

Figure 18 : Localisation des anomalies ponctuelles et des zones sources de pollution concentrée en PCB – partie 2

► **Bilan :**

Il ressort de cette approche l'identification de zones impactées et centrées autour des sondages S7/S8 et aux profondeurs 0-1m.

### 7.2.3 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, les PCB et les COHV et les résultats sont présentés dans le **Tableau 17** et sur les **Figures 19 à 21**.

**Tableau 17 : Critères statistiques des données pour les HCT, les PCB et les COHV**

	Médiane	Percentile 60	Percentile 70	Percentile 80	Percentile 90	Maximum	Nbre données
Somme des hydrocarbures C10-C40	40	60	90	140	380	4129	140
Somme des PCB	0,01	0,01	0,01	0,01	0,079	27,3	140
Somme des COHV	0,195	0,20	0,435	0,884	6,466	7784	132

A noter, que les données disponibles pour les HCT, les PCB et les COHV sont suffisamment abondantes pour valider la représentativité de cette méthode (population HCT et PCB: 140 échantillons ; population COHV: 132 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 500 et 1000 mg/kg.MS ;
- les COHV entre 40 et 100 mg/kg.MS ;
- les PCB à 1 mg/kg.MS.

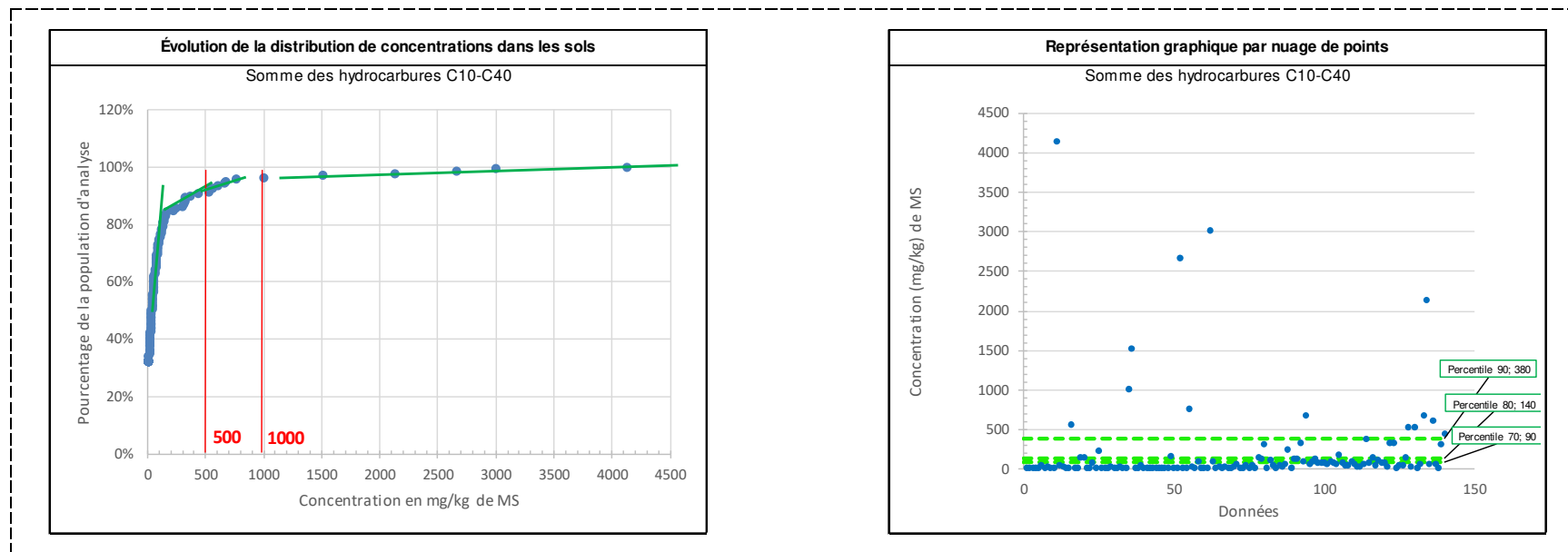


Figure 19 : Distribution des résultats d'analyses pour les HCT– partie 2

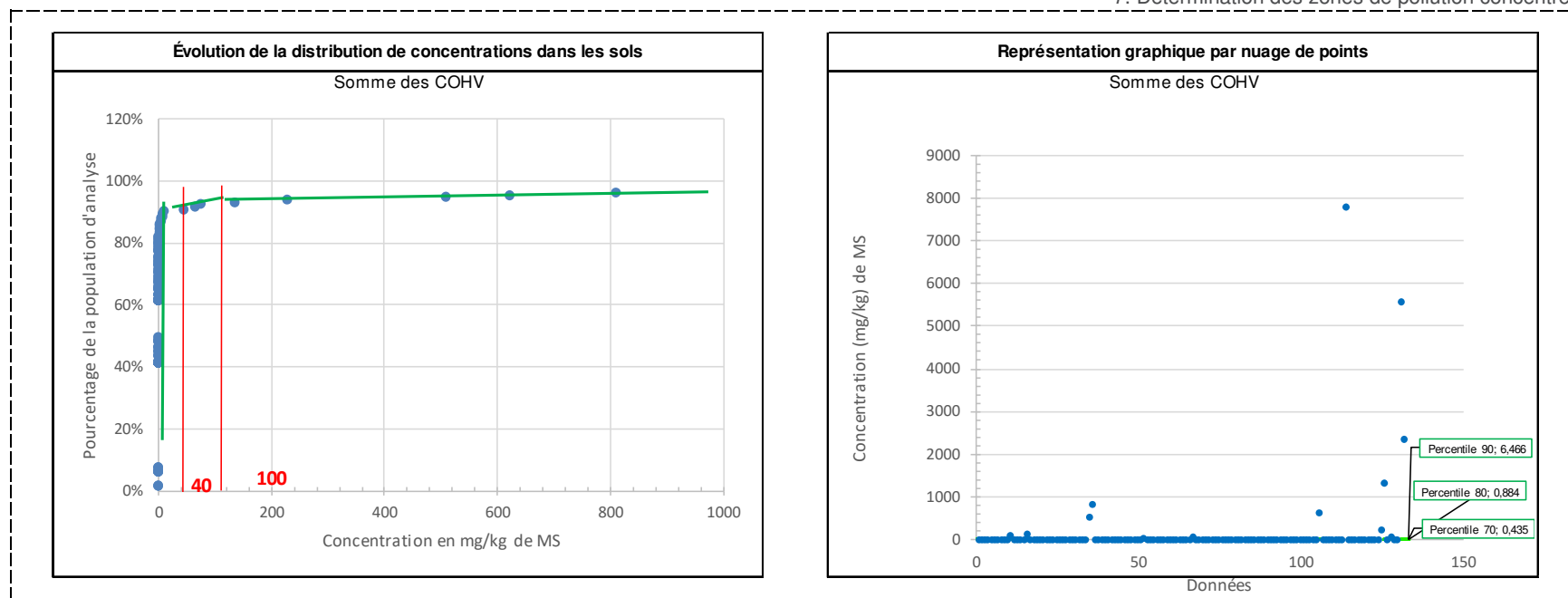


Figure 20 : Distribution des résultats d'analyses pour les COHV– partie 2

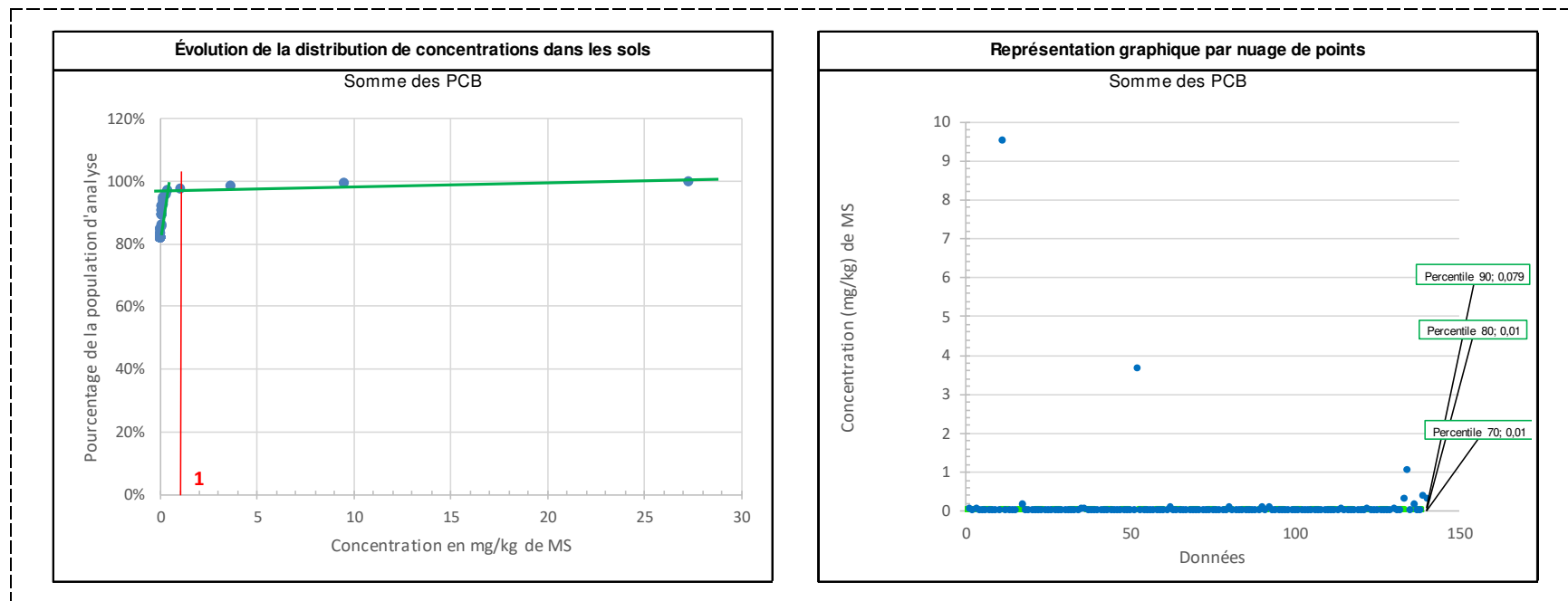


Figure 21 : Distribution des résultats d'analyses pour les PCB – partie 2

#### 7.2.4 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.

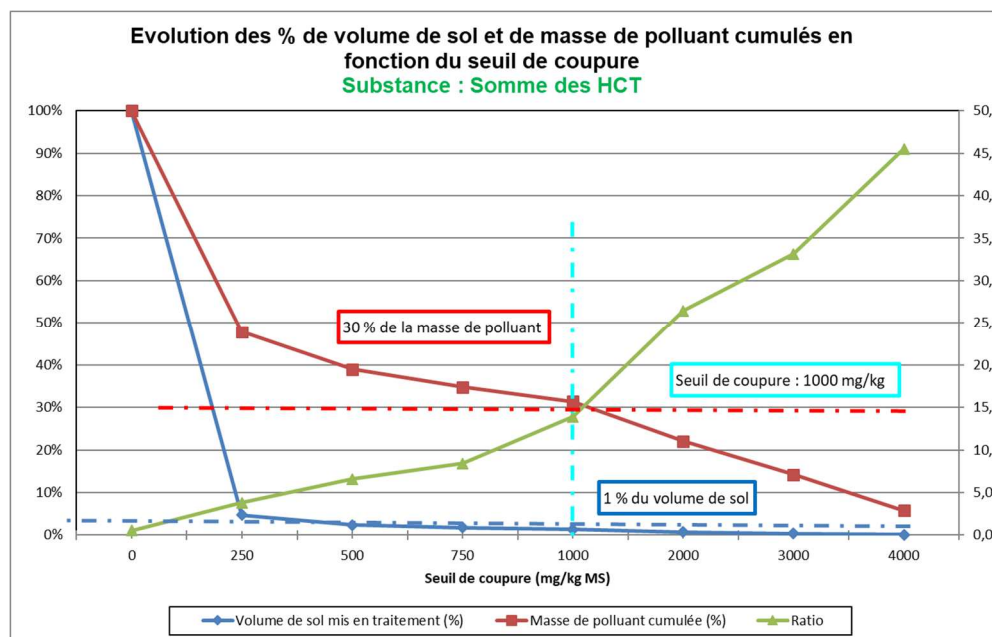
Les résultats sont présentés dans le **Tableau 18** et la **Figure 22** pour les hydrocarbures et le **Tableau 19** et la **Figure 23** pour les COHV et le **Tableau 20** et la **Figure 24** pour les PCB.

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

- Pour les hydrocarbures C10-C40 = 1 000 mg/kg MS (31% de la masse de polluant traité en ne traitant que 1 % du volume de sol) ;
- Pour les COHV = 50 mg/kg MS (98 % de la masse de polluant traité en ne traitant que 3 % du volume de sol) ;
- Pour les PCB = 3 mg/kg MS (74 % de la masse de polluant traité en ne traitant que 1 % du volume de sol).

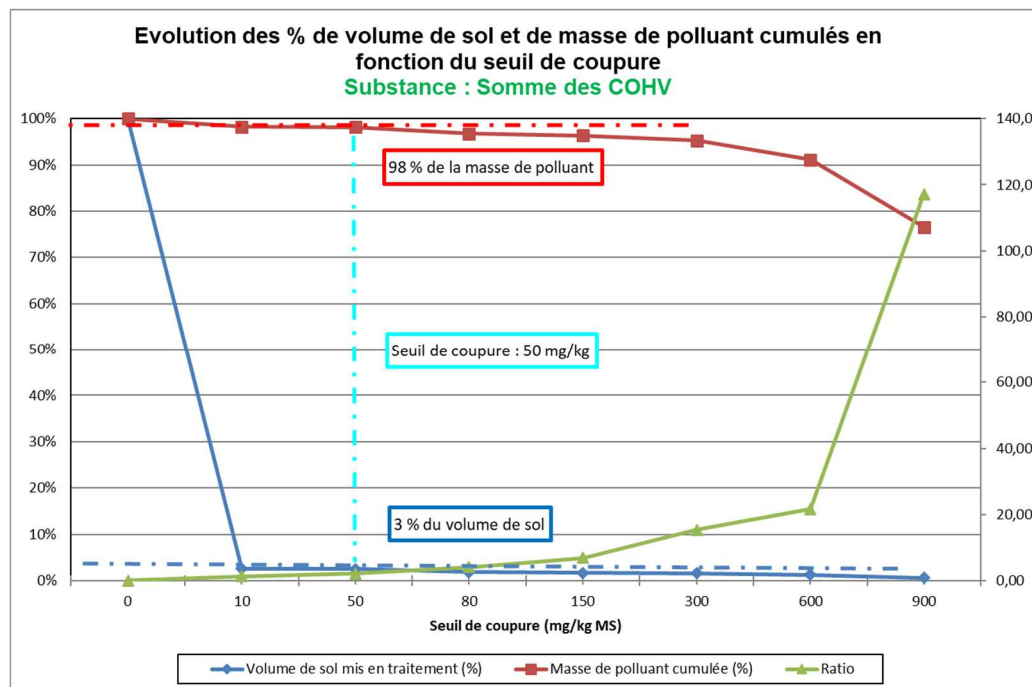
**Tableau 18 : Données pour la détermination du seuil de coupure des hydrocarbures totaux par bilan massique (principe de Pareto) – partie 2**

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 / <=250	0	50	41 860	3 741	43 939	100%	95%	52%	7 173	100%	0,55
Tranche >250 / <=500	250	344	1 031	639	2 079	5%	2%	9%	3 431	48%	3,80
Tranche >500 / <=750	500	595	282	301	1 049	2%	1%	4%	2 792	39%	6,56
Tranche >750 / <=1000	750	764	174	239	767	2%	0%	3%	2 491	35%	8,42
Tranche >1000 / <=2000	1000	1 262	295	670	593	1%	1%	9%	2 252	31%	13,91
Tranche >2000 / <=3000	2000	2 397	130	561	298	1%	0%	8%	1 582	22%	26,43
Tranche >3000 / <=4000	3000	3 008	113	611	168	0%	0%	9%	1 021	14%	33,17
Tranche >4000 / <=5000	4000	4 129	55	410	55	0%	0%	6%	410	6%	45,53
<b>TOTAL</b>			<b>43 939</b>	<b>7 173</b>			<b>100%</b>	<b>100%</b>			


**Figure 22 : Détermination du seuil de coupure des hydrocarbures totaux par bilan massique (principe de Pareto)**

**Tableau 19 : 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 / <=10	0	1	42 655	44	43 793	100%	97%	2%	2 777	100%	0,02
Tranche >10 / <=50	10	45	36	3	1 138	3%	0%	0%	2 732	98%	1,28
Tranche >50 / <=80	50	64	288	33	1 102	3%	1%	1%	2 730	98%	1,82
Tranche >80 / <=150	80	119	51	11	814	2%	0%	0%	2 696	97%	3,38
Tranche >150 / <=300	150	228	65	27	763	2%	0%	1%	2 685	97%	6,48
Tranche >300 / <=600	300	482	118	102	698	2%	0%	4%	2 658	96%	13,69
Tranche >600 / <=900	600	698	294	369	580	1%	1%	13%	2 556	92%	19,82
Tranche >900 / <=8000	900	4 242	286	2 187	286	1%	1%	79%	2 187	79%	120,43
<b>TOTAL</b>			<b>43 793</b>	<b>2 777</b>			<b>100%</b>	<b>100%</b>			

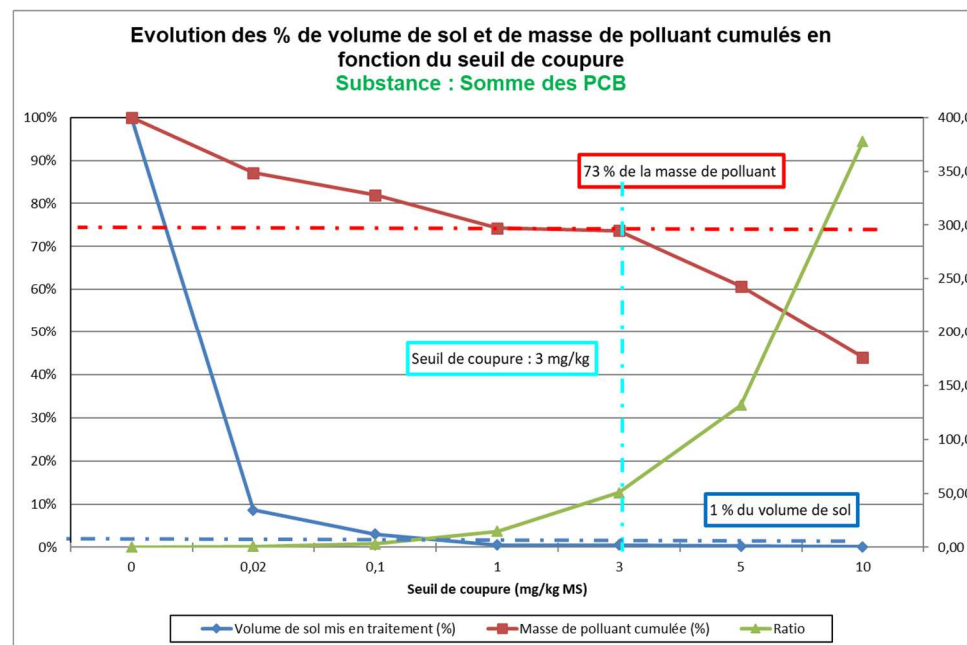


**Figure 23 : Détermination du seuil de coupure des COHV par bilan massique (principe de Pareto)**



**Tableau 20 : Données pour la détermination du seuil de coupure des PCB 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 / <=0,02	0	0	39 924	1	43 707	100%	91%	13%	6	100%	0,14
Tranche >0,02 / <=0,1	0,02	0	2 468	0	3 783	9%	6%	5%	5	87%	0,91
Tranche >0,1 / <=1	0,1	0	1 079	0	1 315	3%	2%	8%	5	82%	3,12
Tranche >1 / <=3	1	1	18	0	236	1%	0%	1%	4	74%	14,67
Tranche >3 / <=5	3	4	112	1	218	0%	0%	13%	4	74%	50,64
Tranche >5 / <=10	5	10	55	1	106	0%	0%	17%	3	61%	131,72
Tranche >10 / <=30	10	27	51	3	51	0%	0%	44%	3	44%	377,73
<b>TOTAL</b>			<b>43 707</b>	<b>6</b>			<b>100%</b>	<b>100%</b>			


**Figure 24 : Détermination du seuil de coupure des PCB par bilan massique (principe de Pareto)**

### 7.3 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 21 : 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	1 000	1 000	1 000
COHV	50	50	40-100	50
PCB	1	3	1	3

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

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

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 22** et la **Figure 25** illustrent l'emprise des zones concentrées établies à partir des paragraphes précédents et des seuils de coupure.

