

Agence de Metz

Rue Charles Picard – ZI des Jonquières

57365 ENNERY – Tél : 03.87.74.96.77

Mail : [environnement.metz@fondasol.fr](mailto:environnement.metz@fondasol.fr)



Etablissement Public  
Foncier de Lorraine



**SAULXURES-LES-NANCY (54)**

**Site MALORA**

**Etude environnementale – Phase 3**

**Evaluation Quantitative des Risques**

**Sanitaires et Pré-Plan de gestion**

# Suivi des modifications et mises à jour

FTQ.261-A

Rév.	Date	Nb pages	Modifications	Rédacteur	Contrôleur
				Nom, Visa	Nom, Visa
	08/06/17	73		P. CORNU 	M. MARSAL 
A					
B					
C					

REV		A	B	C	REV		A	B	C	REV		A	B	C
PAGE					PAGE					PAGE				
1	X				41	X				81				
2	X				42	X				82				
3	X				43	X				83				
4	X				44	X				84				
5	X				45	X				85				
6	X				46	X				86				
7	X				47	X				87				
8	X				48	X				88				
9	X				49	X				89				
10	X				50	X				90				
11	X				51	X				91				
12	X				52	X				92				
13	X				53	X				93				
14	X				54	X				94				
15	X				55	X				95				
16	X				56	X				96				
17	X				57	X				97				
18	X				58	X				98				
19	X				59	X				99				
20	X				60	X				100				
21	X				61	X				101				
22	X				62	X				102				
23	X				63	X				103				
24	X				64	X				104				
25	X				65	X				105				
26	X				66	X				106				
27	X				67	X				107				
28	X				68	X				108				
29	X				69	X				109				
30	X				70	X				110				
31	X				71	X				111				
32	X				72	X				112				
33	X				73	X				113				
34	X				74					114				
35	X				75					115				
36	X				76					116				
37	X				77					117				
38	X				78					118				
39	X				79					119				
40	X				80					120				

## Sommaire

<b>Présentation de la mission</b>	<b>6</b>
1 – Objet de la mission	6
2 – Normes et méthodologies appliquées	7
<b>Présentation sommaire du site</b>	<b>8</b>
1 – Localisation géographique du site	8
2 – Périmètre de l'étude	9
3 – Rappel sommaire de l'historique	10
<b>Résultats des investigations sur les sols</b>	<b>11</b>
1 – Consistance des investigations sur les sols	11
2 – Observations de terrain et indices de pollution	14
3 – Valeurs de référence retenues pour les échantillons de sols	14
4 – Synthèse des résultats obtenus sur les échantillons de sols	15
5 – Examen de l'admission potentielle des sols en Installation de stockage de déchets	16
<b>Résultats obtenus sur les eaux superficielles</b>	<b>17</b>
<b>Projet d'aménagement du site</b>	<b>18</b>
1 – Projet validé par la collectivité	18
2 – Mesures de gestion prévues dans le scénario retenu	19
2.1 – Stockage sur site des terres excavées	19
2.2 – Apport de terre végétale saine au droit des jardins potagers	20
2.3 – Autres mesures envisageables	20
2.4 – Remarques	20
<b>Schéma conceptuel prenant en compte le projet</b>	<b>21</b>
1 – Préalable	21
2 – Rappel du projet d'aménagement	21
3 – Construction du Schéma conceptuel	22
3.1 – Etape 1 – Identification des Sources de pollution	22
3.2 – Etape 2 – Identification des Milieux d'exposition	22
3.3 – Etape 3 – Identification des voies de migration possibles	22
3.4 – Indentification des cibles	22
<b>Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS)</b>	<b>24</b>
1 – Présentation de la démarche	24

