour un pH situé entre 7,5 e

(b) Valeurs en gras : source = Teneurs totales en éléments traces métalliques dans les sols, Denis BAIZE, INRA. En italique : source = ATSDR

(c) Si le déchet ne respecte pas au moins une des valeurs fixées pour le chlore, le sulfate ou la fraction soluble, le déchet peut être encore jugé conforme aux critères d'admission [en ISDI] s'il respecte soit les valeurs associées au chlore et au sulfate

LQ : Limite de quantification du laboratoire

concentration supérieure au bruit de fond et inférieure aux limites de catégorie A1

Bruit de fond LOCAL (b)	Valeurs limite de catégorie A1 (ISDI)	valeurs limites de catégorie B1 (ISOND)	valeurs limites de catégorie C (ISOD)	Localisation																		
				DECLIVAGE EXTERIEUR - Zone H																		
				Profondeur (m)	S1	S1	S2	S2	S3	S4	S4b	S5	S5	S6	S7	S7	S8	S8	S9	S10	S11	S11
				Lithologie	Sable																	
Indices organoleptiques	Odeur																					

ANALYSES SUR SOL BRUT

	Unité	S1	S1	S2	S2	S3	S4	S4b	S5	S5	S6	S7	S7	S8	S8	S9	S10	S11	S11	
Métaux et métalloïdes																				
Nitrate sèche	%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
88		87,8	87	88,5	89	89,1	87,4	85,6	85	86,1	78	80,5	76,7	87,2	88,1	84	85,5	86,7		
Arsenic (As)	mg/kg Ms	50	4,66	5,62	7,29	5,75	6,6	3,47	7,73	5,74	7,44	11,9	36,3	6,17	16,8	3,88	5,48	2,49	2,34	3,62
Cadmium (Cd)	mg/kg Ms	10	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	1,22	<	0,42	<	<	<	<	<
Chrome (Cr)	mg/kg Ms	200	10,4	8,58	13,4	8,8	5,95	8,23	10,1	11,9	15,8	12,1	41,5	12,3	19,3	10,7	1,2	8,35	7,7	9,76
Cuivre (Cu)	mg/kg Ms	50	<	<	5,26	<	<	<	<	<	0,38	5,6	134	<	106	<	<	<	<	<
Mercuré (Hg)	mg/kg Ms	1	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	0,86	<	0,18	<	<	<	<	<
Nickel (Ni)	mg/kg Ms	100	3,51	6,38	5,5	6,14	3,08	2,86	3,55	3,99	9,5	5,6	61,1	4,58	39,3	7,47	8,34	4,92	4,61	4,29
Plomb (Pb)	mg/kg Ms	50	9,67	<	11,4	<	5,12	7,15	14,1	11,6	16,9	14,9	334	9,07	122	11,6	13	8,92	7,51	7,45
Zinc (Zn)	mg/kg Ms	200	31	46,7	30,9	47	39,4	25	46,9	28,1	46,7	50,9	435	39,3	264	31	37,9	29,6	35	24,5
Hydrocarbures volatils C6-C10																				
Fraction C6-C8	mg/kg Ms	LQ	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Fraction C8-C10	mg/kg Ms	LQ	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Somme des hydrocarbures C6-C10	mg/kg Ms	LQ	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Indice hydrocarbure C10-C40																				
Fraction C10-C16	mg/kg Ms	LQ	<	<	<	<	<	6,54	<	2,91	<	<	165	<	45,2	5,47	3,22	7,69	1,54	<
Fraction C16-C22	mg/kg Ms	LQ	<	<	<	<	<	19,4	<	5,28	<	<	1600	<	199	69,3	3,98	11,9	2,42	<
Fraction C22-C30	mg/kg Ms	LQ	<	<	<	<	<	11,1	<	5,18	<	<	1820	<	207	61,7	4,99	20,5	3,96	<
Fraction C30-C40	mg/kg Ms	LQ	<	<	<	<	<	12	<	8,57	<	<	544	<	116	3,76	7	45,2	7,24	<
Somme des hydrocarbures C10-C40	mg/kg Ms	LQ	500	5 000	50 000	<	<	45,04	<	21,94	<	<	4129	<	567,2	140,23	19,19	85,29	15,16	<
HAP																				
Benzo(a)anthracène	mg/kg Ms	-	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	2,2	<	0,16	<	<	<	<	<
Anthracène	mg/kg Ms	-	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	0,8	<	<	<	<	<	<	<
Fluoranthène	mg/kg Ms	-	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	0,11	<	<	<	<	<	<	<
Fluorène	mg/kg Ms	-	<	<	<	0,052	<	<	<	<	<	<	0,94	<	<	<	<	<	<	<
Phénanthrène	mg/kg Ms	-	<	<	<	0,38	<	<	<	<	<	<	1,9	<	0,27	<	<	<	<	<
Anthracène	mg/kg Ms	-	<	<	<	0,11	<	<	<	<	<	<	0,92	<	0,11	<	<	<	<	<
Fluoranthène	mg/kg Ms	0,7	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	1,6	<	0,22	<	<	<	<	<
Pyrène	mg/kg Ms	-	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	1,3	<	0,12	<	<	<	<	<