**Tableau 22 : Géométrie des zones concentrées**

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 <sup>2</sup> )	Volume de sol (m <sup>3</sup> )	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 m<sup>3</sup>, soit environ 1 500 tonnes. Ce volume s'inscrit dans une superficie à traiter de 670 m<sup>2</sup>.**

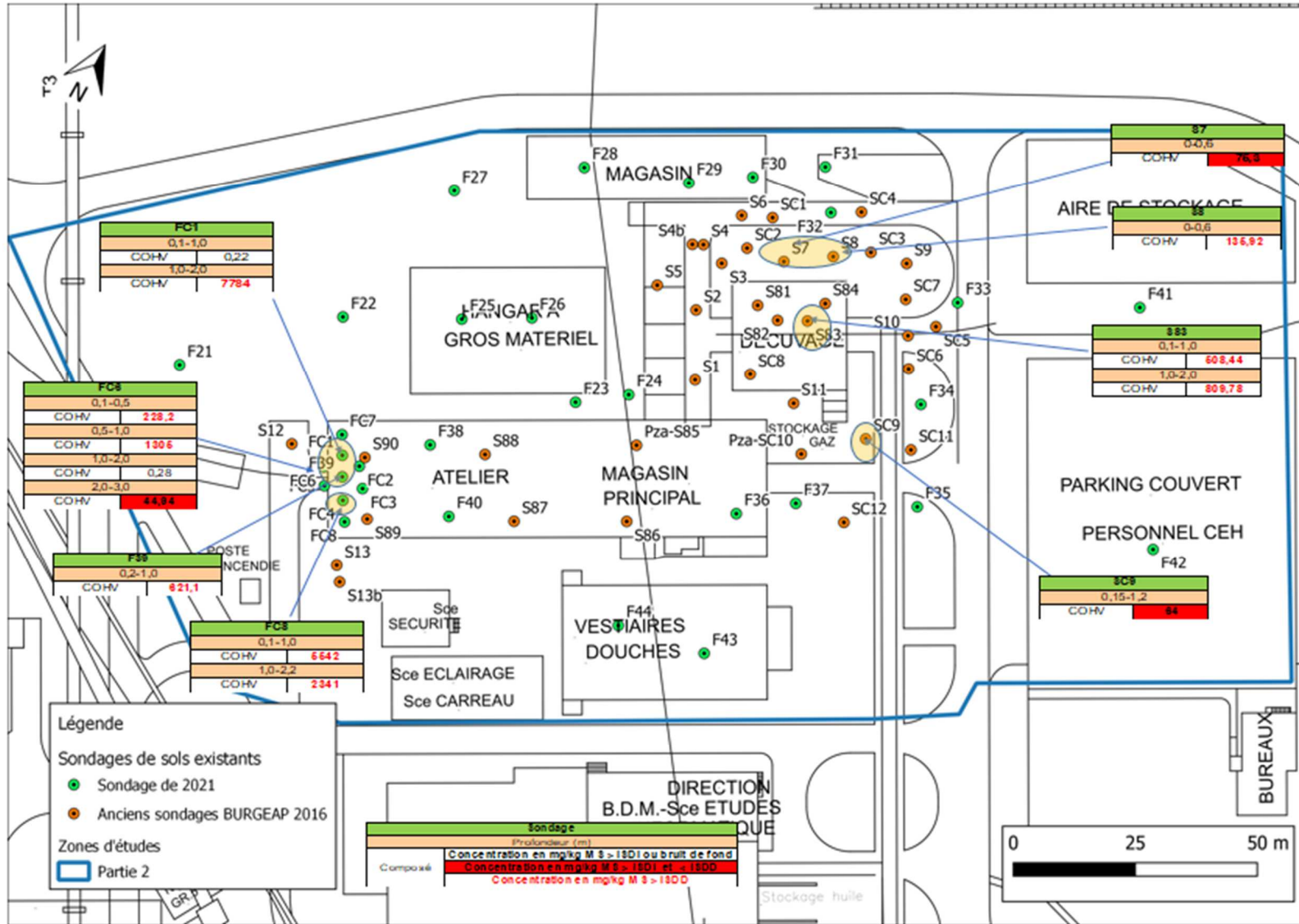


Figure 25 : Localisation des zones de pollution concentrée, application des seuils de coupure, pour les COHV

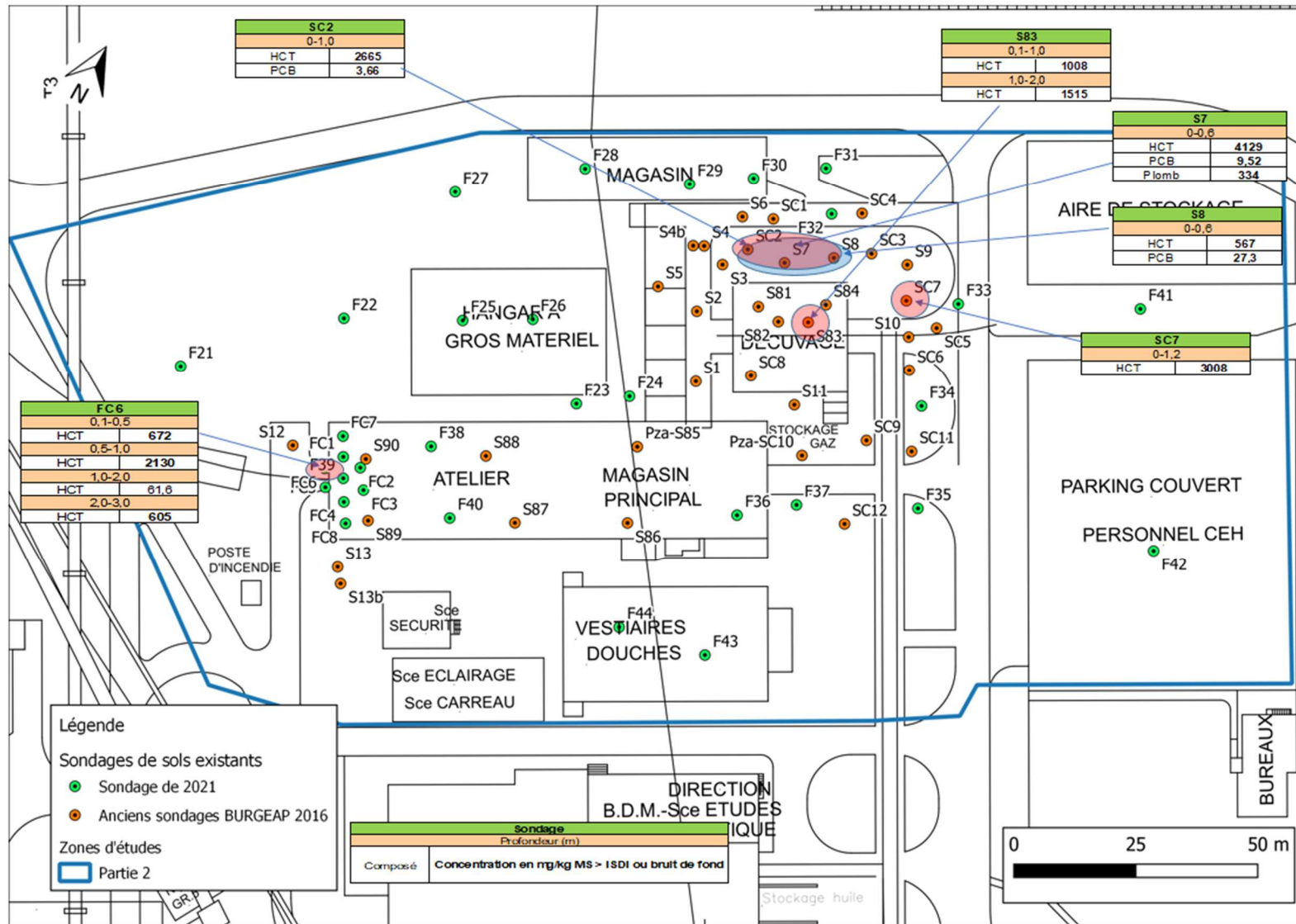


Figure 26 : Localisation des zones de pollution concentrée, application des seuils de coupure, pour les HCT (rouge) et PCB (bleu)

## 8. Plan de gestion du site

### 8.1 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.

### 8.2 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.

### 8.3 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

### 8.4 Sélection des techniques de traitement applicables au site

#### 8.4.1 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 23).

Tableau 23 : Synthèse des techniques de traitement envisageables


Codification AFNOR (NFX31-620-4)	TECHNIQUE	Adapté à la problématique		Raison pour laquelle la technique <b>N'EST PAS ADAPTE</b> 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)	Pression 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	Place disponible	
<b>C311 Techniques de traitement in situ (avec traitement sur site des polluants récupérés)</b>																	
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				X		
C311c	Barbotage in situ / sparging in situ		X								X						
C311d	Pompage et traitement in situ		X								X				X		
C311e	Pompage et écrémage in situ		X								X				X		
<b>C312 Méthodes physiques par piégeage de la pollution in situ</b>																	
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				X		
C312d	Solidification/stabilisation in situ		X												X		
<b>C313 Méthodes chimiques in situ</b>																	
C313 a	Lavage in situ		X														
C313b	Oxydation chimique in situ		X														
C313c	Réduction chimique in situ		X														
<b>C314 Méthodes thermiques in situ</b>																	
C314a	Désorption thermique in situ		X													Zones distinctes à traiter sur le site	
<b>C315 Méthodes biologiques in situ</b>																	
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														
<b>C316 Autres techniques in situ</b>																	
C316a	Barrière perméable réactive in situ - système mur		X								X						
C316b	Barrière réactive in situ - système porte		X								X						
<b>C321 Techniques de traitement sur site (avec traitement sur site des polluants récupérés)</b>																	
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														
<b>C322 Méthodes physiques par piégeage de la pollution sur site</b>																	
C322a	Encapsulation sur site		X												X		
C322b	Solidification/ stabilisation sur site		X												X		
<b>C324 Méthodes thermiques sur site</b>																	
C324b	Désorption thermique sur site		X													X	
<b>C325 Méthodes biologiques sur site</b>																	
C325a	Bioréacteur sur site		X												X	X	
C325b	Biotrre 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 (spots en COHV et HCT uniquement).

## 8.4.2 Description des techniques retenues


### 8.4.2.1 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.

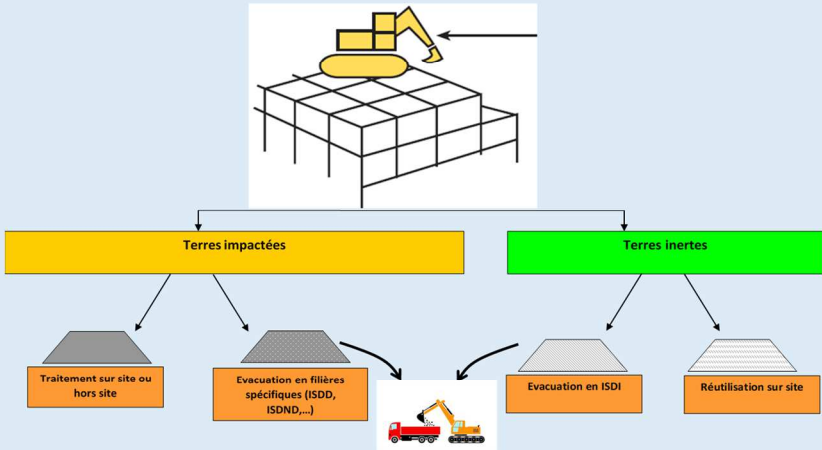
L'évacuation des déblais devra être accompagnée de l'établissement des bordereaux de suivi de déchets (BSD) pour chaque camion, confirmant la traçabilité de l'évacuation des déchets issus du site.

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



## 8.4.2.2 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 le 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

## 8.5 Elaboration des scénarios de gestion envisageables pour le site

Compte tenu des objectifs de traitement indiqués au §8.3, 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 de tous les spots de pollution ;
- **Scénario 2** : excavation et évacuation des spots de pollution extérieurs et venting au droit des spots en intérieur des bâtiments.

## 8.6 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.

### 8.6.1 Scénario 1

Les principes de la technique de traitement associée à ce scénario sont présentés au § 8.4.2.

**Tableau 24 : Descriptif du scénario 1**

	Descriptif du scénario
<b>Principe du scénario 1</b>	Excavation et évacuation hors site de tous les spots de pollution
<b>Volumes et localisation des zones concentrées</b>	Les surfaces, volumes et filières d'élimination des terres concernées sont synthétisés dans le tableau 22 et localisés sur la figure 25
<b>Seuils de réception du traitement</b>	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 : 1 000 mg/kg pour les HCT et 50 mg/kg pour les COHV et 3 mg/kg pour les PCB). Des analyses de gaz du sol pourront être éventuellement réalisées en fond de fouille au droit des bâtiments ou après remblaiement
<b>Pré-dimensionnement du traitement</b>	<u>Traitement:</u> L'objectif est de traiter les 830 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, naphthalène < à la limite de quantification • matériaux de catégorie inertes,
<b>Délai</b>	Ce type de traitement est rapide. Pour 830 m3 de terres à excaver (maximum estimé), l'ordre de grandeur est de 3-4 semaines en fonction des accès.
<b>Mesures constructives</b>	Pas de mesure constructive
<b>Surveillance</b>	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
<b>Restrictions d'usage</b>	Pas de restriction d'usage
<b>Coût</b>	Voir tableau suivant.

**Tableau 25 : Estimation des coûts de traitement de la source concentrée en HCT, COHV et PCB par excavation et traitement hors site**

Poste	Quantité	Unité	Prix U €HT- Filière 1	Prix U €HT- Filière 2 -	Prix U €HT- Filière 3 -	Prix U €HT- Filière 1	Prix U €HT- Filière 2 -	Prix U €HT- Filière 3 -
			Allemagne	Louvigny	Talange	Allemagne	Louvigny	Talange
<b>Gestion des sources concentrées (830 m<sup>3</sup>)</b>								
Etude géotechnique de la structure des bâtiments	1	forfait	20000			20 000	20 000	20 000
Plan de terrassement / préparation	1	forfait	15000			15 000	15 000	15 000
Installation de chantier, aire de stockage, base vie	1	forfait	40000			40 000	40 000	40 000
Blindage/Talutage/confortement	1	forfait	40000			40 000	40 000	40 000
Terrassement des matériaux impactés	830	m <sup>3</sup>	15			12 450	12 450	12 450
Transport/Élimination des matériaux en SC2/S7/S8	425	t	250	152	156	106 250	64 600	66 300
Transport/Élimination des matériaux en SC7	215	t	130	75	105	27 950	16 125	22 575
Transport/Élimination des matériaux en S83	200	t	130	75	105	26 000	15 000	21 000
Transport/Élimination des matériaux en SC9	130	t	130	75	50	16 900	9 750	6 500
Transport/Élimination des matériaux en F39	155	t	150	75	105	23 250	11 625	16 275
Transport/Élimination des matériaux en FC1/FC6/FC8	379	t	150	75	105	56 850	28 425	39 795
Remblaiement	830	m <sup>3</sup>	20			16 600	16 600	16 600
Refection et repli de chantier	1	forfait	35000			35 000	35 000	35 000
<b>TOTAL gestion source concentrée</b>						<b>436 250</b>	<b>324 575</b>	<b>351 495</b>
<b>Ingénierie des travaux</b>								
Ingénierie, MOE, contrôles extérieurs	10	%	-	-	-	43 625	32 458	35 150
<b>TOTAL gestion source concentrée</b>						<b>479 875</b>	<b>357 033</b>	<b>386 645</b>
<b>TOTAL y compris alea de 20 %</b>						<b>575 850</b>	<b>428 439</b>	<b>463 973</b>

Le budget global est estimé entre 360 et 480 k€ selon le niveau d'excavation considéré. En considérant un aléa de 20 %, le montant maximal est estimé entre 430 et 575 k€ HT. Les estimations financières liées au soutènement et au remblaiement (contraintes géotechniques) n'ont pas été établies.

Le chiffrage devra être affiné en fonction des solutions de blindage retenues (talus et/ou soutènement) ou des études géotechniques préalables pour la réalisation des purges au droit des bâtiments.

De plus certaines zones au droit du bâtiment Magasin/Atelier ne pourront être accessibles à ce stade à des machines de terrassement (sondages FC1 et FC8) en raison de son cloisonnement.

## 8.6.2 Scénario 2

Les principes de la technique de traitement associée à ce scénario sont présentés au § 8.4.2.