2 – Identification des dangers	27
2.1 – Sélection des voies d'exposition	27
2.2 – Sélection des substances et des concentrations	27
2.3 – Construction de la matrice	29
3 – Présentation des effets à seuil et sans seuil	30
3.1 – Effets à seuil (effets déterministes)	30
3.2 – Effets sans seuil (effets probabilistes)	31
4 – Choix des Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR)	32
5 – Evaluation des expositions	34
5.1 – Définition du budget espace-temps	34
5.2 – Exposition par inhalation (air intérieur)	35
6 – Quantification des risques sanitaires	40
7 – Evaluation des incertitudes et de la sensibilité	45
7.1 – Paramètres d'exposition	45
7.2 – Paramètres relatifs aux substances	45
7.3 – Paramètres relatifs à la source de pollution	46
7.4 – Paramètres spécifiques pour l'inhalation d'air intérieur	46
7.5 – Cumuls des indices de risques	46
<b>Pré-Plan de gestion</b>	<b>47</b>
1 – Rappel de la méthodologie	47
2 – Définition de la zone impactée	48
3 – Mesures de traitement / de gestion proposées	49
3.1 – Présélection des techniques de réhabilitation et de gestion	49
<b>Schéma conceptuel prenant en compte les mesures de gestion</b>	<b>52</b>
1 – Rappel des mesures de gestion proposées dans le cadre du pré-Plan de gestion	52
2 – Bilan coût-avantage préliminaire relatif au spot de pollution aux BTEX au sondage S16 de la zone	552
2.1 – Solution n°1	52
2.2 – Solution n°2	53
2.3 – Bilan comparatif des deux solutions	53
3 – Schéma conceptuel et modèle de fonctionnement prenant en compte les mesures de gestion	54
4 – Analyse des Risques Résiduels	56
5 – Limite de la méthode	57
<b>Synthèse et recommandations</b>	<b>58</b>
1 – Synthèse des résultats sur l'état des milieux	58
2 – Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQSR)	58
3 – Recommandations	60
<b>Conditions Générales</b>	<b>61</b>
<b>ANNEXES</b>	<b>63</b>
<b>Annexe 1 – Tableaux de synthèse des résultats obtenus sur les sols</b>	<b>64</b>
<b>Annexe 2 – Synthèse des résultats obtenus sur les eaux du Prarupt</b>	<b>71</b>

## TABLEAUX

Tableau 1 : Prestations concernées	7
Tableau 2 : Parcelles concernées	9
Tableau 3 : Sélection des substances et des concentrations pour la voie inhalation	28
Tableau 4 : VTR retenues pour une exposition par inhalation	33
Tableau 5 : Budget espace-temps	34
Tableau 6 : Propriétés des substances	37
Tableau 7 : Propriétés du milieu sol	38
Tableau 8 : Propriétés du bâtiment	39
Tableau 9 : Evaluation de l'exposition par inhalation d'air intérieur	41
Tableau 10 : Fractions d'hydrocarbures et paramètres physico-chimiques associés	45
Tableau 11 : Présélection des techniques de réhabilitation et de gestion	49
Tableau 12 : Etude technico-économique des solutions préconisées par la gestion de la pollution	50
Tableau 13 : Coûts unitaires pour l'élimination de terres en ISDND	52
Tableau 14 : Estimation des coûts pour la mise en décharge du spot de pollution	53
Tableau 15 : Bilan coûts/avantages pour le spot de pollution aux BTEX	53

## FIGURES

Figure 1 : Logigramme présentant la démarche d'évaluation des risques sanitaires	7
Figure 2 : Localisation géographique du site d'étude (Source : <a href="http://www.geoportail.fr">www.geoportail.fr</a> )	8
Figure 3 : Emprise du site sur fond de photographie aérienne	9
Figure 4 : Récapitulatif de l'historique du site	10
Figure 5 : Plan de la localisation des sondages de la première campagne	12
Figure 6 : Plan de la localisation des sondages de la seconde campagne	13
Figure 7 : Plan d'aménagement proposé et validé	18
Figure 8 : Réserves foncières pour le stockage des terres potentiellement polluées	19
Figure 9 : Schéma de principe pour le recouvrement de sols pollués	20
Figure 10 : Schéma conceptuel du projet initial	23
Figure 11 : Etapes fondamentales de l'évaluation des risques sanitaires	25
Figure 12 : Zonage du projet pour l'EQRS	27
Figure 13 : Matrice du modèle	29
Figure 14 : Logigramme de sélection des VTR	32
Figure 15 : Schéma de principe du modèle Johnson & Ettinger	35
Figure 16 : Contribution des substances pour l'ingestion de sol (QD - effets à seuil)	43
Figure 17 : Contribution des substances pour l'ingestion de sol (ERI - effets sans seuil)	44
Figure 18 : Localisation du spot de pollution aux BTEX relevé (Sondage S16)	48
Figure 19 : Schéma conceptuel du projet prenant en compte les mesures de gestion de la pollution	55
Figure 20 : Démarche de gestion des sources de pollution	56

## Présentation de la mission

### I – Objet de la mission

Dans le cadre du projet de requalification de l'ancien établissement MALORA localisé sur la commune de SAULXURES-LES-NANCY (54), l'Établissement Public Foncier de Lorraine (EPFL) a mandaté FONDASOL Eau et Environnement pour la réalisation d'un diagnostic environnemental du site.

Ce diagnostic est mené en parallèle à l'étude de vocation confiée au Groupement comprenant les Bureaux d'Etudes InSitu-Scop, Nege-Associés et ARTELIA.