Benzo(a)anthracène	mg/kg Ms	-	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	0,8	<	0,066	<	<	<	<	<
Chrysène	mg/kg Ms	-	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	0,84	<	0,1	<	<	<	<	<
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg Ms	0,4	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	0,7	<	0,11	<	<	<	<	<
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg Ms	0,1	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	0,18	<	<	<	<	<	<	<
Benzo(a)pyrène	mg/kg Ms	0,6	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	0,19	<	<	<	<	<	<	<
Dibenz(a,h)anthracène	mg/kg Ms	-	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	0,053	<	<	<	<	<	<	<
Benzo(g,h)perylene	mg/kg Ms	0,3	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	0,15	<	<	<	<	<	<	<
Indol(1,2,3-c)pyrène	mg/kg Ms	0,3	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	0,15	<	<	<	<	<	<	<
Somme des HAP	mg/kg Ms	2,5	50	500	500	0,540	<	<	<	<	<	<	12,43	<	1,16	<	<	<	<	<
BTEX																				
Benzène	mg/kg Ms	LQ	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Toluène	mg/kg Ms	LQ	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	0,15	<	<	<	<	<	<	<
Ethylbenzène	mg/kg Ms	LQ	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
m,p-xylène	mg/kg Ms	LQ	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	0,07	<	<	<	<	<	<	<
o-xylène	mg/kg Ms	LQ	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Somme des BTEX	mg/kg Ms	LQ	6	30	200	<	<	<	<	<	<	<	0,22	<	<	<	<	<	<	<
COHV																				
Tétrachloroéthylène (PCE)	mg/kg Ms	LQ	<	<	<	<	<	<	<	0,13	0,23	<	45,9	<	115	0,08	0,19	4,66	6,32	<
Trichloroéthylène (TCE)	mg/kg Ms	LQ	<	<	<	<	<	<	<	0,05	<	<	12,6	<	16,9	<	<	0,09	0,11	<
de 1,2-dichloroéthylène	mg/kg Ms	LQ	0,33	<	<	<	<	<	<	<	<	<	16,5	<	3,89	<	<	<	<	<
trans-1,2-dichloroéthylène	mg/kg Ms	LQ	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	0,3	<	0,13	<	<	<	<	<
1,1-dichloroéthylène	mg/kg Ms	LQ	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Chlorure de Vinyle	mg/kg Ms	LQ	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
1,1,2-trichloroéthane	mg/kg Ms	LQ	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
1,1,1-trichloroéthane	mg/kg Ms	LQ	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
1,2-dichloroéthane	mg/kg Ms	LQ	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
1,1-dichloroéthane	mg/kg Ms	LQ	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Tétrachlorométhane (tétrachlorure de carbone)	mg/kg Ms	LQ	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Trichlorométhane (chloroforme)	mg/kg Ms	LQ	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Dichlorométhane	mg/kg Ms	LQ	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Somme des COHV	mg/kg Ms	LQ	2 (7)	10	100	0,33	<	<	<	0,18	0,23	<	45,9	<	115,08	0,08	0,19	4,75	6,43	<
PCB																				
PCB (28)	mg/kg Ms	LQ	<	<	0,06	0,06	0,02	<	<	<	<	<	3,06	<	7,13	<	<	<	<	<
PCB (52)	mg/kg Ms	LQ	<	<	0,02	0,02	<	<	<	<	<	<	1,57	<	5,31	<	<	<	<	<
PCB (104)	mg/kg Ms	LQ	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	0,6	<	2,57	<	<	<	<	<
PCB (118)	mg/kg Ms	LQ	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	0,44	<	2,27	<	<	<	<	<
PCB (138)	mg/kg Ms	LQ	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	1,29	<	3,66	<	<	<	<	<
PCB (153)	mg/kg Ms	LQ	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	1,44	<	3,64	<	<	<	<	<
PCB (180)	mg/kg Ms	LQ	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	1,12	<	2,73	<	<	<	<	<
Somme des PCB	mg/kg Ms	LQ	1	50	50	0,08	<	0,07	0,02	<	<	<	9,52	<	27,3	<	<	<	<	<
Indice phénol																				
Indice phénol	mg/kg Ms	-	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<