**Tableau 26 : Descriptif du scénario 2**

	Descriptif du scénario
<b>Principe du scénario 1</b>	Excavation et évacuation des spots extérieurs + venting élargi aux bâtiments Magasin atelier et Décuvage
<b>Volumes et localisation des zones concentrées</b>	Les surfaces, volumes et filières d'élimination des terres concernées sont synthétisés dans le tableau 22 et localisés sur la figure 25
<b>Seuils de réception du traitement</b>	<p><u>Excavation :</u> 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 : 1 000 mg/kg pour les HCT et 50 mg/kg pour les COHV et 3 mg/kg pour les PCB). Des analyses de gaz du sol pourront être éventuellement réalisées en fond de fouille au droit des bâtiments ou après remblaiement</p> <p><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.</p>
<b>Pré-dimensionnement du traitement</b>	<p style="text-align: center;"><b>Excavation et évacuation des spots extérieurs</b></p> <p><u>Traitement :</u> L'objectif est de traiter les 425 m3 de terres impactées constituant les zones sources de pollution identifiées Ces sources sont situées en extérieur de bâtiment. L'ensemble sera ensuite chargé directement dans des camions bennes pour évacuation hors site dans les filières adaptées..</p> <p><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.</p> <p><u>Remblaiement :</u> 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 futur bâtiment dans le respect des normes existantes. Néanmoins la qualité chimique des matériaux devra respecter les conditions suivantes :  <ul style="list-style-type: none"> <li>• concentration en métaux dans la gamme de bruit de fond défini par l'INRA,</li> <li>• HCTC5-C10, COHV-BTEX, naphtalène &lt; à la limite de quantification.</li> </ul> </p> <p style="text-align: center;"><b>Elargissement du venting en place</b></p> <p><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"> <li>• aiguilles d'extraction pour la mise en dépression des sols ;</li> <li>• unité de venting par mise en dépression et de traitement des gaz extrait (charbon actif).</li> </ul> </p>
<b>Délai</b>	Ce type de traitement est rapide pour l'excavation et l'évacuation des matériaux. Pour 425 m3 de terres à excaver, l'ordre de grandeur est de 1 semaine Le délai du venting est de plusieurs années
<b>Mesures constructives</b>	Afin de pouvoir réaliser le traitement, une dalle devra être mise en place et conservée en bon état.
<b>Surveillance</b>	<p><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.</p> <p><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).</p>
<b>Restrictions d'usage</b>	<p><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"> <li>• 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.) ;</li> <li>• 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 ;</li> <li>• 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 ;</li> <li>• la pérennité de la maintenance ou de la surveillance du site.</li> </ul>                     Les restrictions d'usage concernent :  <ul style="list-style-type: none"> <li>• l'utilisation des sols sur site en définissant les autorisations et interdictions concernant le type d'activité et de construction ;</li> <li>• l'utilisation du sous-sol en définissant les procédures à respecter en cas d'affouillement, de pose de canalisation ;</li> <li>• l'utilisation des eaux souterraines sur site.</li> </ul>                     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.                 </p> <p><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).</p>
<b>Coût</b>	Voir tableaux ci-dessous

**Tableau 27 : Estimation des coûts de traitement de la source concentrée en HCT et PCB par excavation et traitement hors site et venting au droit des bâtiments pour les COHV**

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
<b>Gestion des sources concentrées (425 m<sup>3</sup>)</b>								
Etude géotechnique de la structure des bâtiments (venting)	1	forfait	20000			20 000	20 000	20 000
Plan de terrassement / préparation	1	forfait	5000			5 000	5 000	5 000
Installation de chantier, aire de stockage, base vie	1	forfait	15000			15 000	15 000	15 000
Blindage/Talutage	Non estimé - source en surface et en extérieur							
Terrassement des matériaux impactés	425	m <sup>3</sup>	15			6 375	6 375	6 375
Transport/Élimination des matériaux en SC2/S7/S8	425	t	250	152	156	106 250	64 600	66 300
Transport/Élimination des matériaux en SC7	215	t	130	75	105	27 950	16 125	22 575
Transport/Élimination des matériaux en SC9	130	t	130	75	50	16 900	9 750	6 500
Remblaiement	425	m <sup>3</sup>	20			8 500	8 500	8 500
Refection et repli de chantier	1	forfait	5000			5 000	5 000	5 000
<b>TOTAL gestion source concentrée</b>						<b>210 975</b>	<b>150 350</b>	<b>155 250</b>
<b>Ingénierie des travaux</b>								
Ingénierie, MOE, contrôles extérieurs	10	%	-	-	-	21 098	15 035	15 525
<b>TOTAL gestion source concentrée</b>						<b>232 073</b>	<b>165 385</b>	<b>170 775</b>
<b>TOTAL y compris alea de 20 %</b>						<b>278 487</b>	<b>198 462</b>	<b>204 930</b>

<b>Venting</b>				
Poste	Unité	Qté	PU estimatif en €HT	Total estimatif en €HT
<b>Travaux</b>				
Préparation des travaux	forfait	1	2 000	2 000
Prolongement de la tranchée drainante existante source F39 et d'une tranchée parallèle entre les sondages FC1 et FC8	forfait	1	50 000	50 000
Réalisation de deux tranchées drainantes selon les préconisations d'Antea dans leur rapport de septembre 2010 (Rapport n° A59472/A) qui seront raccordées au dispositif d'extraction actuel (PZRC1) via une conduite en enterré				
Monitoring traitement (complément à l'actuel )	forfait	1	12 000	12 000
Contrôles de réception	couplée au venting actuel			
Surveillance des milieux	couplée au venting actuel			
DOE, repli chantier	forfait	1	3 000	3 000
				<b>67 000</b>
Ingénierie, MOE, contrôles extérieurs	%	15%		10 050
<b>TOTAL gestion source concentrée par venting</b>				<b>77 050</b>
<b>TOTAL y compris alea de 20 %</b>				<b>92 460</b>

Le budget global est estimé entre 240 et 310 k€ selon les filières consultées. En considérant un aléa de 20 %, le montant maximal est estimé entre 290 et 370 k€ HT. Les estimations financières liées au soutènement et au remblaiement (contraintes géotechniques) n'ont pas été établies.

Le chiffrage devra être affiné en fonction des solutions de blindage retenues (talus et/ou soutènement).

### 8.6.3 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 28 : 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><b><u>Usages autorisés :</u></b></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"> <li>• activités industrielles similaires à celles de la dernière exploitation, avec mesures de gestion particulières ;</li> <li>• maintien du système de venting en place au droit du bâtiment magasin principal/atelier et du dallage en bon état</li> </ul>	<p><b><u>Usages autorisés :</u></b></p> <p>Les canalisations d'amenée en eau potable seront mises 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><b><u>Usages autorisés :</u></b></p> <p>Aucun usage des eaux souterraines n'est prévu dans le 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><b><u>Usages non autorisés :</u></b></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><b><u>Usages interdits :</u></b></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><b><u>Prescriptions particulières :</u></b></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><b><u>Prescriptions particulières :</u></b></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><b><u>Prescriptions particulières :</u></b></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>

### 8.6.4 Préconisations spécifiques aux travaux de traitement

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

#### 8.6.4.1 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.

#### 8.6.4.2 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.

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

#### 8.6.4.3 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.

#### 8.6.4.4 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 d'excavation et d'évacuation des sols et venting associé :*

- le détail des opérations réalisées ;
- le bilan des déchets éliminés hors site ;
- 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.



## 8.7 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 29 : 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).

## 8.8 Bilan coûts-avantages des scénarios de gestion

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

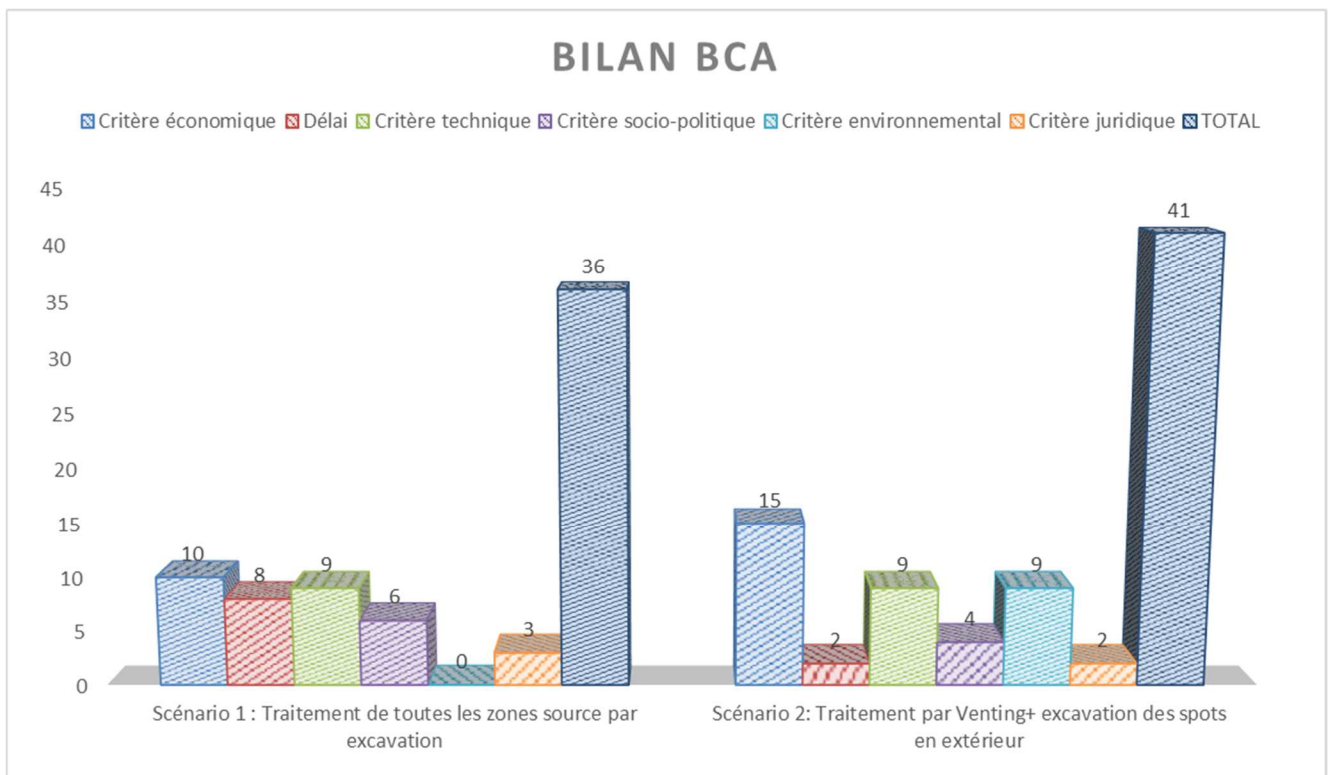
- Scénario 1 : excavation et évacuation hors site de tous les spots ;
- Scénario 2 : excavation et évacuation des spots extérieurs et élargissement du venting en place.

Pour chaque scénario envisagé, une note est attribuée pour chacun des critères définis au chapitre 8.7, la somme des notes conduits 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 27 : 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 de toutes les zones source par excavation	10	8	9	6	0	3	36
Scénario 2: Traitement par Venting+ excavation des spots en extérieur	15	2	9	4	9	2	41



Le scénario 2 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.

## 8.9 Etudes nécessaires pour finaliser le choix du scénario de gestion

Afin de définir le scénario à retenir au final pour la gestion du site de la Centrale Emile Huchet – partie 2, et de préciser son dimensionnement, une étude géotechnique de la structure des bâtiments devra être réalisée.

## 9. Analyse des Risques Résiduels prédictive (ARR)

### 9.1 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 et décufrage », 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.

### 9.2 Composés et concentrations retenues dans les différents milieux

La synthèse des investigations sur la zone « Magasin général et décufrage », combinée aux scénarios d'expositions retenus, 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.

#### ► Inhalation en intérieur

**Dans le bâtiment magasin général**, un dispositif de réhabilitation du milieu souterrain de ce bâtiment par venting est actif depuis 2012. L'objectif de ce dispositif est d'améliorer la qualité du milieu vis-à-vis d'une pollution de la zone non saturée des sols superficiels par le tétrachloroéthylène (PCE). Dans le cadre de la présente étude, des prélèvements des gaz des sols ont été réalisés en parallèle des prélèvements d'air intérieur au droit de ce bâtiment. Les concentrations quantifiées montrent une cohérence entre les deux milieux (gaz des sols et air ambiant intérieur) et que les teneurs mesurées dans l'air intérieur ont pour origine les impacts dans les sols et les gaz des sols.

Par conséquent, l'évaluation des risques sanitaires pour l'inhalation de composés volatils en intérieur sera réalisée en 1<sup>ère</sup> approche à partir des mesures obtenues sur l'air intérieur (diminution des incertitudes liées à la modélisation des transferts). Une évaluation des niveaux de risque à partir des mesures dans les gaz des sols sera réalisée dans le chapitre dédié aux incertitudes.

Dans une approche majorante, les concentrations maximales dans l'air intérieur sont retenues.

Par rapport à une évaluation réalisée à partir des concentrations dans les gaz du sol, cette approche permet de diminuer les incertitudes liées à la modélisation des transferts. Il s'agit donc d'une approche de l'évaluation des risques sanitaires que l'on peut qualifier de « réaliste à majorante », puisqu'elle tient compte des concentrations du milieu air intérieur qui va être inhalé par les futurs travailleurs avec le dispositif de venting en marche.

**Dans le bâtiment décuva**, les mesures réalisées dans l'air intérieur du bâtiment décuva ont été privilégiées car elles sont représentatives du milieu direct inhalé par les travailleurs. Par ailleurs, des mesures d'air sous-dalle de ce bâtiment ont été réalisées par ANTEA en 2020. Ainsi, nous allons procéder également à une analyse des incertitudes sur les risques d'exposition par la réalisation des modélisations de transfert de polluant depuis les teneurs trouvées dans l'air sous-dalle.

Il est à préciser que pour les bâtiments magasin, vestiaires et douches des prélèvements d'air intérieur ont été également effectués. Seul le tétrachlorométhane a été quantifié dans le bâtiment vestiaire et douche à une teneur égale la limite de quantification du laboratoire et 200 fois inférieure à la valeur de référence pour les établissements sensibles. Par conséquent, la réalisation des calculs des risques sanitaires au droit de ces bâtiments n'est pas nécessaire et le milieu est considéré comme sanitaire compatible avec l'usage actuel.

### ► Inhalation en extérieur

Un prélèvement de la qualité de l'air extérieur a été réalisé lors de la campagne de mai 2021. Les résultats d'analyses sont jugés représentatifs de la qualité de l'air extérieur sur l'ensemble de la zone. Ainsi, l'analyse des risques sanitaires par inhalation de COV en extérieur, sera réalisée à partir des concentrations mesurées dans l'air extérieur.

Notons que pour les composés sans valeur de référence ou ayant été quantifiés uniquement dans les sols et les gaz du sol, dans une hypothèse sécuritaire, des concentrations égales à la limite de quantification du laboratoire dans le milieu air intérieur ont été prises en compte.

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

**Tableau 30 : Concentrations retenues dans les différents milieux pour l'ARR – Magasin général / atelier**

Substances	Pour l'exposition en intérieur		Pour l'exposition en extérieur	
	Concentration maximale mesurée en air intérieur	Investigations correspondantes	Concentration maximale mesurée en air extérieur	Investigations correspondantes
	mg/m <sup>3</sup>		mg/m <sup>3</sup>	
<b>HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES</b>				
Naphtalène	6,20E-04	LQ	1,04E-03	LQ
<b>COMPOSES AROMATIQUES MONOCYCLIQUES</b>				
benzène	6,90E-04	AA2	5,20E-04	LQ
toluène	1,25E-03	LQ	2,08E-03	LQ
éthylbenzène	6,20E-04	LQ	1,04E-03	LQ
M+p-Xylène	2,06E-03	AA2	1,04E-03	LQ
o-Xylène	6,90E-04	AA2	5,20E-04	LQ
<b>HYDROCARBURES SUIVANT LES TPH</b>				
Aliphatic nC>5-nC6	1,56E-02	LQ	2,60E-02	LQ
Aliphatic nC>6-nC8	1,56E-02	LQ	2,60E-02	LQ
Aliphatic nC>8-nC10	1,56E-02	LQ	2,60E-02	LQ
Aliphatic nC>10-nC12	3,53E-02	AA2	2,60E-02	LQ
Aliphatic nC>12-nC16	1,56E-02	LQ	2,60E-02	LQ
Aromatic nC>8-nC10	1,56E-02	LQ	2,60E-02	LQ
Aromatic nC>10-nC12	1,56E-02	LQ	2,60E-02	LQ
Aromatic nC>12-nC16	1,56E-02	LQ	2,60E-02	LQ
<b>COMPOSES ORGANO-HALOGENES VOLATILS</b>				
tétrachloroéthylène (PCE)	1,86E-02	AA1	5,20E-04	LQ
trichloroéthylène (TCE)	5,60E-04	AA1	5,20E-04	LQ
dichloroéthylène (cis 1,2-DCE)	5,20E-04	AA1	5,20E-04	LQ
chloroforme (TCMA)	3,10E-04	LQ	5,20E-04	LQ

**Tableau 31 : Concentrations retenues dans les différents milieux pour l'ARR – Décuvage**

Substances	Pour l'exposition en intérieur		Pour l'exposition en extérieur	
	Concentration maximale mesurée en air intérieur	Investigations correspondantes	Concentration maximale mesurée en air extérieur	Investigations correspondantes
	mg/m <sup>3</sup>		mg/m <sup>3</sup>	
<b>HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES</b>				
Naphtalène	1,04E-03	LQ	1,04E-03	LQ
<b>COMPOSES AROMATIQUES MONOCYCLIQUES</b>				
benzène	5,20E-04	LQ	5,20E-04	LQ
toluène	2,08E-03	LQ	2,08E-03	LQ
ethylbenzène	1,04E-03	LQ	1,04E-03	LQ
M+p-Xylène	1,04E-03	LQ	1,04E-03	LQ
o-Xylène	5,20E-04	LQ	5,20E-04	LQ
<b>HYDROCARBURES SUIVANT LES TPH</b>				
Aliphatic nC>5-nC6	2,60E-02	LQ	2,60E-02	LQ
Aliphatic nC>6-nC8	2,60E-02	LQ	2,60E-02	LQ
Aliphatic nC>8-nC10	2,60E-02	LQ	2,60E-02	LQ
Aliphatic nC>10-nC12	8,43E-02	AA3	2,60E-02	LQ
Aliphatic nC>12-nC16	2,60E-02	LQ	2,60E-02	LQ
Aromatic nC>8-nC10	2,60E-02	LQ	2,60E-02	LQ
Aromatic nC>10-nC12	2,60E-02	LQ	2,60E-02	LQ
Aromatic nC>12-nC16	2,60E-02	LQ	2,60E-02	LQ
<b>COMPOSES ORGANO-HALOGENES VOLATILS</b>				
tétrachloroéthylène (PCE)	1,67E-03	AA3	5,20E-04	LQ
trichloroéthylène (TCE)	5,20E-04	LQ	5,20E-04	LQ
dichloroéthylène (cis 1,2-DCE)	5,20E-04	LQ	5,20E-04	LQ
chloroforme (TCMA)	5,20E-04	LQ	5,20E-04	LQ

### 9.3 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**.

## 9.4 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 nationales<sup>2</sup> 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 12** et discutées dans les incertitudes au paragraphe **9.7**.