Il vise à sécuriser techniquement le projet d'aménagement, à optimiser financièrement les coûts liés à une problématique de pollution potentielle et à se mettre en conformité réglementaire vis-à-vis des enjeux sanitaires et environnementaux.

La méthodologie retenue par FONDASOL Eau et Environnement pour la réalisation de cette étude prend en compte les textes et outils de la Politique Nationale de gestion des sites et sols pollués en France de février 2007 et les exigences de la norme **NF X 31-620 « Qualité du sol - Prestations de services relatives aux sites et sols pollués »** de juin 2011.

La **PHASE 1** a fait l'objet du rapport FONDASOL n°EEE.16.067 – pièce 001 en date du 10/06/2016.

La **PHASE 2** a fait l'objet des rapports FONDASOL n°EEE.16.067 – pièces 002 et 003 en date respectivement du 28 juin 2016 et du 30 novembre 2016. Ces rapports présentent les résultats des investigations de terrain et de laboratoire menées sur les milieux sols, gaz des sols et eaux superficielles.

Ce rapport correspond à la **PHASE 3** de l'étude environnementale. Il comporte :

- une présentation sommaire du site,
- un rappel des résultats des investigations,
- le projet d'aménagement du site retenu par la collectivité,
- le schéma conceptuel du site prenant en compte le projet,
- l'Évaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS),
- le Pré-Plan-de Gestion,
- le schéma conceptuel du site prenant en compte le projet et les mesures de gestion spécifiques à la problématique Sites et Sols Pollués,
- une synthèse et des recommandations.

## 2 – Normes et méthodologies appliquées

La méthodologie retenue par FONDASOL Eau et Environnement pour la réalisation du volet Sites et Sols Pollués prend en compte les textes et outils de la Politique Nationale de gestion des sites et sols pollués en France de février 2007 et les exigences de la norme **NF X 31-620 « Qualité du sol - Prestations de services relatives aux sites et sols pollués »** d'Août 2016.

Conformément à cette norme, les prestations concernées par la phase 3 sont précisées dans le tableau I.

Tableau I : Prestations concernées

CODE	MISSIONS
PG	Plan de Gestion dans le cadre d'un projet de réhabilitation ou d'aménagement d'un site
A320	Analyse des enjeux sanitaires
A330	Identification des différentes options de gestion possibles et réalisation d'un bilan coûts/avantages

Conformément au cahier des charges, l'analyse des enjeux permettra de définir la compatibilité du site avec les usages projetés définis par le prestataire en charge de l'étude technique et de programmation et la nécessité ou non de mettre en œuvre un plan de gestion adapté, suivi si nécessaire d'une Analyse des Risques Résiduels prédictive.

Cette analyse des enjeux a été réalisée pour chacun des scénarii retenus et selon le logigramme de la figure I.