(a) Pour l'acceptation en ISDI, une valeur limite plus élevée peut être admise, à condition que la valeur limite de 500 mg/kg de matière sèche soit respectée pour le carbone organique total ou équat, soit au pH du sol, soit pour un pH situé entre 7,5 et 8,5.
 (b) Valeurs en gras = Teneurs totales en éléments traces métalliques dans les sols, Denis SAIZÉ, INRA. En italique : source = ATSDR
 (c) Si le déchet ne respecte pas au moins une des valeurs fixées pour le chlorure, le sulfate ou la fraction soluble, le déchet peut être encore jugé conforme aux critères d'admission (en ISDI) s'il respecte soit les valeurs associées au chlorure et au sulfate.

Localisation	CECUMAGE INTERIEUR - Zone M											
	S81		S81		S81		S82		S83		S84	
	1,0-2,0	4,0-5,0	5,0-6,0	1,0-2,0	3,0-4,0	4,0-5,0	0,1-1,0	1,0-2,0	3,0-4,0	4,0-5,0	1,0-3,0	4,0-5,0
Localisation												
Sondage												
Profondeur (m)												
Lithologie												
Indices organoleptiques												
ANALYSES SUR SOL BRUT												
Métaux et métalloïdes												
As (Ac)	mg/kg Ms	3,74	5,27	5,05	4,22	5,31	4,69	5,35	4,46	5,62	5,65	6,38
Cadmium (Cd)	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Chrome (Cr)	mg/kg Ms	9,16	5,83	5,44	7,09	11,4	7,24	10,8	10,4	13,2	8,1	10,2
Chrome (Cr)	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Mercury (Hg)	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Nickel (Ni)	mg/kg Ms	4,43	3,41	5,05	3,59	7,31	3,73	5,24	4,2	7,72	4,71	3,15
Plomb (Pb)	mg/kg Ms	9,94	6,32	4,00	7,27	12,8	8,75	9,46	7,74	14,4	10,8	9,56
Zinc (Zn)	mg/kg Ms	26	25,6	55,3	23,2	33,8	27,1	42,4	32,6	46	31,4	32,3
Hydrocarbures volatils (C10-C19)	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Fraction C10	mg/kg Ms	2,7	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Fraction C19	mg/kg Ms	2,7	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Indices hydrocarbures C10-C19												
Fraction C10-C19	mg/kg Ms	2,3	<	<	0,56	<	<	24,3	264	<	5,16	<
Fraction C10-C19	mg/kg Ms	8,43	<	<	8,07	<	5,6	5,3	5,3	<	6,5	<
Fraction C22-C30	mg/kg Ms	10,6	<	<	8,91	<	4,9	4,9	4,1	<	8	<
Fraction C30-C40	mg/kg Ms	10,4	<	<	5,88	<	30,1	30,1	21,8	<	16,6	<
Somme des hydrocarbures C10-C40	mg/kg Ms	31,73	<	<	23,52	<	100,4	151,5	<	<	32,5	<
HAP												
Naphtalène	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Acénaphtène	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Acénaphtène	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Fluorène	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Phénanthrène	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	0,059	0,052	<	<	<
Anthracène	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	0,07	<	<	<
Fluoranthène	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	0,071	<	<	<
Benzofluoranthène	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Benzo[a]fluoranthène	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Benzo[b]fluoranthène	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Benzo[k]fluoranthène	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Benzo[e]pyrène	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Benzo[a]h. pyrène	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Benzo[a]h. pyrène	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Indeno[1,2,3-cd]pyrène	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Somme des HAP	mg/kg Ms	2,5	<	<	<	<	<	0,059	0,193	<	<	<
BTEX												
Benzène	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Toluène	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Ethylbenzène	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
p-Xylène	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
m-Xylène	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
o-Xylène	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Somme des BTEX	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
COHV												
Trichloréthylène (TCE)	mg/kg Ms	0,08	<	<	1,92	<	<	481	774	<	0,42	<
Tétrachloréthylène (PCE)	mg/kg Ms	0,14	<	<	0,37	<	<	26,3	34,4	<	0,12	<
1,1,1-trichloroéthylène	mg/kg Ms	0,91	<	<	0,14	<	<	1,14	1,38	<	0,13	<
1,1,2-dichloroéthylène	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
1,1-dichloroéthylène	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Chlorure de vinyle	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
1,1,2-trichloroéthane	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
1,1,1-trichloroéthane	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
1,2-dichloroéthane	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
1,1-dichloroéthane	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
1,1,2-trichloroéthane	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
1,1,1-trichloroéthane	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
1,2-dichloroéthane	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
1,1-dichloroéthane	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
1,1,2-trichloroéthane	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
1,1,1-trichloroéthane	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
1,2-dichloroéthane	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
1,1-dichloroéthane	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
1,1,2-trichloroéthane	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
1,1,1-trichloroéthane	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
1,2-dichloroéthane	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
1,1-dichloroéthane	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
1,1,2-trichloroéthane	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
1,1,1-trichloroéthane	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
1,2-dichloroéthane	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
1,1-dichloroéthane	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
1,1,2-trichloroéthane	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
1,1,1-trichloroéthane	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
1,2-dichloroéthane	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
1,1-dichloroéthane	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
1,1,2-trichloroéthane	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
1,1,1-trichloroéthane	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
1,2-dichloroéthane	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
1,1-dichloroéthane	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
1,1,2-trichloroéthane	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
1,1,1-trichloroéthane	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
1,2-dichloroéthane	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
1,1-dichloroéthane	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
1,1,2-trichloroéthane	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
1,1,1-trichloroéthane	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
1,2-dichloroéthane	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
1,1-dichloroéthane	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
1,1,2-trichloroéthane	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
1,1,1-trichloroéthane	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
1,2-dichloroéthane	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
1,1-dichloroéthane	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
1,1,2-trichloroéthane	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
1,1,1-trichloroéthane	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
1,2-dichloroéthane	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
1,1-dichloroéthane	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
1,1,2-trichloroéthane	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
1,1,1-trichloroéthane	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
1,2-dichloroéthane	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
1,1-dichloroéthane	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
1,1,2-trichloroéthane	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
1,1,1-trichloroéthane	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
1,2-dichloroéthane	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
1,1-dichloroéthane	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
1,1,2-trichloroéthane	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
1,1,1-trichloroéthane	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
1,2-dichloroéthane	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
1,1-dichloroéthane	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
1,1,2-trichloroéthane	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
1,1,1-trichloroéthane	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
1,2-dichloroéthane	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
1,1-dichloroéthane	mg/kg Ms	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
1,1,2-trichloroéthane	mg/kg Ms	<	<	<	<							

Tableau : Synthèse des zones de pollution concentrée mises en évidence dans les sols – BURGEAP
2016

Zone	Sous-zone	Sondage représentatif	Nature du polluant	concentration maximum mesurée (mg/kg ms)	Epaisseur de déblais (m)	Epaisseur de la pollution concentrée (m)	surface estimée (m ²)	Volume estimée (m ³)
A	-	S25	HCT	22 963	2	1	100	100
		SC14	HCT	4 250	2	1		
		SC15	PCB	2,12	2	1		
						Total	100	100
E	E1	SC16	PCE	2,7	0	1	141	141
		S23	PCE	2,1	0	1		
	E2	SC19	PCE	24,6	0	1	400	400
		SC20	PCE	1,26	0	1		
						Total	541	541
L	-	S85	PCE	2,59	0	1	570	570
						Total	570	570
M	M1	SC2	PCE/PCB	5,13/3,6	0	1	240	240
		S7	HCT/PCE/TCE/PCB	4129/49,9/12,6/9,52	0	1		
		S8	PCE/TCE/PCB	115/16,9/27,9	0	1		
	M2	S82	PCE	1,92	1	1	125	250
		S83	PCE/TCE	774/34,4	0	2		
	M3	SC5	PCE	1,57	2,4	1,2	140	170
		S10	PCE	4,66	2,4	1,2		
	M4	SC9	PCE/TCE	58,1/5,62	0	1,2	570	680
		SC10	PCE	4,68	1,2	1,2		
S11		PCE	6,32	1,2	1,2			
						Total	1075	1340
						Total global	2286	2551