<sup>2</sup> 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),

OEHHA (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 32 : Valeurs toxicologiques de référence retenues**

Substance	CAS N°	Effets sans seuil			Effets à seuil							
		ERUI	TYPE CANCER	SOURCE	VTRI	ORGANE	SOURCE	SF	VTRI spécifique effet cancérigène	ORGANE	SOURCE	SF
		( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) <sup>1</sup>			( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )				( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			
<b>HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES</b>												
Naphtalène	91-20-3	5,6E-06	neuroblastome de l'épith. olfactif	Anses, 2013	37	sys. Resp.	Anses, 2013	250	-	-	-	-
<b>COMPOSES AROMATIQUES MONOCYCLIQUES</b>												
benzène	71-43-2	2,6E-05	leucémie	Anses, 2013	10	sang	Anses, 2008	10	-	-	-	-
toluène	108-88-3	-	-	-	19 000	sys. Nerveux	Anses, 2017	5	-	-	-	-
ethylbenzène	100-41-4	-	-	-	1 500	effet ototoxique	ANSES 2016	30	-	-	-	-
m+p-Xylène	1320-20-7	-	-	-	100	sys. Nerveux	US EPA 2003 retenu par Anses, 2020	300	-	-	-	-
o-Xylène	95-47-6	-	-	-	100	sys. Nerveux	US EPA 2003 retenu par Anses, 2020	300	-	-	-	-
<b>HYDROCARBURES SUIVANT LES TPH</b>												
Aliphatic nC>5-nC6	non adéquat	-	-	-	3 000	sys. nerveux	Anses, 2014	75	-	-	-	-
Aliphatic nC>8-nC8	non adéquat	-	-	-	3 000	sys. nerveux	Anses, 2014	75	-	-	-	-
Aliphatic nC>8-nC10	non adéquat	-	-	-	1 000	sys. Hépatique	TPHCWG, 1997	1000	-	-	-	-
Aliphatic nC>10-nC12	non adéquat	-	-	-	1 000	sys. Hépatique	TPHCWG, 1997	1000	-	-	-	-
Aliphatic nC>12-nC16	non adéquat	-	-	-	1 000	sys. Hépatique	TPHCWG, 1997	1000	-	-	-	-
Aromatic nC>5-nC7 (benzène)	non adéquat	-	-	-	-	voir benzène	voir benzène	voir benzène	-	-	-	-
Aromatic nC>7-nC8 (toluène)	non adéquat	-	-	-	-	voir toluène	voir toluène	voir toluène	-	-	-	-
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	-	-	-	-
<b>COMPOSES ORGANO-HALOGENES VOLATILS</b>												
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	-	-	-	-
dichloroéthylène (cis 1,2-DCE)	156-59-2	-	-	-	60	hépatique	RIVM, 2009	3000	-	-	-	-
chloroforme (TCmA)	67-66-3	-	-	-	98	hépatique	ATSDR, 1998	100	63	cancer rénal	ANSES, 2008	100

## 9.5 Estimation des expositions

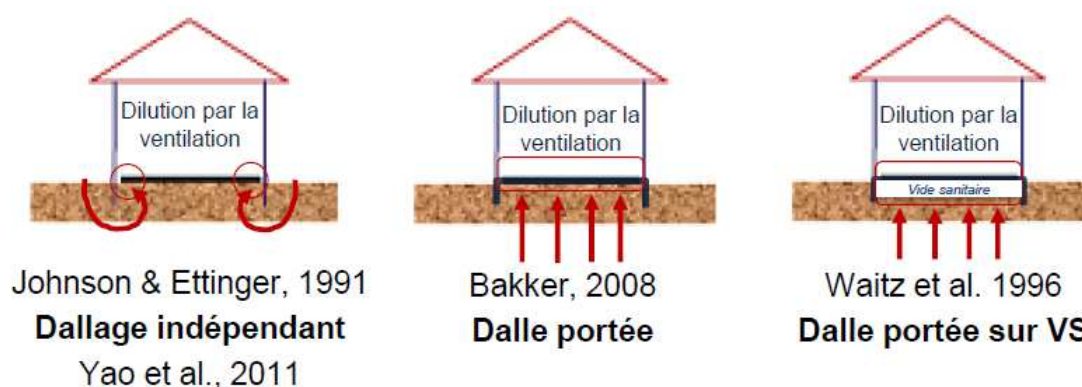
Dans le cadre de la présente étude, les milieux air intérieur et extérieur ont été directement échantillonnés permettant de diminuer les incertitudes liées à la modélisation des transferts.

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.

### 9.5.1 Estimation des concentrations dans l'air intérieur et extérieur

La modélisation des transferts des gaz des sols vers l'air intérieur est associée au développement d'outils datant du début des années 1990. Ces outils sont très peu nombreux, les principaux utilisés en France qui intègrent le transport diffusif et le transport convectif sont VOLASOIL <sup>[3]</sup> (Waitz et al, 1996) adapté aux situations avec vide sanitaire, le modèle dit de « Johnson and Ettinger »<sup>[4]</sup> (Johnson and Ettinger, 1991) adapté aux constructions en dallage indépendant (avec fissuration périphérique de la dalle liée au séchage) et le modèle développé par Bakker et al (2008)<sup>[5]</sup> pour les constructions en dalle portée ou radier (fondation et dalle d'un seul tenant, sans fissuration périphérique).

**Figure 28 : Représentation schématique des différents modèles de calcul des transferts des sols vers l'air intérieur**



A ce stade du projet, le maître d'ouvrage n'ayant pas connaissance du mode constructif des bâtiments existants.

Pour notre étude, nous avons pris en compte les modèles de transfert type Johnson & Ettinger et Bakker permettant de modéliser les transferts à partir des sols.

Dans l'air extérieur, les concentrations mesurées en air extérieur seront utilisées pour les calculs des risques sanitaires liés à l'inhalation de l'air extérieur.

Les équations sont détaillées en **Annexe 13**.

#### ► 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.

<sup>[3]</sup> Waitz *et al.*, 1996. The VOLASOIL risk assessment model based on CSOIL for soils contaminated with volatile compounds. M.F.W. Waitz; J.I. Freijer; F.A. Swartjes. May 1996. RIVM. Report n° 7581001.

<sup>[4]</sup> Johnson PC and Ettinger RA, 1991. Heuristic model for predicting the intrusion rate of contaminant vapors into buildings. *Env. Sci. Technol.* 25, p 1445-1452

<sup>[5]</sup> Bakker et al. 2008 RIVM Report 711701049/2008 : Site-specific human risk assessment of soil contamination with volatile compounds



**Tableau 33 : Paramètres retenus liés au sol**

Profondeur de la pollution	Unités	Valeurs	Sources de données
Profondeur du toit de la source en ZNS sous le bâtiment (sous la dalle la plus basse ou sous le VS)	m	0,01	Hypothèse majorante avec une source située au contact de la dalle
Lithologie sous le bâtiment	Unités	Horizon1	Sources de données
Nature lithologique	m	Sables	Hypothèse réaliste (présence de grés sableux d'après les observations de terrain)
Epaisseur	m	0,01	Hypothèse majorante avec une source située au contact de la dalle
Porosité	-	30%	RISC 4.0 (valeur par défaut)
Teneur en eau	-	12%	RISC 4.0 (valeur par défaut)
Perméabilité	m <sup>2</sup>	1,00E-11	Valeur bibliographique (valeur sécuritaire)
foc	-	0,2%	RISC 4.0 (valeur par défaut)
Masse volumique du sol	kg/l	1,80	Valeur par défaut

**Tableau 34 : Paramètres retenus liés aux scénarii d'aménagements**

Géométrie et Ventilation du bâtiment magasin général	Unités	Valeurs	Sources de données
Surface	m <sup>2</sup>	1500	Surface approximative mesurée à partir de géoportail
Hauteur	m	4,9	hauteur actuelle minimale
Renouvellement d'air	/h	1	Pour les bureaux et locaux sans travail physique, débit minimum de 25 m <sup>3</sup> /h/personne Référence : R232-5-3 du décret n°84-1093 (code du travail)
Géométrie et Ventilation du bâtiment décuage	Unités	Valeurs	Sources de données
Surface	m <sup>2</sup>	540	Surface approximative mesurée à partir de géoportail
Hauteur	m	21,4	hauteur actuelle minimale
Renouvellement d'air	/h	1	Pour les bureaux et locaux sans travail physique, débit minimum de 25 m <sup>3</sup> /h/personne Référence : R232-5-3 du décret n°84-1093 (code du travail)
<b>J&amp;E (1991)</b>			
Paramètres nécessaires pour l'utilisation du modèle de J&E (1991)	Unités	Valeurs	Sources de données
Périmètre du bâtiment magasin général	m	180	périmètre approximative mesurée à partir de géoportail
Périmètre du bâtiment décuage	m	93,00	périmètre approximative mesurée à partir de géoportail
Différence de pression entre l'air intérieur et extérieur (dP)	Pa	4,00	Valeur par défaut proposé par l'US-EPA et le RIVM
Epaisseur de la dalle (Lcrack = Zcrack en l'absence de sous-sol)	m	0,2	Observation de terrain lors de la réalisation des prélèvement de l'air sous-dalle
Taux de fissuration de la dalle du bâtiment (A crack en périphérie)	(-)	2,E-04	valeur par défaut
<b>Bakker (RIVM, 2008)</b>			
Paramètres nécessaires pour l'utilisation du modèle Bakker (2008)	Unités	Valeurs	Sources de données
Différence de pression entre l'air intérieur et extérieur (dP)	Pa	2,00	Valeur par défaut proposé par l'US-EPA et le RIVM
Epaisseur de la dalle du rez de chaussée	m	0,20	Observation de terrain lors de la réalisation des prélèvement de l'air sous-dalle
Perméabilité à l'air de la dalle du rez de chaussée	m <sup>2</sup>	2,0E-13	Valeur par défaut de Bakker et al., 2008 pour une dalle de bonne qualité
Porosité de la dalle béton du rez de chaussée	-	0,12	RISC 4.0 (valeur par défaut)
Teneur en gaz du béton du rez de chaussée	-	0,05	RISC 4.0 (valeur par défaut)
Teneur en eau du béton du rez de chaussée	-	0,07	RISC 4.0 (valeur par défaut)

### 9.5.2 Concentrations dans les milieux d'exposition : air intérieur et extérieur

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

**Tableau 35 : Concentrations en air intérieur et extérieur – Magasin général**

Substances	AIR EXTERIEUR		AIR INTERIEUR		Concentrations mesurées dans l'air intérieur	Concentrations mesurées dans l'air extérieur
	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Adultes	Adultes
	Valeurs réglementaires - décret n° 2010-1250 (valeur limite/valeur cible)	Valeurs guide OMS	Valeur réglementaire Décret n° 2011-1727	VGAI ANSES, VRAI HCSP, INDEX, VG OMS	Air intérieur du bâtiment magasin général ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Air extérieur ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
<b>HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES</b>						
Naphtalène	-	-	-	10	6,20E-01	1,04E+00
<b>COMPOSES AROMATIQUES MONOCYCLIQUES</b>						
benzène	5	1,7	2	2	6,90E-01	5,20E-01
toluène	-	-	-	20 000	1,25E+00	2,08E+00
ethylbenzène	-	-	-	1 500	6,20E-01	1,04E+00
M+p-Xylène	-	-	-	200	2,06E+00	1,04E+00
o-Xylène	-	-	-	200	6,90E-01	5,20E-01
<b>HYDROCARBURES SUIVANT LES TPH</b>						
Aliphatic nC>5-nC6	-	-	-	-	1,56E+01	2,60E+01
Aliphatic nC>6-nC8	-	-	-	-	1,56E+01	2,60E+01
Aliphatic nC>8-nC10	-	-	-	-	1,56E+01	2,60E+01
Aliphatic nC>10-nC12	-	-	-	-	3,53E+01	2,60E+01
Aliphatic nC>12-nC16	-	-	-	-	1,56E+01	2,60E+01
Aromatic nC>8-nC10	-	-	-	-	1,56E+01	2,60E+01
Aromatic nC>10-nC12	-	-	-	-	1,56E+01	2,60E+01
Aromatic nC>12-nC16	-	-	-	-	1,56E+01	2,60E+01
<b>COMPOSES ORGANO-HALOGENES VOLATILS</b>						
tétrachloroéthylène (PCE)	-	250	-	250	1,86E+01	5,20E-01
trichloroéthylène (TCE)	-	23	-	10	5,60E-01	5,20E-01
dichloroéthylène (cis 1,2-DCE)	-	-	-	-	5,20E-01	5,20E-01
chloroforme (TCmA)	-	-	-	-	3,10E-01	5,20E-01

**Tableau 36 : Concentrations en air intérieur et extérieur – Décuvage**

Substances					Concentrations mesurées dans l'air intérieur	Concentrations mesurées dans l'air extérieur
	AIR EXTERIEUR		AIR INTERIEUR		Adultes	Adultes
	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		
	Valeurs réglementaires - décret n° 2010-1250 (valeur limite/valeur cible)	Valeurs guide OMS	Valeur réglementaire Décret n° 2011-1727	VGAI ANSES, VRAI HCSP, INDEX, VG OMS	Air intérieur du bâtiment décuvage ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Air extérieur ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
<b>HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES</b>						
Naphtalène	-	-	-	10	1,04E+00	1,04E+00
<b>COMPOSES AROMATIQUES MONOCYCLIQUES</b>						
benzène	5	1,7	2	2	5,20E-01	5,20E-01
toluène	-	-	-	20 000	2,08E+00	2,08E+00
ethylbenzène	-	-	-	1 500	1,04E+00	1,04E+00
M+p-Xylène	-	-	-	200	1,04E+00	1,04E+00
o-Xylène	-	-	-	200	5,20E-01	5,20E-01
<b>HYDROCARBURES SUIVANT LES TPH</b>						
Aliphatic nC>5-nC6	-	-	-	-	2,60E+01	2,60E+01
Aliphatic nC>6-nC8	-	-	-	-	2,60E+01	2,60E+01
Aliphatic nC>8-nC10	-	-	-	-	2,60E+01	2,60E+01
Aliphatic nC>10-nC12	-	-	-	-	8,43E+01	2,60E+01
Aliphatic nC>12-nC16	-	-	-	-	2,60E+01	2,60E+01
Aromatic nC>8-nC10	-	-	-	-	2,60E+01	2,60E+01
Aromatic nC>10-nC12	-	-	-	-	2,60E+01	2,60E+01
Aromatic nC>12-nC16	-	-	-	-	2,60E+01	2,60E+01
<b>COMPOSES ORGANO-HALOGENES VOLATILS</b>						
tétrachloroéthylène (PCE)	-	250	-	250	1,67E+00	5,20E-01
trichloroéthylène (TCE)	-	23	-	10	5,20E-01	5,20E-01
dichloroéthylène (cis 1,2-DCE)	-	-	-	-	5,20E-01	5,20E-01
chloroforme (TCmA)	-	-	-	-	5,20E-01	5,20E-01

Les concentrations mesurées 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).

Concernant le magasin général et le décuvage : les concentrations mesurées dans l'air intérieur pour l'ensemble des composés sont inférieures aux valeurs fournies par le HCSP et aux valeurs guides de l'OMS dans l'air intérieur du magasin général.

## 9.5.3 Estimation des expositions

### 9.5.3.1 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 les **Tableaux 35 et 36**.

Le détail des calculs est donné en **Annexe 14**.

### 9.5.3.2 Budget espace-temps (BET)

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

**Tableau 37 : Budgets espace/temps retenus**

Scénario	Cibles	Période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée
	Adultes travailleurs	
Magasin général et décufrage	T = 42 ans 220 jours par an 8h/jour en intérieur 0,4h/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 cancérigènes quelle que soit la cible considérée  - T (correspondant à durée d'exposition) pour les effets toxiques non cancérigènes 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'exposition<sup>3</sup> 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.

<sup>3</sup> 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.

## 9.6 Quantification des risques sanitaires

### 9.6.1 Méthodologie

#### 9.6.1.1 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.

#### 9.6.1.2 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**.

### 9.6.2 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 32**) et des niveaux d'exposition estimés au paragraphe précédent. Le détail du calcul est donné en **Annexe 14**.

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 38 : Synthèse des QD et ERI – Magasin général**

	Effets toxiques sans seuil Excès de risques individuels (ERI)		Effets toxiques à seuil cancérigènes Quotient de danger spécifique (QD)		Effets toxiques à seuil non cancérigènes Quotient de danger (QD)	
	Adulte Travailleur	Composés tirant le risque	Adulte Travailleur	Composés tirant le risque	Adulte Travailleur	Composés tirant le risque
INHALATION air intérieur dans le bâtiment magasin général	3,23E-06	benzène	0,0010	chloroforme (TCmA)	0,10	Aromatic nC>10-nC12
INHALATION air extérieur avec recouvrement	1,21E-07	benzène	0,00008	chloroforme (TCmA)	0,006	Aromatic nC>10-nC12
<b>TOTAL</b>	<b>3,4E-06</b>	benzène	<b>0,001</b>	chloroforme (TCmA)	<b>0,10</b>	Aromatic nC>10-nC12
Risques non significatifs						
Risques significatifs						

**Tableau 39 : Synthèse des QD et ERI – Décuvage**

	Effets toxiques sans seuil Excès de risques individuels (ERI)		Effets toxiques à seuil cancérigènes Quotient de danger spécifique (QD)		Effets toxiques à seuil non cancérigènes Quotient de danger (QD)	
	Adulte Travailleur	Composés tirant le risque	Adulte Travailleur	Composés tirant le risque	Adulte Travailleur	Composés tirant le risque
INHALATION air intérieur dans le bâtiment décuvage	2,45E-06	benzène	0,002	chloroforme (TCmA)	0,13	Aromatic nC>10-nC12
INHALATION air extérieur avec recouvrement	1,21E-07	benzène	0,00008	chloroforme (TCmA)	0,006	Aromatic nC>10-nC12
<b>TOTAL</b>	<b>2,6E-06</b>	benzène	<b>0,002</b>	chloroforme (TCmA)	<b>0,14</b>	Aromatic nC>10-nC12
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 l'usage industriel.