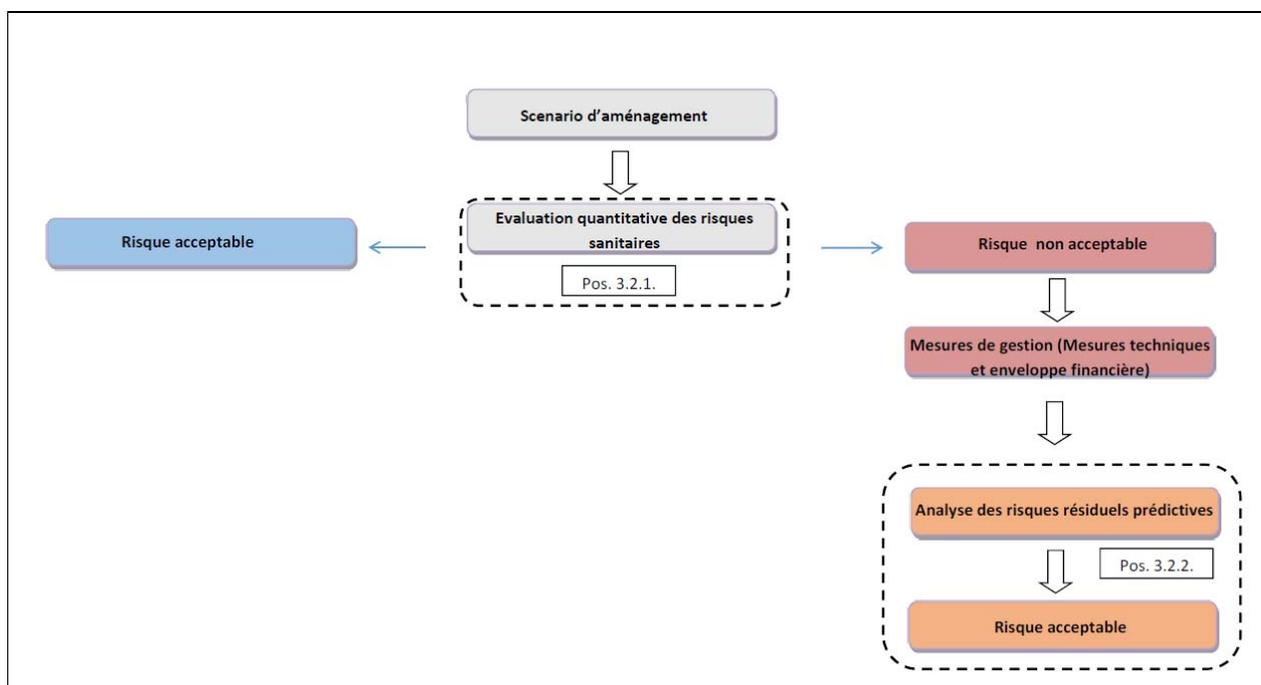
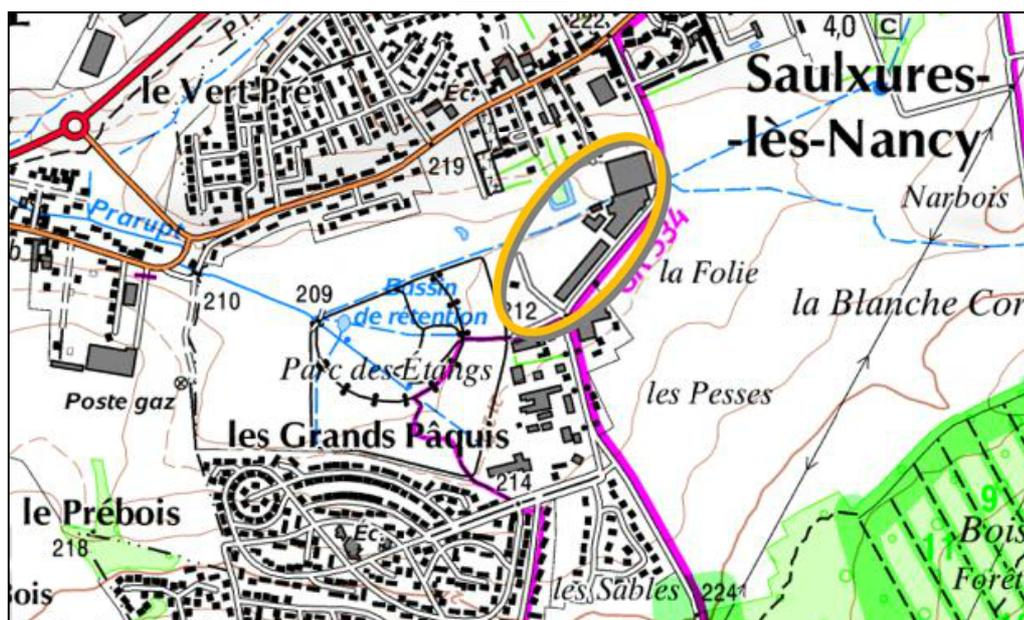


Figure I : Logigramme présentant la démarche d'évaluation des risques sanitaires

## Présentation sommaire du site

### I – Localisation géographique du site

La figure 2 présente le site dans son contexte géographique sur des extraits de cartes IGN. La commune de Saulxures-lès-Nancy se situe à 3 km à l'Est de Nancy. Le site se trouve sur la route de Bosserville, entre le bourg et le lotissement des Grands Pâquis. A l'Ouest, se trouve le Parc des Etangs, une zone extérieure de détente et de rétention des eaux de pluie.



 Position du site

200 m

Figure 2 : Localisation géographique du site d'étude (Source : [www.geoportail.fr](http://www.geoportail.fr))

## 2 – Périmètre de l'étude

La figure 3 rappelle le périmètre de l'étude sur un plan cadastral.