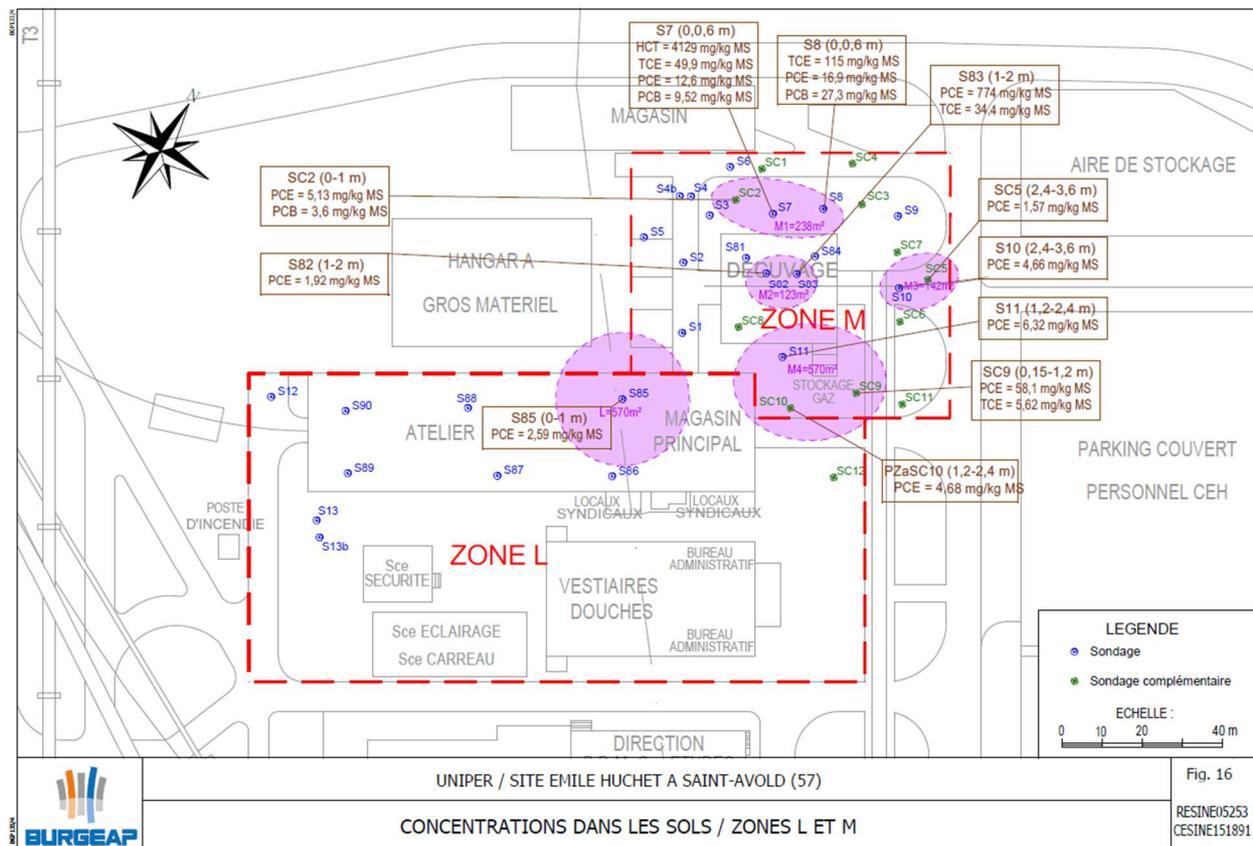


Figure : Localisation des zones de pollutions concentrées (source BURGEAP RESINE06383-01)

5 piézairs de 1,5 à 2,5 mètres de profondeur ont été mis en place les 3, 7 et 8 juin 2016.

Ces ouvrages correspondent à des sondages qui ont été équipés en piézairs, il s'agit de :

- Pza-SC13 : dans la zone A proche des loges de postes transformateurs et des câbles à huiles ;
- Pza-SC23 : dans la zone C proche du bâtiment pulpe ;
- Pza-SC16 : dans la zone E devant le wonder building (non prélevable suite à apparition d'eau dans l'ouvrage) ;
- Pza-S85 : dans la zone L, à l'intérieur du magasin principal ;
- Pza-SC10 : dans la zone M, proche du hall de décuage.

Il a été mis en évidence :

- Une concentration significative en COHV au niveau de l'ouvrage Pza-SC10 et de moindre mesure sur l'ouvrage Pza-S85, ouvrages situés respectivement proche des bâtiments « Décuage » et « Atelier » ;
- La présence de COHV dont le chlorure de vinyle sur l'ouvrage Pza-SC13 ;
- la présence de benzène au droit de l'ouvrage Pza-SC10 à des concentrations supérieures aux valeurs de référence air intérieur.

Tableau : Synthèse des résultats d'analyse d'air du sol – 2016 (source BURGEAP)