## 9.7 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 40 : Variables générant les incertitudes majeures de l'évaluation**

Variable	Voie d'exposition touchée	Poids dans l'évaluation	Approche retenue						
<b>Choix et caractéristiques des composés</b>									
Nature des composés et concentrations retenues	Inhalation intérieur et extérieur	Fort	<b>Sécuritaire</b> : prise en compte des composés quantifiés dans l'air intérieur et extérieur ainsi que des limites de quantifications analytiques pour les composés non quantifiés en l'absence de valeur de référence ou ayant été quantifiés uniquement dans les sols.						
Cas des hydrocarbures	Inhalation intérieur et extérieur	Fort	<b>Sécuritaire</b> : prise en compte de la répartition entre les composés aromatiques et aliphatiques (C10-C40) enregistrée sur les analyses TPH réalisées.						
Valeurs Toxicologiques de référence	Inhalation et Ingestion	Faible ou fort	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								
<b>Caractéristiques des sources de pollution et concentrations dans les différents milieux</b>									
Source air intérieur/extérieur	Inhalation intérieur et extérieur	Fort	<b>Réaliste</b> : Prise en compte des concentrations mesurées dans le milieu d'exposition direct air intérieur et extérieur.						
Source gaz du sol	Inhalation intérieur et extérieur	Fort	<p><b>Sécuritaire</b> : un test avec la prise en compte des concentrations maximales dans les gaz du sol mesurées lors de la campagne mai 2021 dans le bâtiment magasin principal au droit des ouvrages Pz6 et Pz7 (données de la dernière campagne pour tenir compte de l'action du venting en cours) et les concentrations maximales d'air sous-dalle quantifiées lors de la campagne d'août 2020 dans le bâtiment décuve au droit des subslabs PG5, PG6, PG7 et PG8, une profondeur de la source gaz du sol supposée à 0,1 m sous le bâtiment et les caractéristiques des différents bâtiments (Tableau 34) induit :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Une baisse des niveaux de risque pour les effets à seuil et sans seuil pour le bâtiment magasin général avec les deux modèles considérés J&amp;E et Bakker :</li> </ul>						





Variable	Voie d'exposition touchée	Poids dans l'évaluation	Approche retenue																																																																																																																																										
			<ul style="list-style-type: none"> <li>Bâtiment magasin général <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="2">Effets toxiques sans seuil Excès de risques individuels (ERI)</th> <th colspan="2">Effets toxiques à seuil cancérigènes Quotient de danger spécifique (QD)</th> <th colspan="2">Effets toxiques à seuil non cancérigènes Quotient de danger (QD)</th> </tr> <tr> <th>Adulte Travailleur</th> <th>Composés tirant le risque</th> <th>Adulte Travailleur</th> <th>Composés tirant le risque</th> <th>Adulte Travailleur</th> <th>Composés tirant le risque</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>INHALATION air intérieur dans le magasin général J&amp;E</td> <td>1,74E-09</td> <td>tétrachloroéthylène (PCE)</td> <td>1,5E-07</td> <td>chloroforme (TCMA)</td> <td>0,00003</td> <td>tétrachloroéthylène (PCE)</td> </tr> <tr> <td>INHALATION air intérieur dans le magasin général Bakker</td> <td>5,77E-08</td> <td>tétrachloroéthylène (PCE)</td> <td>4,8E-06</td> <td>chloroforme (TCMA)</td> <td>0,001</td> <td>tétrachloroéthylène (PCE)</td> </tr> <tr> <td>INHALATION air extérieur avec recouvrement</td> <td>1,21E-07</td> <td>benzène</td> <td>0,00008</td> <td>chloroforme (TCMA)</td> <td>0,006</td> <td>Aromatique nC&gt;10-nC12</td> </tr> <tr> <td><b>TOTAL J&amp;E</b></td> <td><b>1,2E-07</b></td> <td></td> <td><b>0,00008</b></td> <td></td> <td><b>0,006</b></td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>TOTAL Bakker</b></td> <td><b>1,8E-07</b></td> <td></td> <td><b>0,00009</b></td> <td></td> <td><b>0,007</b></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="7" style="text-align: center;">RISQUES</td> </tr> <tr> <td colspan="7">Risques non significatifs</td> </tr> <tr> <td colspan="7">Risques significatifs</td> </tr> </tbody> </table> </li> <li>Bâtiment décuvege <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="2">Effets toxiques sans seuil Excès de risques individuels (ERI)</th> <th colspan="2">Effets toxiques à seuil cancérigènes Quotient de danger spécifique (QD)</th> <th colspan="2">Effets toxiques à seuil non cancérigènes Quotient de danger (QD)</th> </tr> <tr> <th>Adulte Travailleur</th> <th>Composés tirant le risque</th> <th>Adulte Travailleur</th> <th>Composés tirant le risque</th> <th>Adulte Travailleur</th> <th>Composés tirant le risque</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>INHALATION air intérieur dans le bâtiment décuvege J&amp;E</td> <td>3,77E-07</td> <td>tétrachloroéthylène (PCE)</td> <td>2,5E-07</td> <td>Tétrachlorométhane (CCl4)</td> <td>0,004</td> <td>tétrachloroéthylène (PCE)</td> </tr> <tr> <td>INHALATION air intérieur dans le bâtiment décuvege Bakker</td> <td>5,51E-06</td> <td>tétrachloroéthylène (PCE)</td> <td>3,8E-06</td> <td>Tétrachlorométhane (CCl4)</td> <td>0,06</td> <td>tétrachloroéthylène (PCE)</td> </tr> <tr> <td>INHALATION air extérieur avec recouvrement</td> <td>1,21E-07</td> <td>benzène</td> <td>0,00008</td> <td>chloroforme (TCMA)</td> <td>0,006</td> <td>Aromatique nC&gt;10-nC12</td> </tr> <tr> <td><b>TOTAL J&amp;E</b></td> <td><b>5,0E-07</b></td> <td></td> <td><b>0,00008</b></td> <td></td> <td><b>0,01</b></td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>TOTAL Bakker</b></td> <td><b>5,7E-06</b></td> <td></td> <td><b>0,00009</b></td> <td></td> <td><b>0,07</b></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="7" style="text-align: center;">RISQUES</td> </tr> <tr> <td colspan="7">Risques non significatifs</td> </tr> <tr> <td colspan="7">Risques significatifs</td> </tr> </tbody> </table> </li> </ul>		Effets toxiques sans seuil Excès de risques individuels (ERI)		Effets toxiques à seuil cancérigènes Quotient de danger spécifique (QD)		Effets toxiques à seuil non cancérigènes Quotient de danger (QD)		Adulte Travailleur	Composés tirant le risque	Adulte Travailleur	Composés tirant le risque	Adulte Travailleur	Composés tirant le risque	INHALATION air intérieur dans le magasin général J&E	1,74E-09	tétrachloroéthylène (PCE)	1,5E-07	chloroforme (TCMA)	0,00003	tétrachloroéthylène (PCE)	INHALATION air intérieur dans le magasin général Bakker	5,77E-08	tétrachloroéthylène (PCE)	4,8E-06	chloroforme (TCMA)	0,001	tétrachloroéthylène (PCE)	INHALATION air extérieur avec recouvrement	1,21E-07	benzène	0,00008	chloroforme (TCMA)	0,006	Aromatique nC>10-nC12	<b>TOTAL J&amp;E</b>	<b>1,2E-07</b>		<b>0,00008</b>		<b>0,006</b>		<b>TOTAL Bakker</b>	<b>1,8E-07</b>		<b>0,00009</b>		<b>0,007</b>		RISQUES							Risques non significatifs							Risques significatifs								Effets toxiques sans seuil Excès de risques individuels (ERI)		Effets toxiques à seuil cancérigènes Quotient de danger spécifique (QD)		Effets toxiques à seuil non cancérigènes Quotient de danger (QD)		Adulte Travailleur	Composés tirant le risque	Adulte Travailleur	Composés tirant le risque	Adulte Travailleur	Composés tirant le risque	INHALATION air intérieur dans le bâtiment décuvege J&E	3,77E-07	tétrachloroéthylène (PCE)	2,5E-07	Tétrachlorométhane (CCl4)	0,004	tétrachloroéthylène (PCE)	INHALATION air intérieur dans le bâtiment décuvege Bakker	5,51E-06	tétrachloroéthylène (PCE)	3,8E-06	Tétrachlorométhane (CCl4)	0,06	tétrachloroéthylène (PCE)	INHALATION air extérieur avec recouvrement	1,21E-07	benzène	0,00008	chloroforme (TCMA)	0,006	Aromatique nC>10-nC12	<b>TOTAL J&amp;E</b>	<b>5,0E-07</b>		<b>0,00008</b>		<b>0,01</b>		<b>TOTAL Bakker</b>	<b>5,7E-06</b>		<b>0,00009</b>		<b>0,07</b>		RISQUES							Risques non significatifs							Risques significatifs						
	Effets toxiques sans seuil Excès de risques individuels (ERI)		Effets toxiques à seuil cancérigènes Quotient de danger spécifique (QD)		Effets toxiques à seuil non cancérigènes Quotient de danger (QD)																																																																																																																																								
	Adulte Travailleur	Composés tirant le risque	Adulte Travailleur	Composés tirant le risque	Adulte Travailleur	Composés tirant le risque																																																																																																																																							
INHALATION air intérieur dans le magasin général J&E	1,74E-09	tétrachloroéthylène (PCE)	1,5E-07	chloroforme (TCMA)	0,00003	tétrachloroéthylène (PCE)																																																																																																																																							
INHALATION air intérieur dans le magasin général Bakker	5,77E-08	tétrachloroéthylène (PCE)	4,8E-06	chloroforme (TCMA)	0,001	tétrachloroéthylène (PCE)																																																																																																																																							
INHALATION air extérieur avec recouvrement	1,21E-07	benzène	0,00008	chloroforme (TCMA)	0,006	Aromatique nC>10-nC12																																																																																																																																							
<b>TOTAL J&amp;E</b>	<b>1,2E-07</b>		<b>0,00008</b>		<b>0,006</b>																																																																																																																																								
<b>TOTAL Bakker</b>	<b>1,8E-07</b>		<b>0,00009</b>		<b>0,007</b>																																																																																																																																								
RISQUES																																																																																																																																													
Risques non significatifs																																																																																																																																													
Risques significatifs																																																																																																																																													
	Effets toxiques sans seuil Excès de risques individuels (ERI)		Effets toxiques à seuil cancérigènes Quotient de danger spécifique (QD)		Effets toxiques à seuil non cancérigènes Quotient de danger (QD)																																																																																																																																								
	Adulte Travailleur	Composés tirant le risque	Adulte Travailleur	Composés tirant le risque	Adulte Travailleur	Composés tirant le risque																																																																																																																																							
INHALATION air intérieur dans le bâtiment décuvege J&E	3,77E-07	tétrachloroéthylène (PCE)	2,5E-07	Tétrachlorométhane (CCl4)	0,004	tétrachloroéthylène (PCE)																																																																																																																																							
INHALATION air intérieur dans le bâtiment décuvege Bakker	5,51E-06	tétrachloroéthylène (PCE)	3,8E-06	Tétrachlorométhane (CCl4)	0,06	tétrachloroéthylène (PCE)																																																																																																																																							
INHALATION air extérieur avec recouvrement	1,21E-07	benzène	0,00008	chloroforme (TCMA)	0,006	Aromatique nC>10-nC12																																																																																																																																							
<b>TOTAL J&amp;E</b>	<b>5,0E-07</b>		<b>0,00008</b>		<b>0,01</b>																																																																																																																																								
<b>TOTAL Bakker</b>	<b>5,7E-06</b>		<b>0,00009</b>		<b>0,07</b>																																																																																																																																								
RISQUES																																																																																																																																													
Risques non significatifs																																																																																																																																													
Risques significatifs																																																																																																																																													
Taille et caractéristique du bâtiment et du dallage	Inhalation dans l'air intérieur	Faible	<b>Réaliste</b> : prise en compte des tailles des bâtiments actuels pour une remise en état du site pour un usage comparable à la dernière période d'activité, avec les bâtiments en place. En l'absence de projet bien défini, il a été supposé la construction de pavillons de plain-pied sans sous-sol ni vide sanitaire																																																																																																																																										
Taux de ventilation des bâtiments	Inhalation dans les bâtiments	Fort	Ce facteur n'intervient pas dans le calcul des risques lorsque l'on utilise les concentrations mesurées directement dans le milieu d'exposition.																																																																																																																																										
Vieillessement du bâtiment, des systèmes et équipements	Inhalation dans les bâtiments	Fort	Le vieillissement du bâtiment ne peut être anticipé dans la présente ARR. La défaillance de la ventilation (réduction des débits) en lien avec des défauts d'entretien et de maintenance pourrait conduire à augmenter les concentrations dans l'air intérieur. Ainsi il est recommandé d'inscrire dans les documents supports de l'exploitation (carnet de vie, carnet d'entretien) cet enjeu afin que les futurs exploitants mettent en œuvre l'entretien et la maintenance nécessaire. <b>Le vieillissement de la dalle interface entre le sol et l'air intérieur devra être limité (fissuration) et les points singuliers de passage de la dalle (réseaux par exemple) devront être étanchés. Ainsi, lors la conception et lors de la construction des possibles futurs aménagements des différents bâtiments de cette zone, cet enjeu devra avoir été considéré.</b>																																																																																																																																										
Durée d'exposition des cibles	Inhalation intérieur et extérieur Ingestion de sols et/ou poussières	Faible	<b>Réaliste</b> : 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.																																																																																																																																										

Au vu de la variabilité saisonnière des concentrations dans l'air des sols et donc le transfert vers l'air intérieur, nous recommandons de réaliser une seconde campagne de mesure dans l'air intérieur des bâtiments dans des conditions météorologiques différentes, en lien avec la méthodologie nationale des sites et sols pollués.

Ces conclusions ne sont valables que pour les conditions précisées ci-dessus, avec prise en compte des concentrations maximales mesurées dans l'air intérieur du bâtiment magasin général pendant le traitement par venting en cours. Les hauteurs sous plafond prises en compte pour les bâtiments magasin général et décuvege correspondent aux hauteurs actuelles des bâtiments en place.

Dans tous les cas, l'ARR devra être mise à jour si des modifications sont apportées dans l'aménagement des bâtiments en place.

## 10. Synthèse et recommandations

### 10.1 Synthèse

La société GAZELENERGIE GENERATION a notifié la cessation d'activité des tranches 4 et 5 de la Centrale Emile Huchet (57) à la fin de l'année 2014 et a engagé les actions de mises en sécurité des tranches arrêtées à compter de cette date. 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 à l'horizon 2022, dont la tranche 6 située sur le site Emile Huchet (EH).

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. Cet usage correspond à la configuration actuelle de la partie 2, bâtiments en place, hormis le bâtiment "Hangar gros matériel" qui sera démoli.

L'objet de la présente étude est de poursuivre les démarches requises pour la remise en état du site au droit des tranches arrêtées et de déterminer l'impact des installations mises à l'arrêt sur l'environnement ainsi que la surveillance éventuelle de ces effets en particulier pour la partie 2 du site.

#### ► Qualité des milieux

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 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.

#### ► 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 comparable à la dernière période d'activité, avec les bâtiments en place, hormis le bâtiment « Gros matériel » qui sera démoli.

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 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 bilan coûts-avantages, il apparaît que le scénario 2 obtienne une meilleure notation. Toutefois il est à noter qu'au regard des conditions d'accès aux sources au droit des bâtiments qui sont conservés, le scénario 1 paraît peu envisageable.

### ► 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.

## 10.2 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'une 2<sup>ème</sup> campagne de prélèvement de l'air ambiant afin de prendre en compte la variabilité saisonnière des concentrations ;
- la réalisation d'une étude géotechnique des bâtiments avant travaux de réhabilitation ;

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) ;
- 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.

## 11. 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 6 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.

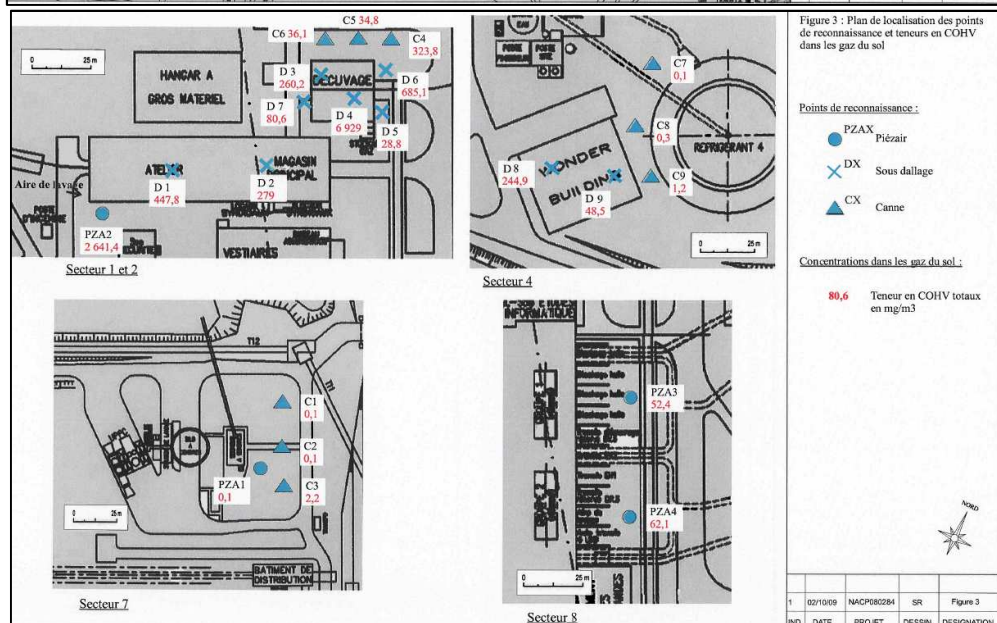
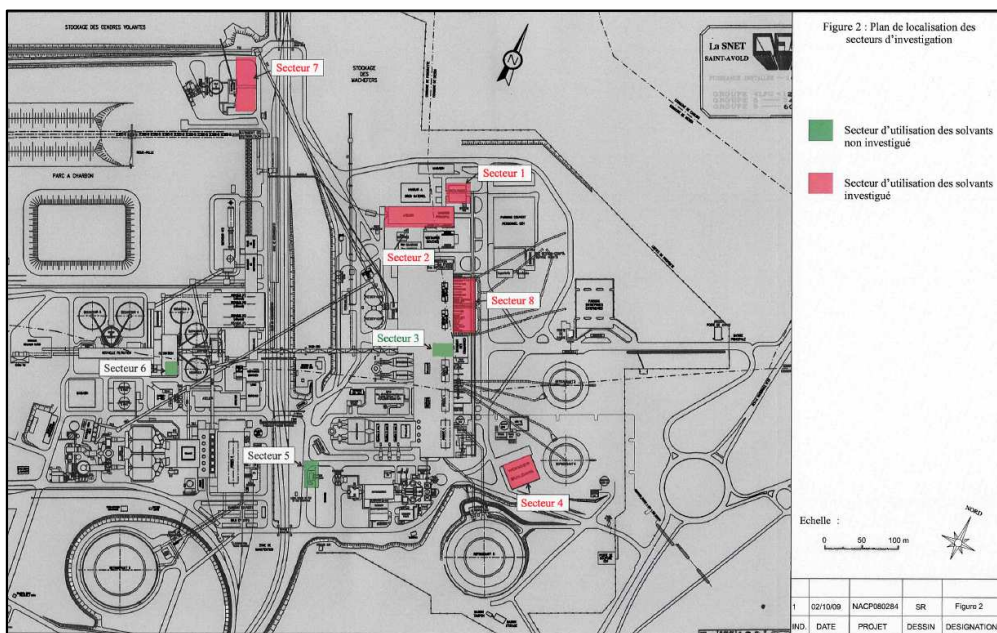