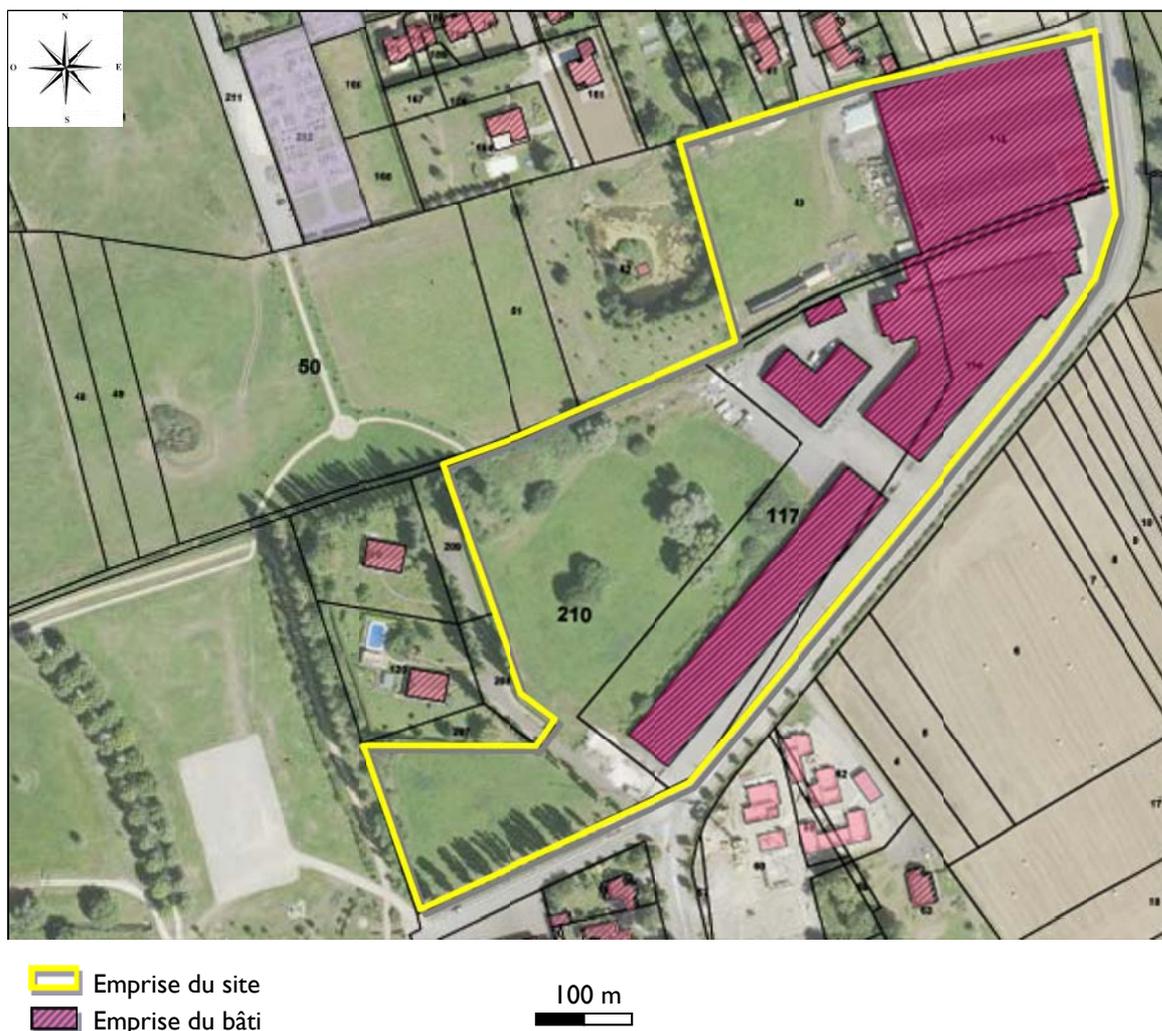


Figure 3 : Emprise du site sur fond de photographie aérienne  
(Source : [www.geoportail.fr](http://www.geoportail.fr))

Les parcelles concernées sont précisées dans le tableau 2 ci-dessous.

Tableau 2 : Parcelles concernées

Occupation des sols (propriétaires)	Numéro de parcelles
Propriétaire privé (famille Keller)	53 de la section AW
Commune	210 de la section AW
SAS Nancy Stanislas Mobilier	115, 116 et 117 de la section AW

Il est à préciser que la présente étude exclut la parcelle communale n°50 de la section AW.

La partie la plus au Sud de la parcelle n°210 de la section AW a été expertisée lors d'une seconde intervention.

### 3 – Rappel sommaire de l'historique

La figure 4 présente un récapitulatif de l'historique du site établi à l'issue de la Phase I.

1946		Terrain agricole
1964		Construction des premiers bâtiments de l'usine.
1964-1970		Construction des autres bâtiments, extension, remaniements de terrain.
1980		Les fils de M. Hilaire héritent de l'usine.
1980-1988		Construction d'un nouveau bâtiment. Développement du quartier résidentiel au nord.
2005-2007		Vente de l'usine à Venturini. Reprise réduite de l'activité.
2011		Arrêt des activités sur le site sauf activité de stockage dans un bâtiment pour des entreprises locales.
	...	