		AIR INTERIEUR	AIR EXTERIEUR	AIR EXTERIEUR et INTERIEUR	AIR INTERIEUR	Concentrations calculées				
						Campagne de prélèvement du juin 2016				
						Pza-S85	Pza-SC10	Pza-SC23	Pza-SC13	Bla nc
		Bruit de fond logements OQAI (centile 95)	Valeurs réglementaires - décret 2002-213 (valeur limite) ou directive 2004/107/CE	Valeurs guide OMS	Valeurs guide ANSES ou INDEX, valeurs repère HCSP (1)					
Volume pompé	m ³					0,105	0,101	0,108	0,105	-
Hydrocarbures volatils C6-C16										
Fraction C5-C8	µg/m ³	-	-	-	-	<104	<112	<104	<100	<lq
Fraction C8-C10	µg/m ³	-	-	-	-	<150	3,3E+02	<100	1,4E+02	<lq
Fraction C10-C12	µg/m ³	-	-	-	-	<100	<111	<100	<105	<lq
Somme des hydrocarbures C5-C12	µg/m ³	-	-	-	-	n.c.	3,3E+02	n.c.	1,4E+02	<lq
Hydrocarbures par TPH										
Aliphatique nC>5-nC6	µg/m ³	-	-	-	-	<50	<50	<50	<50	<lq
Aliphatique nC>6-nC8	µg/m ³	-	-	-	-	<50	<50	<50	<50	<lq
Aliphatique nC>8-nC10 (4)	µg/m ³	53	-	-	-	<50	141,0	<50	78,0	<lq
Aliphatique nC>10-nC12 (4)	µg/m ³	72,4	-	-	-	<50	<50	<50	<50	<lq
Aromatique nC>6-nC7 benzène	µg/m ³	-	-	-	-	<2	2,8	<2	<2	<lq
Aromatique nC>7-nC8 toluène	µg/m ³	-	-	-	-	<2	9,4	<2	<2	<lq
Aromatique nC>8-nC10	µg/m ³	-	-	-	-	98,1	305,0	50,0	57,2	<lq
Aromatique nC>10-nC12	µg/m ³	-	-	-	-	<50	<50	<50	<50	<lq
Somme des TPH	µg/m ³	-	-	-	-	103,0	461,3	50,0	138,1	<lq
HAP										
Naphthalène	µg/m ³	-	-	-	10	<1	<1	<1	<1	<lq
BTEX										
Benzène	µg/m ³	7,2	5	1,7	2	1,5	4,0	<1	<1	<lq
Toluène	µg/m ³	82,9	-	260	-	<1	9,4	<1	1,5	<lq
Ethylbenzène	µg/m ³	15	-	-	-	<1	<1	<1	<1	<lq
m+p - Xylène	µg/m ³	39,7	-	-	200	<1	1,3E+00	<1	<1	<lq
o - Xylène	µg/m ³	14,6	-	-	-	<1	<1	<1	<1	<lq
COHV										
Tétrachloroéthylène (PCE) (3)	µg/m ³	7,3	-	250	250	11545,7	567821,8	488,0	3504,8	<lq
Trichloroéthylène (TCE)	µg/m ³	7,3	-	23	2	60,7	24069,3	1,2	505,7	<lq
cis-1,2-dichloroéthylène	µg/m ³	-	-	-	-	15,5	9960,4	<1	74,0	<lq
trans-1,2-dichloroéthylène	µg/m ³	-	-	-	-	1,2	419,8	<1	10,4	<lq
1,1-dichloroéthylène	µg/m ³	-	-	-	-	<1	10,9	<1	6,9	<lq
Chlorure de Vinyle	µg/m ³	-	-	10	-	<1	<1	<1	13,5	<lq
1,1,2-trichloroéthane	µg/m ³	-	-	-	-	6,2	<1	<1	<1	<lq
1,1,1-trichloroéthane	µg/m ³	-	-	-	-	<1	5,3	<1	1,6	<lq
1,2-dichloroéthane	µg/m ³	-	-	700	-	10,3	<1	<1	<1	<lq
1,1-dichloroéthane	µg/m ³	-	-	-	-	<1	<1	<1	<1	<lq
Tétrachlorométhane (tétrachlorure de carbone)	µg/m ³	-	-	-	-	<1	<1	<1	<1	<lq
Trichlorométhane (chloroforme)	µg/m ³	-	-	-	-	<1	<1	<1	<1	<lq
Dichlorométhane	µg/m ³	-	-	450	-	<1	<1	<1	1,4	<lq

(1) en gras : valeur repère du HCSP, souligné : valeur guide de l'ANSES (VGA1), en italique : valeur guide projet INDEX.
(2) La valeur repère du HCSP est de 5 µg/m³ en 2012 et atteindra 2 µg/m³ en 2015 (-1 µg/m³ par an)
(3) valeur guide OMS et ANSES relative aux expositions chroniques au tétrachloroéthylène pour les effets non cancérogènes uniquement
(4) Les valeurs de bruit de fond OQAI concernent respectivement le n-décane et n-undécane.
(5) valeur guide OMS relative au mercure inorganique
(6) valeur guide OMS relative au Cr VI

concentration supérieure au bruit de fond logements
concentration supérieure aux valeurs réglementaires
concentration supérieure à une valeur guide

Rapport ANTEA référencé A104637/A en date du 11 juin 2020, intitulé « Surveillance de l'impact des activités de la centrale sur la qualité des eaux souterraines - Année 2019 »

D'après les données de suivi du rapport ANTEA, référencé A104637/A en date du 11 juin 2020, intitulé « Surveillance de l'impact des activités de la centrale sur la qualité des eaux souterraines - Année 2019 », un suivi est réalisé au droit des points de contrôle localisés sur la figure suivante.

Ce réseau de contrôle est constitué :

- d'une part, d'un réseau de contrôle général des activités du site constitué par les forages N° 206, 208, 210, 211, 212, 213, 226, 237 et 231 exploités par la Société des Eaux de l'Est à proximité et en périphérie du site ;
- d'autre part, d'un réseau de contrôle spécifique du parc à cendres constitué par les piézomètres S1, S2, S3 situés à l'aval hydraulique immédiat du dépôt de cendres et S5 situé à l'aval hydraulique éloigné du site.

Les campagnes de mesures sont effectuées à fréquences trimestrielle et semestrielle et comportent, conformément aux prescriptions des arrêtés préfectoraux précités, pour l'ensemble des points de contrôle, le dosage des paramètres suivants :

- fréquence semestrielle : conductivité, sulfates, chlorures, fluorures, indice hydrocarbures totaux
- fréquence annuelle : dosage des métaux (As, Cd, Cr, Hg, Mo, Ni, Pb, Ti, V, Zn) ;
- fréquence trimestrielle sur le piézomètre S5 : COHV totaux, tétrachloroéthylène, trichloroéthylène, dichloroéthylène, chlorure de vinyle.

Selon les dernières données transmises par GAZELENERGIE pour l'année 2019, l'ouvrage aval S5 présente un impact sur la nappe essentiellement en tétrachloroéthylène (concentration qui fluctue entre 180 et environ 300 µg/l pour une valeur de référence fixée à 10 µg/l (somme du tétrachloroéthylène et trichloroéthylène : limite de qualité des eaux destinées à la consommation humaine définie par l'annexe de I de l'arrêté ministériel du 11 janvier 2007) et en moindre mesure en trichloroéthylène, en tétrachlorométhane et en cis- 1,2-dichloroéthylène (cf. **Tableau 5** ci-dessous).