Figure 1 : Localisation des investigations sur l'air du sol (source : 2009.10.10\_ANTEA\_HUC\_A55880A)



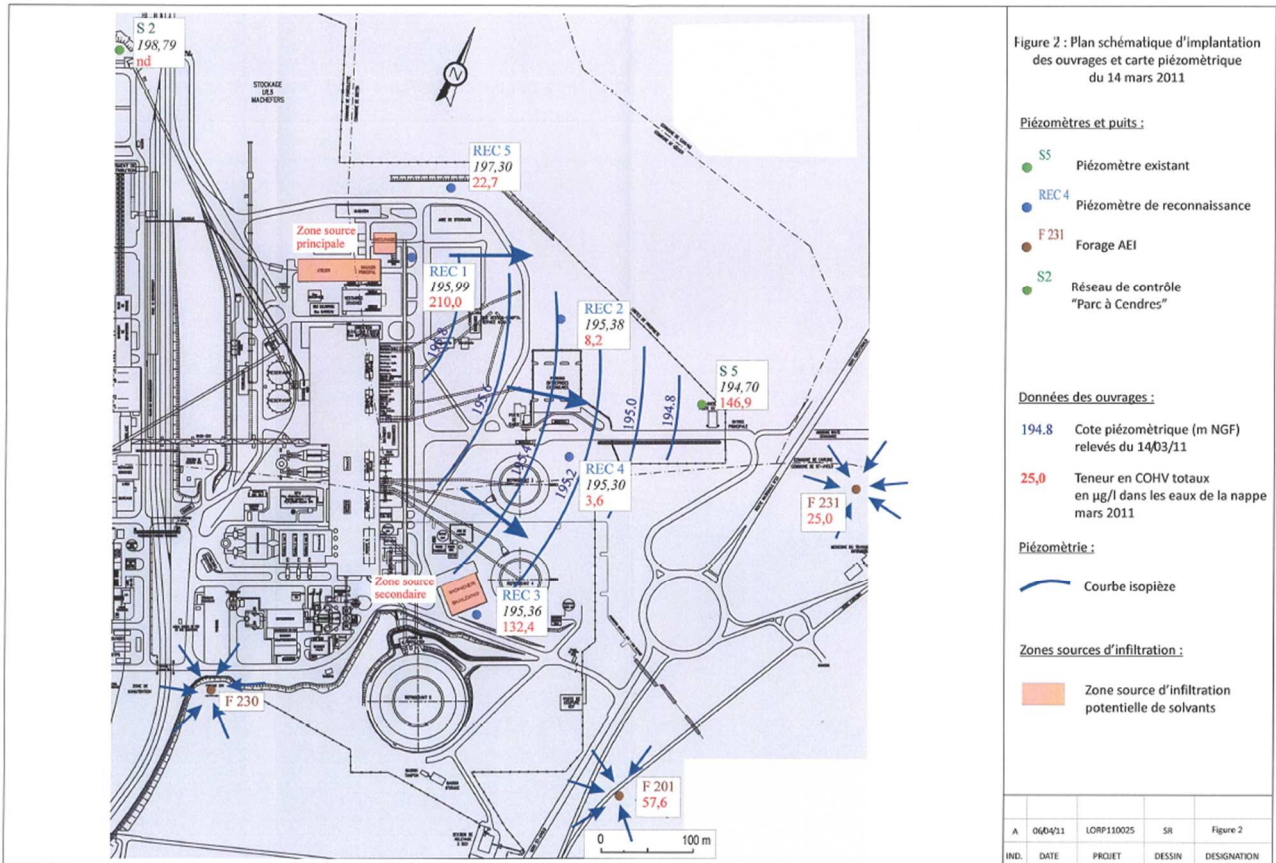
Les résultats d'analyses mettent en évidence :

- 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 1 : 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
<b>Somme des COHV</b>	<b>83,3</b>	<b>164</b>

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	
<b>ANALYSES SUR SOL BRUT</b>																		
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
<b>Métaux et métalloïdes</b>																		
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	17,8	28,9	31,7	28,5	21,8	32,8	39	121	36,7
<b>Hydrocarbures volatils C6-C10</b>																		
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	-	-	-	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
<b>Indice hydrocarbures C10-C40</b>																		
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
<b>HAP</b>																		
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
Pyrène	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
<b>BTEX</b>																		
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	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
<b>COHV</b>																		
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 (7)	10	100	<	<	<	<	<	<	2,59	0,21	<	<	<	<
<b>PCB</b>																		
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	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
<b>Indice phénol</b>																		
Indice phénol	mg/kg Ms	-	-	-	-	-	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
<b>ANALYSES SUR ELUAT</b>																		
<b>Paramètres généraux</b>																		
pH	-	-	-	-	-	-	7,8	7,8	8,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Anions</b>																		
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









**Tableau 2 : 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 <sup>2</sup> )	Volume estimée (m <sup>3</sup> )
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



Tableau 3 : 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-SB5	Pza-SC10	Pza-SC23	Pza-SC13	Bla nc
		<b>Bruit de fond logements OQAI (centile 95)</b>	<b>Valeurs réglementaires - décret 2002-213 (valeur limite) ou directive 2004/107/CE</b>	<b>Valeurs guide OMS</b>	<b>Valeurs guide ANSES ou INDEX, valeurs repère HCSP (1)</b>					
Volume pompé	m <sup>3</sup>					0,105	0,101	0,108	0,105	-
<b>Hydrocarbures volatils C6-C16</b>										
Fraction C5-C8	µg/m <sup>3</sup>	-	-	-	-	<104	<112	<104	<100	<lq
Fraction C8-C10	µg/m <sup>3</sup>	-	-	-	-	<150	3,3E+02	<100	1,4E+02	<lq
Fraction C10-C12	µg/m <sup>3</sup>	-	-	-	-	<100	<111	<100	<105	<lq
<b>Somme des hydrocarbures C5-C12</b>	µg/m <sup>3</sup>	-	-	-	-	n.c.	3,3E+02	n.c.	1,4E+02	<lq
<b>Hydrocarbures par TPH</b>										
Aliphatique nC>5-nC6	µg/m <sup>3</sup>	-	-	-	-	<50	<50	<50	<50	<lq
Aliphatique nC>6-nC8	µg/m <sup>3</sup>	-	-	-	-	<50	<50	<50	<50	<lq
Aliphatique nC>8-nC10 (4)	µg/m <sup>3</sup>	53	-	-	-	<50	<b>141,0</b>	<50	<b>78,0</b>	<lq
Aliphatique nC>10-nC12 (4)	µg/m <sup>3</sup>	72,4	-	-	-	<50	<50	<50	<50	<lq
Aromatique nC>6-nC7 benzène	µg/m <sup>3</sup>	-	-	-	-	<2	2,8	<2	<2	<lq
Aromatique nC>7-nC8 toluène	µg/m <sup>3</sup>	-	-	-	-	<2	9,4	<2	<2	<lq
Aromatique nC>8-nC10	µg/m <sup>3</sup>	-	-	-	-	98,1	305,0	50,0	57,2	<lq
Aromatique nC>10-nC12	µg/m <sup>3</sup>	-	-	-	-	<50	<50	<50	<50	<lq
<b>Somme des TPH</b>	µg/m <sup>3</sup>	-	-	-	-	103,0	461,3	50,0	138,1	<lq
<b>HAP</b>										
Naphtalène	µg/m <sup>3</sup>	-	-	-	<b>10</b>	<1	<1	<1	<1	<lq
<b>BTEX</b>										
Benzène	µg/m <sup>3</sup>	7,2	5	1,7	<b>2</b>	1,5	<b>4,0</b>	<1	<1	<lq
Toluène	µg/m <sup>3</sup>	82,9	-	260	-	<1	9,4	<1	1,5	<lq
Ethylbenzène	µg/m <sup>3</sup>	15	-	-	-	<1	<1	<1	<1	<lq
m+p - Xylène	µg/m <sup>3</sup>	39,7	-	-	<b>200</b>	<1	1,3E+00	<1	<1	<lq
o - Xylène	µg/m <sup>3</sup>	14,6	-	-	-	<1	<1	<1	<1	<lq
<b>COHV</b>										
Tétrachloroéthylène (PCE) (3)	µg/m <sup>3</sup>	7,3	-	250	<b>250</b>	<b>11545,7</b>	<b>567821,8</b>	<b>488,0</b>	<b>3504,8</b>	<lq
Trichloroéthylène (TCE)	µg/m <sup>3</sup>	7,3	-	23	<b>2</b>	<b>60,7</b>	<b>24069,3</b>	<b>1,2</b>	<b>505,7</b>	<lq
cis-1,2-dichloroéthylène	µg/m <sup>3</sup>	-	-	-	-	15,5	9960,4	<1	74,0	<lq
trans-1,2-dichloroéthylène	µg/m <sup>3</sup>	-	-	-	-	1,2	419,8	<1	10,4	<lq
1,1-dichloroéthylène	µg/m <sup>3</sup>	-	-	-	-	<1	10,9	<1	6,9	<lq
Chlorure de Vinyle	µg/m <sup>3</sup>	-	-	10	-	<1	<1	<1	<b>13,5</b>	<lq
1,1,2-trichloroéthane	µg/m <sup>3</sup>	-	-	-	-	6,2	<1	<1	<1	<lq
1,1,1-trichloroéthane	µg/m <sup>3</sup>	-	-	-	-	<1	5,3	<1	1,6	<lq
1,2-dichloroéthane	µg/m <sup>3</sup>	-	-	700	-	10,3	<1	<1	<1	<lq
1,1-dichloroéthane	µg/m <sup>3</sup>	-	-	-	-	<1	<1	<1	<1	<lq
Tétrachlorométhane (tétrachlorure de carbone)	µg/m <sup>3</sup>	-	-	-	-	<1	<1	<1	<1	<lq
Trichlorométhane (chloroforme)	µg/m <sup>3</sup>	-	-	-	-	<1	<1	<1	<1	<lq
Dichlorométhane	µg/m <sup>3</sup>	-	-	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/m<sup>3</sup> en 2012 et atteindra 2 µg/m<sup>3</sup> en 2015 (-1 µg/m<sup>3</sup> 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 4 : 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

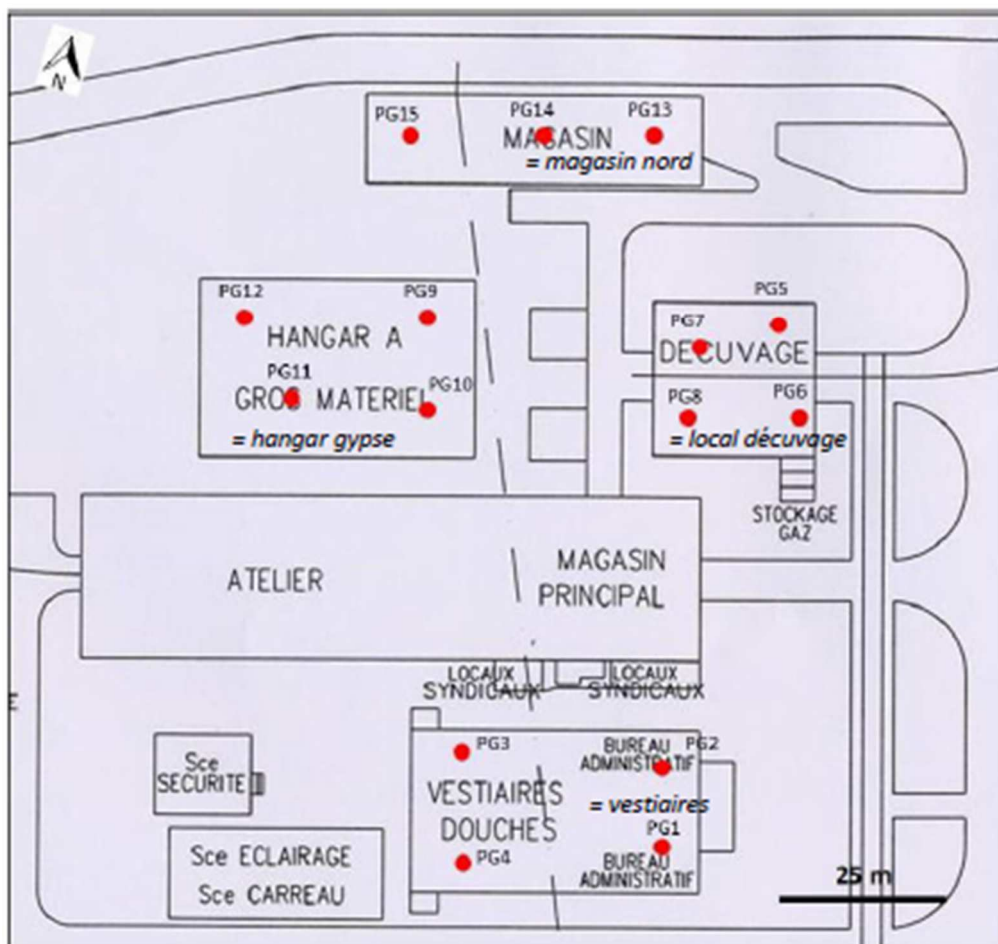
**Rapport ANTEA référencé A106703/version A, intitulé « Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires du secteur Magasin principal » en date du 23 octobre 2020**

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

Tableau 5 : 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															
<b>Hydrocarbures totaux</b>																
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 >C6 - 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
<b>Aromatiques C6 - C7 (Benzène)</b>																
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	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
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
<b>BTEX</b>																
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
<b>Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques</b>																
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
<b>COHV</b>																
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	<0,418	<0,420	<0,419	<0,424	<0,422	<0,418	<0,423	<0,422	<0,415	<0,421	<0,420
Bromodichlorométhane	µg/m3	<0,413	0,78	<0,417	1,											

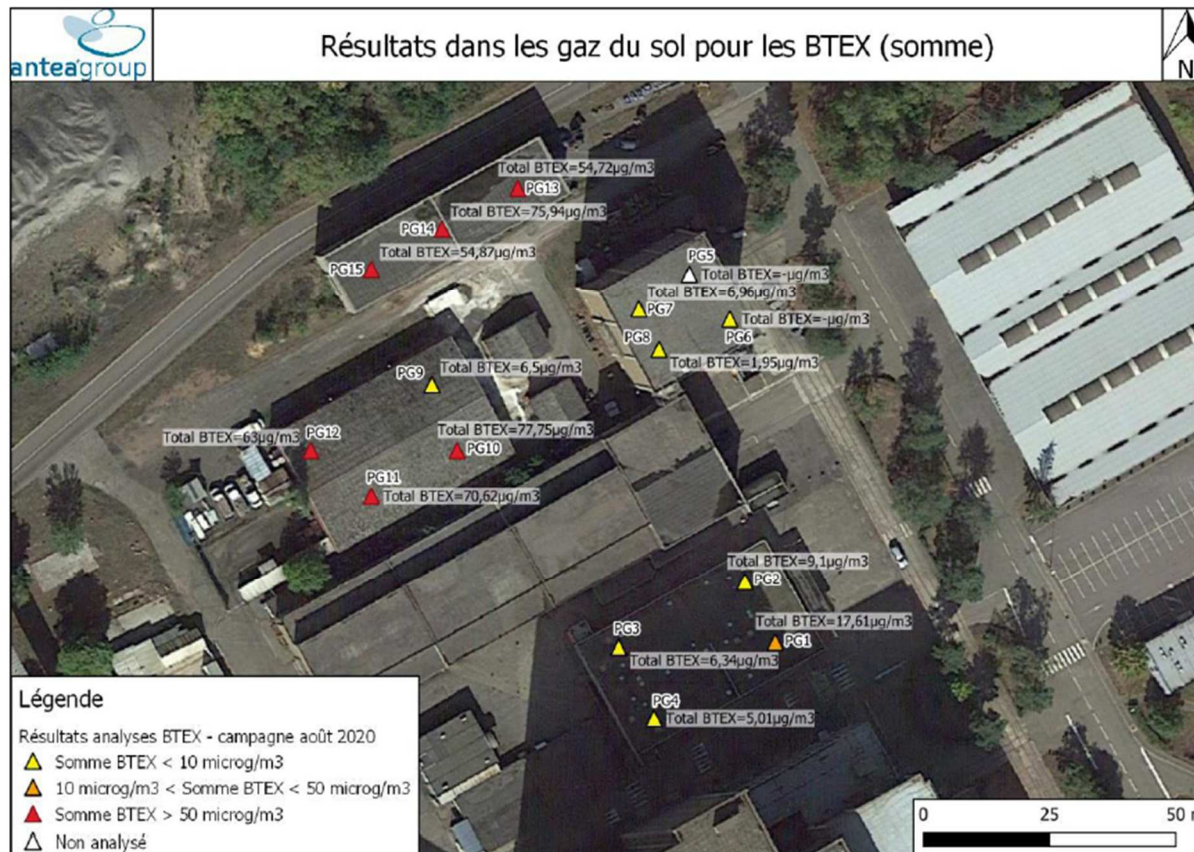


Figure 4 : Résultats des investigations sur l'air du sol en 2020 (source : Rapport ANTEA n°A106703 version A)



Les résultats d'analyses indiquent la détection d'hydrocarbures C5-C16, BTEX et COHV dans les gaz du sol avec des teneurs comprises entre :

- 3,9 et 824,2 µg/m<sup>3</sup> pour les hydrocarbures,
- 1,95 et 77,7 µg/m<sup>3</sup> pour les BTEX,
- 48,9 et 136 007,9 µg/m<sup>3</sup> pour les COHV.

La répartition des mesures indique 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 décuvage et magasin nord).

Une EQRS a été réalisée sur la base de ces prélèvements montrant 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 trichloréthylène 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 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 « décuvage » 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.

## **Annexe 2.**

# **Propriétés physico-chimiques**

Cette annexe contient 6 pages.