	Anciennes photographies aériennes
	Travaux / Constructions
	Autres événements

Figure 4 : Récapitulatif de l'historique du site

L'entreprise de Saulxures-les-Nancy est créée en 1964 par Roger Hilaire avec un local de 7000 m<sup>2</sup> dans lequel se trouvent le siège social et les ateliers de finition.

Le site de Saulxures-les-Nancy s'agrandit en 1980 avec la construction d'un bâtiment de 1700 m<sup>2</sup>.

La société dépose le bilan en 1985 puis se convertit dans la fabrication de mobiliers de bureau. En 2005, la société est mise en vente, provoquant une grève des ouvriers qui occupent l'usine.

En 2006, l'entreprise est mise en liquidation judiciaire puis est rachetée par Sylvain Cuny, propriétaire de la société Venturini (entreprise de menuiserie générale, d'huisseries et de protections de rayons X).

En 2007, l'entreprise Stanislas Nancy Mobilier (affiliée à Venturini) reprend le site et redémarre l'activité en se spécialisant dans le mobilier médical. En 2011, les activités du site s'arrêtent et l'entreprise ferme définitivement.

Aujourd'hui, seul un bâtiment est encore utilisé. Il s'agit du long bâtiment situé sur la parcelle 117. Ce bâtiment est divisé en petites cellules de stockage pour des entreprises locales : un plombier, un plaquiste et un maçon.

Il est à préciser que ce site n'a pas disposé d'Arrêté préfectoral d'Autorisation d'exploiter bien que ses activités relevaient de la nomenclature au titre des ICPE.

## Résultats des investigations sur les sols

### I – Consistance des investigations sur les sols

La reconnaissance de la qualité des sols a été réalisée en deux étapes.

**La première étape** a porté sur les parcelles 53, 115, 116, 117 et 210 (partie Nord).

Vingt-sept sondages (S1 à S27) ont été réalisés et deux échantillons par sondage ont été prélevés pour leur caractérisation chimique, dans les intervalles de 0 à 1 m et de 1 à 2 m environ.

De plus, des échantillons composites ont été constitués par zone afin de disposer de données sur les filières d'élimination des terres qui seraient à excaver dans le cadre du projet.

**La seconde étape** a porté sur la parcelle 210 (partie Sud).

Six sondages (S1B à S6B) ont été réalisés et deux échantillons par sondage ont été prélevés pour leur caractérisation chimique, dans les intervalles de 0 à 1 m et de 1 à 2 m environ.

Pour l'ensemble des échantillons bruts, les paramètres suivants ont été recherchés :

- les métaux (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn),
- les hydrocarbures totaux (C10-C40),
- les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAPI 6),
- les solvants (BTEX et COHV),
- les polychlorobiphényle (PCB).

Les figures 5 et 6 présentent la localisation des points de reconnaissance des sols, y compris ceux qui ont été réalisés en 2006.

Remarque : les sondages réalisés dans la partie Sud de la parcelle 210 ont été renommés S1B à S6B.