Tableau : Synthèse des résultats d'analyse en COHV sur S5 – Année 2019 (source ANTEA)

Paramètres	unité	Piézomètre aval S5				
		19/03/2019	06/06/2019	04/09/2019	21/10/2019	03/12/2019
1,1-dichloroéthylène	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Dichlorométhane	µg/l	<2	<2	<2	17	<2
Trans 1,2-dichloroéthylène	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
1,1-dichloroéthane	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Cis 1,2-dichloroéthylène	µg/l	4,6	8,2	4,1	6	3
Chloroforme	µg/l	<0,5	0,6	<0,5	<0,5	<0,5
1,1,1-trichloroéthane	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Tétrachlorométhane	µg/l	3,3	6,8	1,6	4,6	1,7
1,2-dichloroéthane	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Trichloroéthylène	µg/l	2,4	4,1	1,6	2,2	1,7
Dichlorobromométhane	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Tétrachloroéthylène	µg/l	310	280	290	230	180
Dibromochlorométhane	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Bromoforme	µg/l	<0,5	<0,5	0,6	<0,5	<0,5
Somme trichloro+tétrachloro	µg/l	312	284	292	232	182
Somme des 14 COV	µg/l	320	300	298	260	186
Autres COV	µg/l	non détecté	non détecté	non détecté	non détecté	non détecté

Rapport ANTEA référencé A106703/version A, intitulé « Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires du secteur Magasin principal » en date du 23 octobre 2020

Dans le cadre de l'EQRS du secteur Magasin principal (rapport ANTEA référencé A106703/version A, intitulé « Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires du secteur Magasin principal » en date du 23 octobre 2020), d'autres investigations ont été réalisées sur le milieu air du sol.

Ces investigations ont consisté en la réalisation de 15 subslabs (PS1 à PS15) ont été réalisés en intérieur, au droit des bâtiments magasin nord, hangar gypse, local décufrage et vestiaires. Leur localisation est indiquée sur la **Figure 4**.

Il est à noter que le magasin principal / atelier n'a pas fait l'objet d'investigations en raison de la présence du dispositif de venting.

Des analyses en hydrocarbures par TPH, HAP, BTEX, COHV et PCB ont été réalisées. Les résultats de ces analyses sont présentés dans le tableau suivant et en **Figure5**.

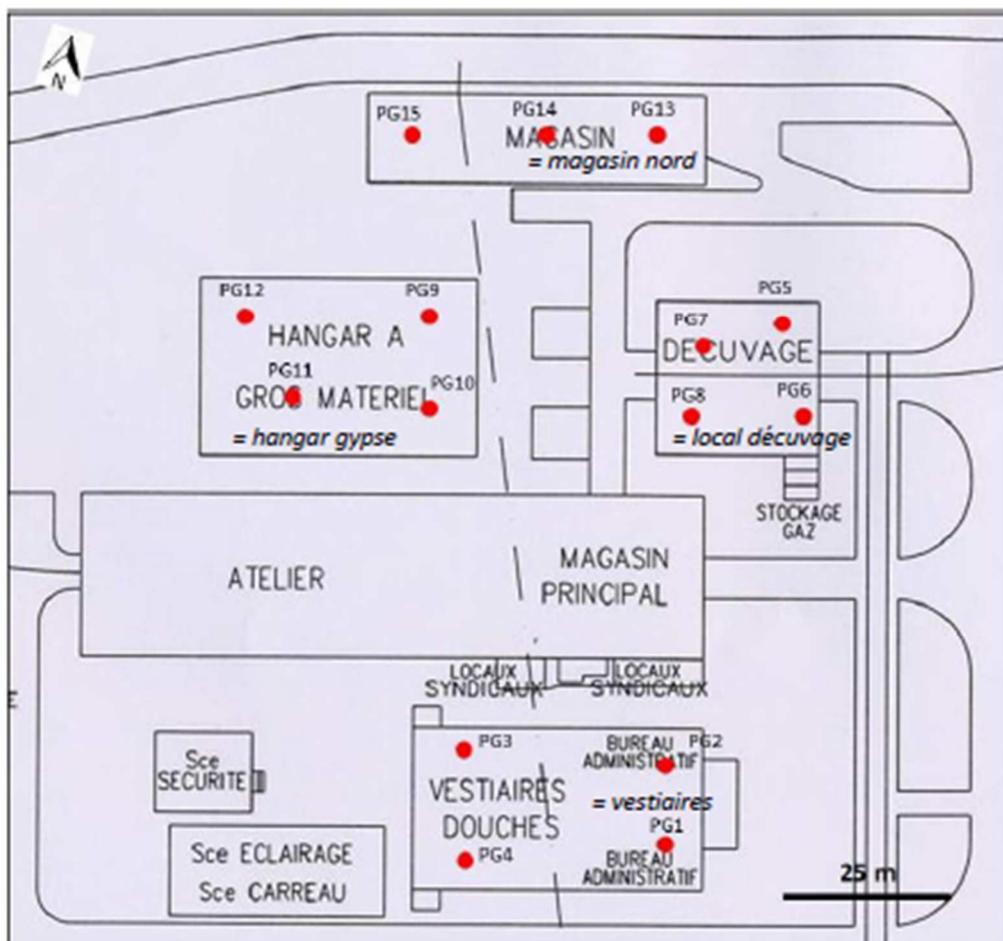


Figure : Localisation des investigations sur l'air du sol en 2020 (source : Rapport ANTEA n°A106703 version A)

Tableau : Synthèse des résultats d'analyse d'air du sol – 2020 (source ANTEA)