LEGENDE Volatilité :					LEGENDE Solubilité :		
++ : Pv > 1000 Pa (COV)		- : 10 >P> 10-2 Pa (non COV)			++ : S>100 mg/l		- : 1>S>0.01 mg/l
+ : 1000 > Pv > 10 Pa (COV)		-- : 10-2 >P> 10-5 Pa (non COV)			+ : 100>S>1 mg/l		-- : S<0.01 mg/l
CAS n°R	Volatilité	solubilité	Classement	Mention de danger	classement cancérogénéicité		
	Pv	S	symboles		UE	CIRC (IARC)	EPA

## METAUX ET METALLOIDES

Antimoine (Sb)	7440-36-0	non adéquat	non adéquat	SGH07, SGH09	H332, H302, H411	C2	-	-
Arsenic (As)	7440-38-2	non adéquat	non adéquat	SGH06, SGH09	H331, H301, H400, H410	C1A	1	A
Baryum (Ba)	non adéquat	non adéquat	Soluble dans l'éthanol ?	-	-	-	-	D
Cadmium (Cd)	7440-43-9	non adéquat	non adéquat	SGH06, SGH08, SGH09	H350, H341, H361fd, H330, H372, H400, H410	C1B/C2 M1B/M2 R1B/R2	1	prob canc
Chrome III (CrIII)	1308-38-9	non adéquat	non adéquat	-	-	-	3	D
Chrome VI (CrVI)	trioxyde de Cr 1333-82-0	non adéquat	non adéquat	SGH03, SGH05, SGH06, SGH08, SGH09	H271, H350, H340, H361f, H330, H311, H301, H372, H314, H334, H317, H410	C1A M1B R2	1	A (inh°) D (oral)
Cobalt (Co)	7440-48-4	non adéquat	non adéquat	SGH08	H334, H317, H413	C1B M2 R1B	2B	-
Cuivre (Cu)	7440-50-8	non adéquat	non adéquat	-	-	-	3	D
Etain (Sn)	non adéquat	non adéquat	non adéquat	-	-	-	-	-
Manganèse (Mn)	non adéquat	non adéquat	non adéquat	SGH07 (dioxyde)	H332, H302 (dioxyde)	-	-	D
Mercure (Hg)	7439-97-6	non adéquat	non adéquat	SGH06, SGH08, SGH09	H360D, H330, H372, H400, H410	R1B	3	C à D
Molybdène (Mo)	7439-98-7	non adéquat	non adéquat	trioxyde : SGH07, SGH08	Trioxyde : H351, H319, H335	trioxyde : C2	-	-
Nickel (Ni)	7440-02-0	non adéquat	non adéquat	SGH07, SGH08	H351, H372, H317, H412	C2	2B	A
Plomb (Pb)	7439-92-1	non adéquat	non adéquat	SGH07, SGH08, SGH09	H360Df, H332, H373, H400, H410	R1A	2B	B2
Sélénium (Se)	7782-49-2	non adéquat	non adéquat	SGH06, SGH08	H331, H301, H373, H413	-	3	D
Thallium (Tl)	7440-28-0	non adéquat	non adéquat	SGH06, SGH08	H330, H300, H373, H413	-	-	D
Vanadium (Va)	7440-62-2	non adéquat	non adéquat	-	-	-	3	D
Zinc (Zn)	7440-66-6 (poudre)	non adéquat	non adéquat	SGH02 (pyrophorique) SGH09	H250, H260 (pyrophorique) H400, H410	-	-	D
HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES								
Naphtalène	91-20-3	+	+	SGH07, SGH08, SGH09	H351, H302, H400, H410	C2	2B	C
Acenaphtylène	208-96-8	-	+	-	-	-	-	D
Acenaphtène	83-29-9	-	+	-	-	-	-	-
Fluorène	86-73-7	-	+	-	-	-	3	D

	LEGENDE Volatilité :					LEGENDE Solubilité :		
	++ : Pv > 1000 Pa (COV)		- : 10 > Pv > 10-2 Pa (non COV)			++ : S > 100 mg/l		- : 1 > S > 0.01 mg/l
	+ : 1000 > Pv > 10 Pa (COV)		-- : 10-2 > Pv > 10-5 Pa (non COV)			+ : 100 > S > 1 mg/l		-- : S < 0.01 mg/l
CAS n°R	Volatilité Pv	solubilité S	Classement symboles	Mention de danger	classement cancérogénéicité			
					UE	CIRC (IARC)	EPA	
Phénanthrène	85-01-8	-	+	-	-	-	3	D
Anthracène	120-12-7	--	-	-	-	-	3	D
Fluoranthène	206-44-0	--	-	-	-	-	3	D
Pyrène	129-00-0	--	-	-	-	-	3	D
Benzo(a)anthracène	56-55-3	--	--	SGH08, SGH09	H350, H400, H410	C1B	2B	B2
Chrysène	218-01-9	--	-	SGH08, SGH09	H350, H341, H400, H410	C1B M2	3	B2
benzo(b)fluoranthène	205-99-2	--	--	SGH08, SGH09	H350, H400, H410	C1B	2B	B2
benzo(k)fluoranthène	207-08-9	--	--	SGH08, SGH09	H350, H400, H410	C1B	2B	B2
Benzo(a)pyrène	50-32-8	--	--	SGH07, SGH08, SGH09	H340, H350, H360FD, H317, H400, H410	C1B M1B R1B	1	A
Dibenzo(a,h)anthracène	53-70-3	--	--	SGH08, SGH09	H350, H400, H410	C1B	2A	B2
benzo(g,h,i) pérylène	191-24-2	--	--	-	-	-	3	D
indéno(1,2,3-c,d)pyrène	193-39-5	--	-	-	-	-	2B	B2

LEGENDE Volatilité :					LEGENDE Solubilité :		
++ : Pv > 1000 Pa (COV)		- : 10 >P> 10-2 Pa (non COV)			++ : S>100 mg/l		- : 1>S>0.01 mg/l
+ : 1000 > Pv > 10 Pa (COV)		-- : 10-2 >P> 10-5 Pa (non COV)			+ : 100>S>1 mg/l		-- : S<0.01 mg/l
CAS n°R	Volatilité	solubilité	Classement	Mention de danger	classement cancérogénéicité		
	Pv	S	symboles		UE	CIRC (IARC)	EPA

### COMPOSES AROMATIQUES MONOCYCLIQUES

benzène	71-43-2	++	++	SGH02, SGH07, SGH08	H225, H350, H340, H372, H304, H319, H315	C1A M1B	1	A
toluène	108-88-3	++	++	SGH02, SGH07, SGH08	H225, H361d, H304, H373, H315, H336	R2	3	D
ethylbenzène	100-41-4	+	++	SGH02, SGH07	H225, H332	-	2B	-
xylènes	1330-20-7	+	++	SGH02, SGH07	H226, H332, H312, H315	-	3	-
styrène	100-42-5	+	++	SGH02, SGH07	H226, H332, H319, H315	-	2B	-
cumène (isopropylbenzène)	98-82-8	+	+	SGH02, SGH07, SGH08, SGH09	H226, H304, H335, H411	-	2B	D
mesitylène (1,3,5 Triméthylbenzène)	108-67-8	+	+	SGH02, SGH07, SGH09	H226, H335, H411	-	-	-
pseudocumène (1,2,4 Triméthylbenzène)	95-63-6	+	+	SGH02, SGH07, SGH09	H226, H332, H319, H335, H315, H411	-	-	-

### COMPOSES ORGANO-HALOGENES VOLATILS

PCE (tétrachloroéthylène)	127-18-4	++	++	SGH08, SGH09	H351, H411	C2	2A	B1
TCE (trichloroéthylène)	79-01-6	++	++	SGH07, SGH08	H350, H341, H319, H315, H336, H412	C1B M2	1	A
cis 1,2DCE (dichloroéthylène)	156-59-2	++	++	SGH02, SGH07	H225, H335, H412	-	-	D
trans 1,2DCE (dichloroéthylène)	156-60-5		++	SGH02, SGH07	H225, H335, H412	-	-	D
1,1 DCE (1,1 dichloroéthylène)	75-35-4	++	++	SGH02, SGH07, SGH08	H224, H351, H332	C2	3	C
VC (chlorure de vinyle)	75-01-4	++	++	SGH02, SGH08	H220, H350	C1A	1	A
1,1,2 trichloroéthane	79-00-5	++	++	SGH07, SGH08	H351, H332, H312, EUH066	C2	3	C
1,1,1 trichloroéthane	71-55-6	++	++	SGH07	H332, EUH059	-	3	D
1,2 dichloroéthane	107-06-2	++	++	SGH02, SGH07, SGH08	H225, H350, H302, H319, H335, H315	C1B	2B	B2
1,1 dichloroéthane	75-34-3	++	++	SGH02, SGH07	H225, H302, H319, H335, H412	-	-	C
Tétrachlorométhane	56-23-5	++	++	SGH06, SGH08	H351, H331, H311, H301, H372, H412, EUH059	C2	2B	B2
TCmA (trichlorométhane ou chloroforme)	67-66-3	++	++	SGH07, SGH08	H351, H302, H373, H315	C2	2B	B2
dichlorométhane	75-09-2	++	++	SGH08, SGH09	H351	C2	2B	B2
trichlorobenzènes	87-61-1 <b>120-82-1</b> 108-70-3	+	+	SGH07, SGH09	H302, H315, H400, H410	-	-	(1,2,4) D
1,2 dichlorobenzène	95-50-1	+	+	SGH07, SGH09	H302, H319, H335, H315, H400, H410	-	3	D
1,3 dichlorobenzène	541-73-1	+	++	-	-	-	3	D
1,4 dichlorobenzène	106-46-7	+	+	SGH08, SGH09	H351, H319, H400, H410	C2	2B	-

LEGENDE Volatilité :					LEGENDE Solubilité :			
++ : Pv > 1000 Pa (COV)		- : 10 > Pv > 10-2 Pa (non COV)			++ : S > 100 mg/l		- : 1 > S > 0.01 mg/l	
+ : 1000 > Pv > 10 Pa (COV)		-- : 10-2 > Pv > 10-5 Pa (non COV)			+ : 100 > S > 1 mg/l		-- : S < 0.01 mg/l	
CAS n°R	Volatilité Pv	solubilité S	Classement symboles	Mention de danger	classement cancérogénéicité			
					UE	CIRC (IARC)	EPA	
chlorobenzène	108-90-7	++	++	SGH02, SGH07, SGH09	H226, H332, H411	-	-	D

### HYDROCARBURES SUIVANT LES TPH

Aliphatic nC>5-nC6	non adéquat	++	+	white spirit, essences spéciales, solvants aromatiques légers, pétroles lampants (kérosène) : <b>SGH08</b>	tout type d'hydrocarbures : <b>H350, H340, H304</b>	classement fonction des hydrocarbures				
Aliphatic nC>6-nC8	"	++	+							
Aliphatic nC>8-nC10	"	+	-							
Aliphatic nC>10-nC12	"	+	-							
Aliphatic nC>12-nC16	"	-	--							
Aliphatic nC>16-nC35	"	-	--							
Aliphatic nC>35	"	--	--							
Aromatic nC>5-nC7 benzène	"	++	++							
Aromatic nC>7-nC8 toluène	"	++	++							
Aromatic nC>8-nC10	"	+	+							
Aromatic nC>10-nC12	"	+	+							
Aromatic nC>12-nC16	"	-	+							
Aromatic nC>16-nC21	"	-	-							
Aromatic nC>21-nC35	"	--	--							

**MENTIONS DE DANGER**
**► 28 mentions de danger physique**

- H200 : Explosif instable
- H201 : Explosif ; danger d'explosion en masse
- H202 : Explosif ; danger sérieux de projection
- H203 : Explosif ; danger d'incendie, d'effet de souffle ou de projection
- H204 : Danger d'incendie ou de projection
- H205 : Danger d'explosion en masse en cas d'incendie
- H220 : Gaz extrêmement inflammable
- H221 : Gaz inflammable
- H222 : Aérosol extrêmement inflammable
- H223 : Aérosol inflammable
- H224 : Liquide et vapeurs extrêmement inflammables
- H225 : Liquide et vapeurs très inflammables
- H226 : Liquide et vapeurs inflammables
- H228 : Matière solide inflammable
- H240 : Peut exploser sous l'effet de la chaleur
- H241 : Peut s'enflammer ou exploser sous l'effet de la chaleur
- H242 : Peut s'enflammer sous l'effet de la chaleur
- H250 : S'enflamme spontanément au contact de l'air
- H251 : Matière auto-échauffante ; peut s'enflammer
- H252 : Matière auto-échauffante en grandes quantités ; peut s'enflammer
- H260 : Dégage au contact de l'eau des gaz inflammables qui peuvent s'enflammer spontanément
- H261 : Dégage au contact de l'eau des gaz
- H270 : Peut provoquer ou aggraver un incendie ; comburant
- H271 : Peut provoquer un incendie ou une explosion ; comburant puissant
- H272 : Peut aggraver un incendie ; comburant
- H280 : Contient un gaz sous pression ; peut exploser sous l'effet de la chaleur
- H281 : Contient un gaz réfrigéré ; peut causer des brûlures ou blessures cryogéniques
- H290 : Peut être corrosif pour les métaux

**► 38 mentions de danger pour la santé**

- H300 : Mortel en cas d'ingestion
- H301 : Toxique en cas d'ingestion
- H302 : Nocif en cas d'ingestion
- H304 : Peut être mortel en cas d'ingestion et de pénétration dans les voies respiratoires
- H310 : Mortel par contact cutané
- H311 : Toxique par contact cutané
- H312 : Nocif par contact cutané
- H314 : Provoque des brûlures de la peau et des lésions oculaires graves
- H315 : Provoque une irritation cutanée
- H317 : Peut provoquer une allergie cutanée
- H318 : Provoque des lésions oculaires graves
- H319 : Provoque une sévère irritation des yeux
- H330 : Mortel par inhalation
- H331 : Toxique par inhalation
- H332 : Nocif par inhalation
- H334 : Peut provoquer des symptômes allergiques ou d'asthme ou des difficultés respiratoires par inhalation
- H335 : Peut irriter les voies respiratoires
- H336 : Peut provoquer somnolence ou vertiges
- H340 : Peut induire des anomalies génétiques <indiquer la voie d'exposition s'il est formellement prouvé qu'aucune autre voie d'exposition ne conduit au même danger>
- H341 : Susceptible d'induire des anomalies génétiques <indiquer la voie d'exposition s'il est formellement prouvé qu'aucune autre voie d'exposition ne conduit au même danger>
- H350 : Peut provoquer le cancer <indiquer la voie d'exposition s'il est formellement prouvé qu'aucune autre voie d'exposition ne conduit au même danger>
- H351 : Susceptible de provoquer le cancer <indiquer la voie d'exposition s'il est formellement prouvé qu'aucune autre voie d'exposition ne conduit au même danger>
- H360 : Peut nuire à la fertilité ou au fœtus <indiquer l'effet spécifique s'il est connu> <indiquer la voie d'exposition s'il est formellement prouvé qu'aucune autre voie d'exposition ne conduit au même danger>
- H361 : Susceptible de nuire à la fertilité ou au fœtus <indiquer l'effet s'il est connu> <indiquer la voie d'exposition s'il est formellement prouvé qu'aucune autre voie d'exposition ne conduit au même danger>
- H362 : Peut être nocif pour les bébés nourris au lait maternel
- H370 : Risque avéré d'effets graves pour les organes <ou indiquer tous les organes affectés, s'ils sont connus> <indiquer la voie d'exposition s'il est formellement prouvé qu'aucune autre voie d'exposition ne conduit au même danger>
- H371 : Risque présumé d'effets graves pour les organes <ou indiquer tous les organes affectés, s'ils sont connus> <indiquer la voie d'exposition s'il est formellement prouvé qu'aucune autre voie d'exposition ne conduit au même danger>
- H372 : Risque avéré d'effets graves pour les organes <indiquer tous les organes affectés, s'ils sont connus> à la suite d'expositions répétées ou d'une exposition prolongée <indiquer la voie d'exposition s'il est formellement prouvé qu'aucune autre voie d'exposition ne conduit au même danger>
- H373 : Risque présumé d'effets graves pour les organes <indiquer tous les organes affectés, s'ils sont connus> à la suite d'expositions répétées ou d'une exposition prolongée <indiquer la voie d'exposition s'il est formellement prouvé qu'aucune autre voie d'exposition ne conduit au même danger>

**► Pour certaines mentions de danger pour la santé des lettres sont ajoutées au code à 3 chiffres :**

- H350i : Peut provoquer le cancer par inhalation
- H360F : Peut nuire à la fertilité
- H360D : Peut nuire au fœtus
- H361f : Susceptible de nuire à la fertilité
- H361d : Susceptible de nuire au fœtus
- H360FD : Peut nuire à la fertilité. Peut nuire au fœtus
- H361fd : Susceptible de nuire à la fertilité. Susceptible de nuire au fœtus
- H360Fd : Peut nuire à la fertilité. Susceptible de nuire au fœtus
- H360Df : Peut nuire au fœtus. Susceptible de nuire à la fertilité.

**► 5 mentions de danger pour l'environnement**

- H400 : Très toxique pour les organismes aquatiques
- H410 : Très toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme
- H411 : Toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme
- H412 : Nocif pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme
- H413 : Peut être nocif à long terme pour les organismes aquatiques

**► Symboles de danger**

- **SHG01 : Explosif** (ce produit peut exploser au contact d'une flamme, d'une étincelle, d'électricité statique, sous l'effet de la chaleur, d'un choc ou de frottements).
- **SGH02 : Inflammable** (Le produit peut s'enflammer au contact d'une flamme, d'une étincelle, d'électricité statique, sous l'effet de la chaleur, de frottements, au contact de l'air ou au contact de l'eau en dégageant des gaz inflammables).
- **SGH03 : Comburant** (peut provoquer ou aggraver un incendie – peut provoquer une explosion en présence de produit inflammable).
- **SGH04 : Gaz sous pression** (peut exploser sous l'effet de la chaleur (gaz comprimé, liquéfié et dissous) – peut causer des brûlures ou blessures liées au froid (gaz liquéfiés réfrigérés).
- **SGH05 : Corrosif** (produit qui ronge et peut attaquer ou détruire des métaux – peut provoquer des brûlures de la peau et des lésions aux yeux en cas de contact ou de projection).
- **SGH06 : Toxique ou mortel** (le produit peut tuer rapidement – empoisonne rapidement même à faible dose).
- **SGH07 : Dangereux pour la santé** (peut empoisonner à forte dose – peut irriter la peau, les yeux, les voies respiratoires – peut provoquer des allergies cutanées – peut provoquer somnolence ou vertige – produit qui détruit la couche d'ozone).
- **SGH08 : Nuit gravement pour la santé** (peut provoquer le cancer, modifier l'ADN, nuire à la fertilité ou au fœtus, altérer le fonctionnement de certains organes – peut être mortelle en cas d'ingestion et de pénétration dans les voies respiratoires – peut provoquer des difficultés respiratoires ou des allergies respiratoires).
- **SGH09 : Dangereux pour l'environnement** (produit polluant – provoque des effets néfastes à court et/ou long terme sur les organismes des milieux aquatiques).