Figure 5 : Plan de la localisation des sondages de la première campagne

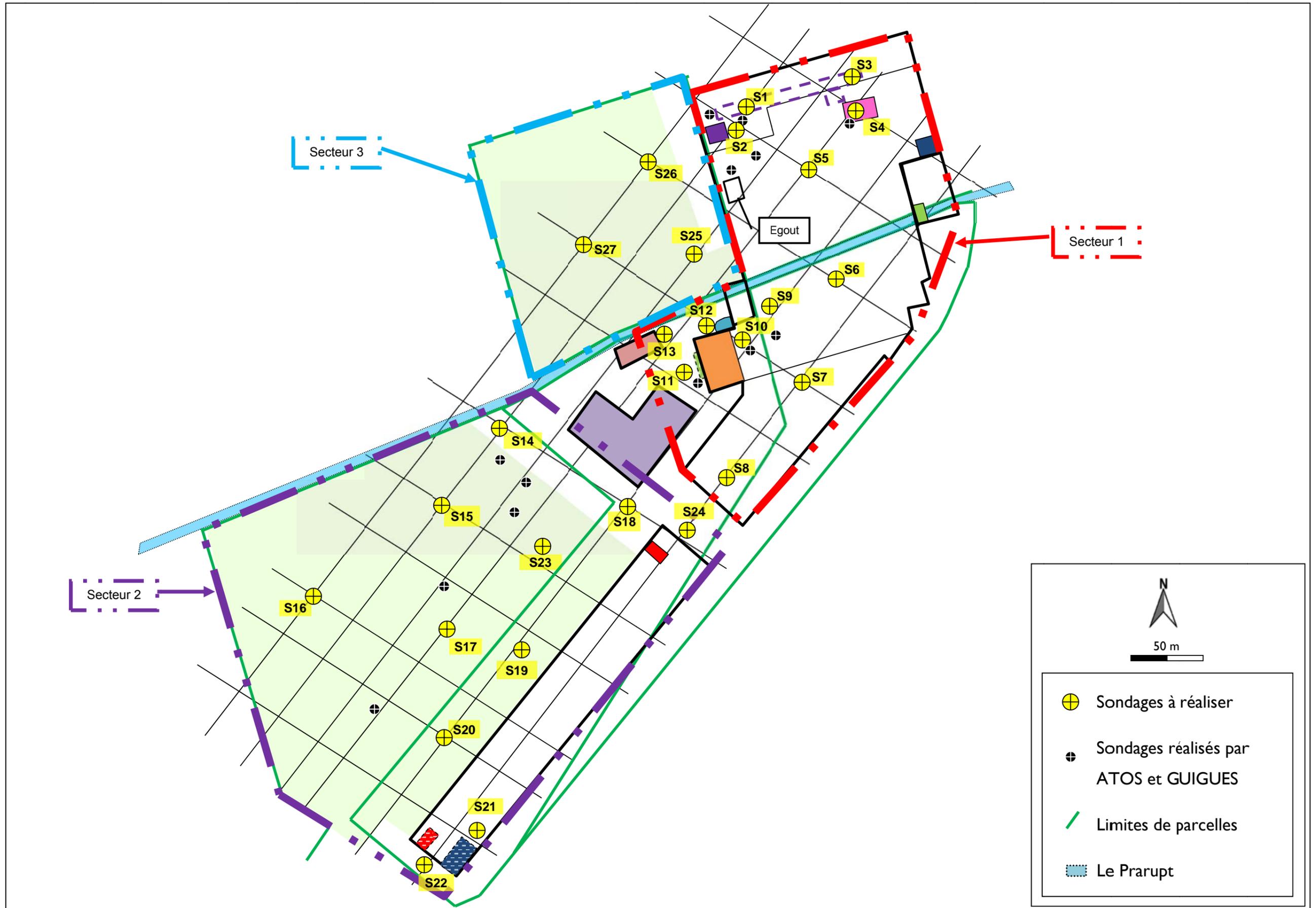


Figure 6 : Plan de la localisation des sondages de la seconde campagne



## 2 – Observations de terrain et indices de pollution

Des remblais limoneux sont présents sur la majorité des sondages avec localement la présence de débris de tuiles, de briques et de gravats divers.

Des passées de crasse noire ont également été détectées dans les remblais de certains sondages (S1, S2, S4, S5, S6, S7, S9, S10, S21 jusqu'à environ 1m).

Ces remblais surmontent des limons verdâtres à bruns correspondant au terrain naturel.

Ces observations confirment l'interprétation des photographies aériennes qui suggérait la mise en place de remblais dans les années de construction des bâtiments (années 1960 et 1970).

Aucun indice organoleptique de pollution n'a été relevé lors de la réalisation des sondages.

## 3 – Valeurs de référence retenues pour les échantillons de sols

Conformément à la méthodologie pour la gestion des sites et sols pollués, les teneurs relevées ont été comparées en priorité au bruit de fond ou fond géochimique local.

À cette fin, les résultats sont comparés entre eux mais également à titre indicatif aux valeurs de référence suivantes :

- Pour les principaux métaux (arsenic, cadmium, chrome, cuivre, mercure, nickel, plomb, sélénium et zinc) :

Fond géochimique mentionné par le programme INRA-ASPITET, extrait du rapport « Fonds géochimique naturel - État des connaissances à l'échelle nationale – BRGM / INRA – Juin 2000 » :

*FG moyen - Fond géochimique moyen : Gamme de valeurs couramment observées dans les sols " ordinaires " de toutes granulométries.*

*FG maxi - Fond géochimique maximum : Gamme de valeurs observées dans le cas d'anomalies naturelles modérées.*

- Pour les HAP :

Bruit de fond mentionné par l'INERIS : « Les teneurs liées à des sources naturelles telles que les incendies de forêt ou la synthèse par la végétation sont de l'ordre de 0,1 à 1 mg/kg de sol pour la somme des 16 HAP. Les sols de forêt, généralement riches en matière organique, présentent des teneurs plus élevées, de l'ordre de 10 mg/kg (Haan et al., 1992 dans Oosterbaan, 2000) ».