Référence Client :		PG01	PG02	PG03	PG04	PG05	PG06	PG07	PG08	PG09	PG10	PG11	PG12	PG13	PG14	PG15
Paramètres																
Unités																
Hydrocarbures totaux																
Aliphatiques >MeC5 - C6	µg/m3	<0,67	<0,68	<20,84	<20,86	-	<21,02	<20,97	<21,18	<21,11	108,56	<21,14	26,82	<20,76	<21,05	23,27
Aliphatiques >C5 - C8	µg/m3	30,34	<20,68	<20,84	<20,86	-	<21,02	<20,97	<21,18	27,44	334,04	91,34	90,24	38,61	82,43	59,66
Aliphatiques >C8 - C10	µg/m3	219,10	<20,68	23,67	24,36	-	<21,02	57,89	29,23	115,68	157,83	73,15	81,30	<20,76	29,97	27,64
Aliphatiques >C10 - C12	µg/m3	70,77	<20,68	27,84	<20,86	-	<21,02	79,62	56,08	75,07	55,12	77,38	38,29	<20,76	<21,05	<21,01
Aliphatiques >C12 - C16	µg/m3	38,20	<20,68	<20,84	<20,86	-	<21,02	84,74	53,88	64,59	61,30	130,24	27,66	<20,76	<21,05	<21,01
Total Aliphatiques	µg/m3	358,82	<20,68	51,51	24,36	-	<21,02	222,33	138,93	282,87	716,51	372,11	263,99	38,61	112,82	110,91
Aromatiques C6 - C7 (Benzène)																
Aromatiques >C7 - C8 (Toluène)	µg/m3	0,66	<0,41	<0,42	0,58	-	<0,42	2,77	1,02	0,76	7,01	1,78	1,43	1,49	2,61	1,34
Aromatiques >C8 - C10	µg/m3	<0,67	<20,68	<20,84	<20,86	-	<21,02	<20,97	<21,18	<21,11	70,57	91,34	65,95	53,81	73,59	56,80
Aromatiques >C10 - C12	µg/m3	<0,67	<20,68	<20,84	<20,86	-	<21,02	<20,97	<21,18	<21,11	<20,88	<21,14	<21,09	<20,76	<21,05	<21,01
Aromatiques >C12 - C16	µg/m3	<0,67	<20,68	<20,84	<20,86	-	<21,02	23,24	<21,18	<21,11	<20,88	<21,14	<21,09	<20,76	<21,05	<21,01
Total Aromatiques	µg/m3	7,85	3,97	2,33	2,42	-	<21,02	27,85	1,02	3,46	107,73	115,02	91,09	76,81	105,24	78,90
BTEX																
Benzène	µg/m3	0,66	<0,41	<0,42	0,58	-	<0,42	2,77	1,02	0,76	7,01	1,78	1,43	1,49	2,61	1,34
Toluène	µg/m3	7,19	3,97	2,33	1,84	-	<1,68	1,85	<1,69	2,70	30,48	22,16	23,62	21,51	29,30	20,75
Ethylbenzène	µg/m3	2,31	1,24	0,92	<0,10	-	<0,84	<0,84	<0,85	<0,84	10,02	10,83	8,86	6,48	8,84	6,89
m+p-Xylène	µg/m3	5,62	2,90	2,25	1,92	-	<0,84	1,76	0,93	2,28	22,13	26,47	21,59	18,77	25,93	19,07
o-Xylène	µg/m3	1,82	0,99	0,83	0,67	-	<0,42	0,59	<0,05	0,76	8,10	9,39	7,51	6,48	9,26	6,81
MTBE (Zone 1)	µg/m3	<0,67	<20,68	<20,84	<20,86	-	<21,02	<20,97	<21,18	<21,11	<20,88	<21,14	<21,09	<20,76	<21,05	<21,01
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques																
Acénaphthène	µg/m3	<0,042	<0,041	<0,042	<0,042	<0,042	<0,043	<0,043	<0,042	<0,043	<0,043	<0,042	<0,042	<0,043	<0,042	<0,042
Acénaphthène	µg/m3	<0,042	<0,041	<0,042	<0,042	<0,042	<0,043	<0,043	<0,042	<0,043	<0,043	<0,042	<0,042	<0,043	<0,042	<0,042
Fluorène	µg/m3	<0,042	<0,041	<0,042	<0,042	<0,042	<0,043	<0,043	<0,042	<0,043	<0,043	<0,042	<0,042	<0,043	<0,042	<0,042
Phénanthrène	µg/m3	<0,084	<0,083	<0,084	<0,084	<0,084	<0,085	<0,085	<0,084	<0,085	<0,085	<0,084	<0,084	<0,085	<0,084	<0,084
Anthracène	µg/m3	<0,042	<0,041	<0,042	<0,042	<0,042	<0,043	<0,043	<0,042	<0,043	<0,043	<0,042	<0,042	<0,043	<0,042	<0,042
Fluoranthène	µg/m3	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,051	<0,051	<0,050	<0,051	<0,051	<0,050	<0,050	<0,051	<0,050	<0,050
Pyrrène	µg/m3	<0,042	<0,041	<0,042	<0,042	<0,042	<0,043	<0,043	<0,042	<0,043	<0,043	<0,042	<0,042	<0,043	<0,042	<0,042
Benzo(a)anthracène	µg/m3	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,051	<0,051	<0,050	<0,051	<0,051	<0,050	<0,050	<0,051	<0,050	<0,050
Chrène	µg/m3	<0,042	<0,041	<0,042	<0,042	<0,042	<0,043	<0,043	<0,042	<0,043	<0,043	<0,042	<0,042	<0,043	<0,042	<0,042
Benzo(b)fluoranthène	µg/m3	<0,055	<0,054	<0,055	<0,055	<0,055	<0,055	<0,055	<0,055	<0,055	<0,055	<0,055	<0,055	<0,055	<0,055	<0,055
Benzo(k)fluoranthène	µg/m3	<0,055	<0,054	<0,055	<0,055	<0,055	<0,055	<0,055	<0,055	<0,055	<0,055	<0,055	<0,055	<0,055	<0,055	<0,055