## ► Classification en termes de cancérogénicité

UE	US-EPA	CIRC
<b>C1 (H350 ou H350i) : cancérogène avéré ou présumé l'être :</b> <b>C1A :</b> Substance dont le potentiel cancérogène pour l'être humain est avéré <b>C1B :</b> Substance dont le potentiel cancérogène pour l'être humain est supposé	<b>A :</b> Preuves suffisantes chez l'homme	<b>1 :</b> Agent ou mélange cancérogène pour l'homme
<b>C2 :</b> Substance suspectée d'être cancérogène pour l'homme	<b>B1 :</b> Preuves limitées chez l'homme <b>B2 :</b> Preuves non adéquates chez l'homme et preuves suffisantes chez l'animal	<b>2A :</b> Agent ou mélange probablement cancérogène pour l'homme
<b>Carc.3 : Substance préoccupante pour l'homme en raison d'effets cancérogènes possibles (R40)</b>	<b>C :</b> Preuves inadéquates chez l'homme et preuves limitées chez l'animal	<b>2B :</b> Agent ou mélange peut-être cancérogène pour l'homme
	<b>D :</b> Preuves insuffisantes chez l'homme et l'animal <b>E :</b> Indications d'absence de cancérogénicité chez l'homme et chez l'animal	<b>3 :</b> Agent ou mélange inclassables quant à sa cancérogénicité pour l'homme <b>4 :</b> Agent ou mélange probablement non cancérogène chez l'homme

## ► Classification en termes de mutagénicité

UE	
<b>M1 (H340) :</b> Substance dont la capacité d'induire des mutations héréditaires est avérée ou qui sont à considérer comme induisant des mutations héréditaires dans les cellules germinales des êtres humains. Substance dont la capacité d'induire des mutations héréditaires dans les cellules germinales des êtres humains est avérée.	<b>M1A :</b> Classification fondée sur des résultats positifs d'études épidémiologiques humaines. Substance considérée comme induisant des mutations héréditaires dans les cellules germinales des êtres humains. <b>M1B :</b> Classification fondée sur des essais in vivo de mutagénicité sur des cellules germinales et somatiques et qui ont donné un ou des résultats positifs et sur des essais qui ont montré que la substance a des effets mutagènes sur les cellules germinales humaines, sans que la transmission de ces mutations à la descendance n'ait été établie.
<b>M2 (H341) :</b> Substance préoccupantes du fait qu'elle pourrait induire des mutations héréditaires dans les cellules germinales des êtres humains.	

## ► Classification en termes d'effets reprotoxiques

UE	
<b>R1 (H360 ou H360F ou H360D ou H360Fd ou H360fd) :</b> Reprotoxique avéré ou présumé	<b>R1A :</b> Substance dont la toxicité pour la reproduction humaine est avérée. La classification d'une substance dans cette catégorie s'appuie largement sur des études humaines. <b>R1B :</b> Substance présumée toxique pour la reproduction humaine. La classification d'une substance dans cette catégorie s'appuie largement sur des données provenant d'études animales.
<b>R2 (H361 ou H361f ou H361d ou H361fd) :</b> Substance suspectée d'être toxique pour la reproduction humaine. Les substances sont classées dans cette catégorie lorsque les résultats des études ne sont pas suffisamment probants pour justifier une classification dans la catégorie 1 mais qui font apparaître un effet indésirable sur la fonction sexuelle et la fertilité ou sur le développement.	



## **Annexe 3. Méthodes analytiques et LQ**

Cette annexe contient 2 pages.

Méthode	n° CAS	Molécules	Eaux peu chargées		Matrices solides		Air		
			LQI	Unité	LQI	Unité	µg/tube	µg/filtre	µg/l
<b>COHVs / BTEXs (Composés Organo Halogénés Volatils / BTEXs)</b>									
<b>Méthode par HS/GC/MS</b>									
HS/GC/MS	75-35-4	1,1 Dichloroéthène	2	µg/l	0,1	mg/kgMS	10		
HS/GC/MS	563-58-6	1,1 Dichloropropène	2	µg/l	0,1	mg/kgMS	10		
HS/GC/MS	630-20-6	1,1,1,2 Tétrachloroéthane	1	µg/l	0,1	mg/kgMS	5		
HS/GC/MS	71-55-6	1,1,1-Trichloroethane	2	µg/l	0,1	mg/kgMS	10		
HS/GC/MS	79-00-5	1,1,2 Trichloroéthane	5	µg/l	0,2	mg/kgMS	25		
HS/GC/MS	79-34-5	1,1,2,2 Tétrachloroéthane	5	µg/l	0,2	mg/kgMS			
HS/GC/MS	75-34-3	1,1-dichloroéthane	2	µg/l	0,1	mg/kgMS	10		
HS/GC/MS	106-93-4	1,2 Dibromoéthane	1	µg/l	0,05	mg/kgMS	5		
HS/GC/MS	590-12-5	1,2 Dibromoéthène	10	µg/l					
HS/GC/MS	95-50-1	1,2 Dichlorobenzène	1	µg/l	0,1	mg/kgMS	5		
HS/GC/MS	87-61-6	1,2,3 Trichlorobenzène	1	µg/l	0,1	mg/kgMS	25		
HS/GC/MS	526-73-8	1,2,3 Triméthylbenzène	5	µg/l	0,2	mg/kgMS			
HS/GC/MS	120-82-1	1,2,4 Trichlorobenzène	1	µg/l	0,1	mg/kgMS	25		
HS/GC/MS	95-63-6	1,2,4 Triméthylbenzène	1	µg/l	0,1	mg/kgMS	5		
HS/GC/MS	107-06-2	1,2-Dichloroéthane	1	µg/l	0,05	mg/kgMS	5		
HS/GC/MS	541-73-1	1,3 Dichlorobenzène	1	µg/l	0,1	mg/kgMS	5		
HS/GC/MS		1,3,5 Trichlorobenzène	5	µg/l	0,2	mg/kgMS			
HS/GC/MS	108-67-8	1,3,5 Triméthylbenzène	1	µg/l	0,1	mg/kgMS	5		
HS/GC/MS	106-46-7	1,4-dichlorobenzène	1	µg/l	0,1	mg/kgMS	5		
HS/GC/MS	95-49-8	2-Chlorotoluène	1	µg/l	0,1	mg/kgMS	5		
HS/GC/MS		2-Ethyltoluène	5	µg/l	0,2	mg/kgMS			
HS/GC/MS	106-43-4	4-Chlorotoluène	1	µg/l	0,1	mg/kgMS	5		
HS/GC/MS	71-43-2	Benzène	0,5	µg/l	0,05	mg/kgMS	5		
HS/GC/MS	74-97-5	Bromochlorométhane	5	µg/l	0,2	mg/kgMS	25		
HS/GC/MS	75-27-4	Bromodichlorométhane	5	µg/l	0,2	mg/kgMS	25		
HS/GC/MS	108-90-7	Chlorobenzène	1	µg/l	0,1	mg/kgMS	5		
HS/GC/MS		Chloroéthane	50	µg/l	2	mg/kgMS			
HS/GC/MS		Chlorométhane	50	µg/l	2	mg/kgMS			
HS/GC/MS	75-01-4	Chlorure de vinyle	0,5	µg/l	0,02	mg/kgMS	2		
HS/GC/MS	156-59-2	Cis 1,2-dichloroéthylène	2	µg/l	0,1	mg/kgMS	10		
HS/GC/MS	10061-01-5	Cis 1,3-dichloropropène	5	µg/l	0,2	mg/kgMS	25		
HS/GC/MS	124-48-1	Dibromochlorométhane	2	µg/l	0,2	mg/kgMS	10		
HS/GC/MS	74-95-3	Dibromométhane	5	µg/l	0,2	mg/kgMS	25		
HS/GC/MS	75-09-2	Dichlorométhane	5	µg/l	0,05	mg/kgMS	25		
HS/GC/MS	100-41-4	Ethylbenzène	1	µg/l	0,05	mg/kgMS	5		
HS/GC/MS		Ethyl-Tert-ButylEther	5	µg/l	0,2	mg/kgMS			
HS/GC/MS		Hexachloroéthane	5	µg/l	0,2	mg/kgMS			
HS/GC/MS		Iso-butylbenzène			0,2	mg/kgMS			
HS/GC/MS	98-82-8	Isopropylbenzène	1	µg/l	0,1	mg/kgMS	5		
HS/GC/MS	108-33-3	m+p-xylène	1	µg/l	0,05	mg/kgMS	5		
HS/GC/MS	106-42-3								
HS/GC/MS		Méthyl-Tert-Butyl Ether	5	µg/l	0,05	mg/kgMS			
HS/GC/MS	108-33-3	m-xylène	1	µg/l	0,05	mg/kgMS	5		
HS/GC/MS	104-51-8	n-butylbenzène	1	µg/l	0,1	mg/kgMS	5		
HS/GC/MS	103-65-1	n-Propyl benzène	1	µg/l	0,1	mg/kgMS	5		
HS/GC/MS	95-47-6	o-xylène	1	µg/l	0,5	mg/kgMS	5		
HS/GC/MS		Pentachloroéthane	5	µg/l	0,2	mg/kgMS			
HS/GC/MS	106-42-3	p-xylène	1	µg/l	0,05	mg/kgMS	5		
HS/GC/MS	135-98-8	sec-butylbenzène	1	µg/l	0,1	mg/kgMS	5		
HS/GC/MS	100-42-5	Styrène	1	µg/l	0,05	mg/kgMS	5		
HS/GC/MS	98-06-6	tert-butylbenzène	1	µg/l	0,1	mg/kgMS	5		
HS/GC/MS	127-18-4	Tétrachloroéthylène	1	µg/l	0,05	mg/kgMS	5		
HS/GC/MS	56-23-5	Tétrachlorométhane	1	µg/l	0,05	mg/kgMS	5		
HS/GC/MS	108-88-3	Toluène	1	µg/l	0,05	mg/kgMS	5		
HS/GC/MS	156-60-5	Trans-1,2-Dichloroéthylène	2	µg/l	0,1	mg/kgMS	10		
HS/GC/MS	10061-02-6	Trans-1,3-Dichloropropène	5	µg/l	0,2	mg/kgMS	25		
HS/GC/MS	75-25-2	Tribromométhane	5	µg/l	0,2	mg/kgMS	25		
HS/GC/MS	75-25-2	Tribromométhane	0,25	µg/l					
HS/GC/MS	79-01-6	Trichloroéthylène	1	µg/l	0,05	mg/kgMS	5		
HS/GC/MS	67-66-3	Trichlorométhane	2	µg/l	0,1	mg/kgMS	10		
<b>Indice Hydrocarbures Volatils par HS/GC/MS</b>									
HS/GC/MS	-	>MeC5-nC8	30	µg/l	1	mg/kgMS	100		
HS/GC/MS	-	>nC8-nC10	30	µg/l	1	mg/kgMS	100		
HS/GC/MS	-	>nC10-nC12					100		

Méthode	n° CAS	Molécules	Eaux peu chargées		Matrices solides		Air		
			LQI	Unité	LQI	Unité	µg/tube	µg/filtre	µg/l
<b>COHV / BTEXs (Composés Organo Halogénés Volatils / BTEXs)</b>									
<b>Méthode par HS/GC/MS</b>									
HS/GC/MS	75-35-4	1,1 Dichloroéthène	2	µg/l	0,1	mg/kgMS	10		
HS/GC/MS	563-58-6	1,1 Dichloropropène	2	µg/l	0,1	mg/kgMS	10		
HS/GC/MS	630-20-6	1,1,1,2 Tétrachloroéthane	1	µg/l	0,1	mg/kgMS	5		
HS/GC/MS	71-55-6	1,1,1-Trichloroéthane	2	µg/l	0,1	mg/kgMS	10		
HS/GC/MS	79-00-5	1,1,2 Trichloroéthane	5	µg/l	0,2	mg/kgMS	25		
HS/GC/MS	79-34-5	1,1,2,2 Tétrachloroéthane	5	µg/l	0,2	mg/kgMS			
HS/GC/MS	75-34-3	1,1-dichloroéthane	2	µg/l	0,1	mg/kgMS	10		
HS/GC/MS	106-93-4	1,2 Dibromoéthane	1	µg/l	0,05	mg/kgMS	5		
HS/GC/MS	590-12-5	1,2 Dibromoéthène	10	µg/l					
HS/GC/MS	95-50-1	1,2 Dichlorobenzène	1	µg/l	0,1	mg/kgMS	5		
HS/GC/MS	87-61-6	1,2,3 Trichlorobenzène	1	µg/l	0,1	mg/kgMS	25		
HS/GC/MS	526-73-8	1,2,3 Triméthylbenzène	5	µg/l	0,2	mg/kgMS			
HS/GC/MS	120-82-1	1,2,4 Trichlorobenzène	1	µg/l	0,1	mg/kgMS	25		
HS/GC/MS	95-63-6	1,2,4 Triméthylbenzène	1	µg/l	0,1	mg/kgMS	5		
<b>TPH Split Aromatiques / Aliphatiques</b>									
-	-	C5 – C6	10	µg/l	10	mg/kgMS	10		
-	-	>C6 – C8	10	µg/l	10	mg/kgMS	10		
-	-	>C8 – C10	10	µg/l	10	mg/kgMS	10		
-	-	>C10 – C12	10	µg/l	10	mg/kgMS	10		
-	-	>C12 – C16	10	µg/l	10	mg/kgMS	10		
-	-	>C16 – C21	10	µg/l	10	mg/kgMS			
-	-	>C21 – C35	10	µg/l	10	mg/kgMS			
-	-	>C35	10	µg/l	10	mg/kgMS			
-	-	Somme Fractions aliphatiques	80	µg/l	80	mg/kgMS	50		
-	-	>C6 – C7	10	µg/l	10	mg/kgMS	10		
-	-	>C7 – C8	10	µg/l	10	mg/kgMS	10		
-	-	>C8 – C10	10	µg/l	10	mg/kgMS	10		
-	-	>C10 – C12	10	µg/l	10	mg/kgMS	10		
-	-	>C12 – C16	10	µg/l	10	mg/kgMS	10		
-	-	>C16 – C21	10	µg/l	10	mg/kgMS			
-	-	>C21 – C35	10	µg/l	10	mg/kgMS			
-	-	>C35	10	µg/l	10	mg/kgMS			
-	-	Somme Fractions aromatiques	80	µg/l	80	mg/kgMS	50		
-	-	TPH (somme)	160	µg/l	160	mg/kgMS	100		
<b>HAPs (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques)</b>									
	91-20-3	Naphtalène	0,01	µg/l	0,05	mg/kgMS	0,05	0,05	
	91-57-6	2-Méthyl Naphtalène	0,01	µg/l	0,05	mg/kgMS			
		Acénaphthylène	0,01	µg/l	0,05	mg/kgMS	0,05	0,1	
		Acénaphthène	0,01	µg/l	0,05	mg/kgMS	0,05	0,05	
		Fluorène	0,01	µg/l	0,05	mg/kgMS	0,05	0,05	
		Phénanthrène	0,01	µg/l	0,05	mg/kgMS	0,05	0,05	
		Anthracène	0,01	µg/l	0,05	mg/kgMS	0,05	0,05	
		Fluoranthène	0,01	µg/l	0,05	mg/kgMS	0,05	0,05	
		Pyrène	0,01	µg/l	0,05	mg/kgMS	0,05	0,05	
		2-Méthylfluoranthène	0,01	µg/l	0,05	mg/kgMS			
		Benzo(a)anthracène	0,01	µg/l	0,05	mg/kgMS	0,05	0,05	
		Chrysène	0,01	µg/l	0,05	mg/kgMS	0,05	0,05	
		Benzo(b)fluoranthène	0,01	µg/l	0,05	mg/kgMS	0,05	0,05	
		Benzo(k)fluoranthène	0,01	µg/l	0,05	mg/kgMS	0,05	0,05	
		Benz(a)pyrène	0,01	µg/l	0,05	mg/kgMS	0,05	0,05	
		Dibenzo(a,h)anthracène	0,01	µg/l	0,05	mg/kgMS	0,05	0,05	
		Indéno-(1,2,3,c,d)-pyrène	0,01	µg/l	0,05	mg/kgMS	0,05	0,05	
		Benzo(g,h,i)peryène	0,01	µg/l	0,05	mg/kgMS	0,05	0,05	
		Benzo(b+k)fluoranthène	0,02	µg/l	0,1	mg/kgMS	0,1	0,1	
<b>HCTs (Hydrocarbures, Fractions aliphatiques, Fractions aromatiques (TPH Split Ali/Aro))</b>									
CPG	-	Hydrocarbures totaux	0,03	mg/l	15	mg/kgMS			
CPG	-	Hydrocarbures dissous	0,05	mg/l					
<b>METAUX par méthode ICP AES</b>									
ICP-AES	-	Antimoine	0,02	mg/l	1	mg/kgMS		0,25	0,005
ICP-AES	-	Arsenic	0,005	mg/l	1	mg/kgMS		2,5	0,05
ICP-AES	-	Baryum	0,005	mg/l	1	mg/kgMS		0,25	0,005
ICP-AES	-	Cadmium	0,005	mg/l	1	mg/kgMS		0,25	0,005
ICP-AES	-	Chrome	0,005	mg/l	5	mg/kgMS		0,25	0,005
ICP-AES	-	Cuivre	0,01	mg/l	5	mg/kgMS		0,25	0,005
ICP-AES	-	Molybdène	0,005	mg/l	1	mg/kgMS		2,5	0,05
ICP-AES	-	Nickel	0,005	mg/l	1	mg/kgMS		0,25	0,005
ICP-AES	-	Plomb	0,005	mg/l	5	mg/kgMS			
ICP-AES	-	Selenium	0,01	mg/l	10	mg/kgMS		0,5	0,01
ICP-AES	-	Zinc	0,02	mg/l	5	mg/kgMS		2,5	0,05
<b>METAUX par méthode SFA (Spectrométrie par Fluorescence Atomique)</b>									
SFA	-	Mercuré			0,1	mg/kgMS			
<b>POLYCHLOROBIPHENYLS (PCBs)</b>									
		PCB 105	0,01	µg/l					
		PCB 149	0,01	µg/l	0,01	mg/kgMS			
		PCB 170	0,01	µg/l					
		PCB 18	0,01	µg/l	0,01	mg/kgMS			
		PCB 194	0,01	µg/l	0,01	mg/kgMS			
		PCB 20	0,02	µg/l	0,01	mg/kgMS			
		PCB 44	0,01	µg/l	0,01	mg/kgMS			

## **Annexe 4. Fiches d'échantillonnage des sols**

Cette annexe contient 32 pages.