Benzo(a)pyrène	µg/m3	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,051	<0,051	<0,050	<0,051	<0,051	<0,050	<0,050	<0,051	<0,050	<0,050
Dibenzo(a,h)anthracène	µg/m3	<0,055	<0,054	<0,055	<0,055	<0,055	<0,055	<0,055	<0,055	<0,055	<0,055	<0,055	<0,055	<0,055	<0,055	<0,055
Benzo(ghi)Pérylène	µg/m3	<0,055	<0,054	<0,055	<0,055	<0,055	<0,055	<0,055	<0,055	<0,055	<0,055	<0,055	<0,055	<0,055	<0,055	<0,055
Indeno(1,2,3-cd)Pyrrène	µg/m3	<0,042	<0,041	<0,042	<0,042	<0,042	<0,043	<0,043	<0,042	<0,043	<0,043	<0,042	<0,042	<0,043	<0,042	<0,042
COHV																
Dichlorométhane	µg/m3	<0,823	<0,827	<0,834	<0,834	<0,835	<0,841	<0,839	<0,847	<0,844	<0,835	<0,846	<0,843	<0,830	<0,842	<0,840
Chlorure de vinyle	µg/m3	<0,823	<0,827	<0,834	<0,834	<0,835	<0,841	<0,839	<0,847	<0,844	<0,835	<0,846	<0,843	<0,830	<0,842	<0,840
1,1-Dichloroéthylène	µg/m3	<0,413	<0,414	<0,417	<0,417	<0,418	<0,420	<0,419	<0,424	<0,422	<0,418	<0,423	<0,422	<0,415	<0,421	<0,420
trans 1,2-Dichloroéthène	µg/m3	<0,413	<0,414	<0,417	<0,417	8,77	3,54	7,27	29,23	<0,422	<0,418	<0,423	<0,422	<0,415	<0,421	<0,420
trans 1,2-Dichloroéthène (contrôle)	µg/m3	<0,413	<0,414	<0,417	<0,417	7,96	1,95	1,99	6,86	<0,422	<0,418	<0,423	<0,422	<0,415	<0,421	<0,420
cis 1,2-Dichloroéthène	µg/m3	<0,413	<0,414	<0,417	<0,417	526,94	126,14	53,86	123,68	1,01	<0,418	<0,423	<0,422	<0,415	<0,421	<0,420
cis 1,2-Dichloroéthène (contrôle)	µg/m3	<0,413	<0,414	<0,417	<0,417	602,10	78,63	14,93	31,17	<0,422	<0,418	<0,423	<0,422	<0,415	<0,421	<0,420
Chloroforme	µg/m3	<0,413	10,34	<0,417	1,90	0,72	0,96	1,02	0,74	<0,422	<0,418	<0,423	<0,422	<0,415	<0,421	<0,420
Chloroforme (contrôle)	µg/m3	<0,413	0,51	<0,417	<0,417	0,92	0,81	0,48	<0,424	<0,422	<0,418	<0,423	<0,422	<0,415	<0,421	<0,420
Tétrachlorométhane	µg/m3	<0,413	<0,414	<0,417	<0,417	<0,418	<0,420	<0,419	<0,424	<0,422	0,58	<0,423	<0,422	<0,415	<0,421	<0,420
1,1-Dichloroéthane	µg/m3	<0,413	<0,414	<0,417	<0,417	<0,418	<0,423	<0,419	<0,424	<0,422	<0,418	<0,423	<0,422	<0,415	<0,421	<0,420
1,1-dichloroéthane (contrôle)	µg/m3	<0,413	<0,414	<0,417	<0,417	<0,418	0,53	<0,419	<0,424	<0,422	<0,418	<0,423	<0,422	<0,415	<0,421	<0,420
1,2-Dichloroéthane	µg/m3	<0,413	<0,414	<0,417	<0,417	<0,418	<0,420	<0,419	<0,424	<0,422	<0,418	<0,423	<0,422	<0,415	<0,421	<0,420
1,1,1-Trichloroéthane	µg/m3	<0,413	<0,414	<0,417	<0,417	4,95	11,18	1,19	<0,424	<0,422	<0,418	<0,423	<0,422	<0,415	<0,421	<0,420
1,1,1-Trichloroéthane (contrôle)	µg/m3	<0,413	<0,414	<0,417	<0,417	5,70	8,58	<0,419	<0,424	<0,422	<0,418	<0,423	<0,422	<0,415	<0,421	<0,420
1,1,2-Trichloroéthane	µg/m3	<0,413	<0,414	<0,417	<0,417	<0,418	<0,420	<0,419	<0,424	<0,422	<0,418	<0,423	<0,422	<0,415	<0,421	<0,420
Trichloroéthylène	µg/m3	2,73	2,07	34,59	90,93	11023,15	1564,11	465,63	1702,74	29,55	98,54	6,00	1,43	9,63	7,66	<0,420
Trichloroéthylène (contrôle)	µg/m3	<0,413	<0,414	<0,417	2,09	7499,08	265,73	6,38	3,81	<0,422	1,17	<0,423	<0,422	2,66	<0,421	<0,420
Tétrachloroéthylène	µg/m3	2910,28	1646,45	2150,58	4079,32	105220,96	16313,82	8247,09	2939,55	756,56	2572,09	4000,19	47,48	53473,63	4192,94	695,72
Tétrachloroéthylène (contrôle)	µg/m3	1,24	<0,414	<0,417	22,34	11106,66	200,14	3,86	<0,424	<0,422	0,75	<0,423	<0,422	1394,96	3,87	<0,420
Bromochlorométhane	µg/m3	<0,413	<0,414	<0,417	<0,417	<0,418	<0,420	<0,419	<0,424	<0,422	<0,418	<0,423	<0,422	<0,415	<0,421	<0,420
Dibromométhane	µg/m3	<0,413	<0,414	<0,417	<0,417	<0,418	<0,420	<0,419	<0,424	<0,422	<0,418	<0,423	<0,422	<0,415	<0,421	<0,420
1,2-Dibromométhane	µg/m3	<0,413	<0,414	<0,417	<0,417	<0,418	<0,420	<0,419	<0,424	<0,422	<0,418	<0,423	<0,422	<0,415	<0,421	<0,420
Tribromométhane (Bromofome)	µg/m3	<0,413	<0,414	<0,417	<0,417											