- Pour les HCT et les BTEX :

Aux valeurs seuils de gestion mentionnées par l'INERIS dans le guide « Réutilisation des terres excavées sur des projets d'aménagement : élaboration de seuils vis-à-vis des risques sanitaires » de février 2012 :

VS1 - Valeurs seuils sous bâtiment (bureau, industriel, commercial),

VS2 - Valeurs seuils pour réutilisation sous couverture<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Couverture : revêtement bitumineux ou béton, ou terre végétale (30 cm).

- Pour les autres substances :

En l'absence de valeurs caractérisant le bruit de fond pour les autres substances, un simple constat de présence ou d'absence est noté en référence à des teneurs supérieures ou inférieures aux limites de quantification du laboratoire.

Afin d'appréhender la gestion des terres qui seraient à excaver, les concentrations obtenues ont également été comparées :

- aux critères d'acceptation (sur le sol brut et après lixiviation) définis dans l'arrêté du 12 décembre 2014 relatif aux Installations de Stockage de Déchets Inertes (ISDI),
- aux valeurs seuils (sur matière sèche brute) d'acceptation des déchets en centre de stockage définies dans la charte FNADE de juillet 2004,
- aux valeurs limites à respecter (sur matière sèche brute) d'acceptation des déchets en centre de stockage pour déchets non dangereux et dangereux définis dans la Décision n° 2003/33/CE du 19/12/02 établissant des critères et des procédures d'admission des déchets dans les décharges, conformément à l'article 16 et à l'annexe II de la directive 1999/31/CE.

#### 4 – Synthèse des résultats obtenus sur les échantillons de sols

L'intégralité des résultats d'analyses est présentée dans l'annexe I. La synthèse des résultats est donnée ci-dessous.

- **Dans le secteur 1**, les principales anomalies détectées correspondent à des polluants métalliques et plus particulièrement dans les remblais de surface (entre 0 et 1 m).
- **Dans le secteur 2**, les principales anomalies détectées correspondent à des polluants organiques : Hydrocarbures totaux et surtout Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) qui présentent des dépassements de la valeur de 10 mg/kg MS fixée par l'INERIS comme bruit de fond maximum.
- **Dans le secteur 3**, très peu d'anomalies sont détectées. Les teneurs relevées en métaux correspondent globalement au fond géochimique local.
- **Dans le secteur 4**, les teneurs relevées en métaux correspondent globalement au fond géochimique local, les teneurs en HCT sont relativement faibles et les HAP sont détectés dans la plupart des échantillons avec un maximum de 39 mg/kg MS. Les substances volatiles de type BTEX et COHV sont à des concentrations inférieures aux seuils de détection du laboratoire.

Les différences d'anomalies relevées proviennent très probablement de la nature différente des remblais mis en place lors de la construction, en deux phases, des deux ensembles de bâtiments.

En revanche, les activités passées du site MALORA ne semblent pas avoir eu un impact significatif sur la qualité des sols. Il convient toutefois de rappeler que certains secteurs n'ont pu être expertisés pour des raisons d'accès et du fait de l'occupation actuelle des bâtiments. Il conviendra donc de procéder à une expertise complémentaire, notamment à l'issue des opérations de démolition des structures.

## 5 – Examen de l'admission potentielle des sols en Installation de stockage de déchets

En application de l'Ordonnance n° 2010-1579 du 17 décembre 2010, les terres excavées, qu'elles soient naturelles ou non, qui sortent du site dont elles sont extraites ont un statut de déchet.

Au titre de l'article L. 541-1-1 du Code de l'Environnement, est défini comme un déchet :

« Toute substance ou tout objet, ou plus généralement tout bien meuble, dont le détenteur se défait ou dont il a l'intention ou l'obligation de se défaire. »

Ainsi, les éventuels déblais générés par le projet devront être considérés comme des déchets à partir du moment où ces derniers sont évacués du site.

Afin de déterminer les filières d'élimination potentielles des terres polluées et les paramètres discriminants à considérer, un test d'admission complet a systématiquement été réalisé sur les échantillons de sol prélevés.

Les concentrations sur le sol brut ont été comparées aux critères d'acceptation relatifs aux Installations de Stockage de Déchets Inertes (ISDI - définis dans l'arrêté du 12 décembre 2014), aux Installations de Stockage de Déchets Non Dangereux (ISDND) et aux Installations de Stockage de Déchets Dangereux (ISDD) définis dans l'arrêté du 19 décembre 2002.

⇒ Dans le cadre d'une excavation et d'une élimination des terres excavées, l'intégralité de celles-ci serait acceptée en Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux (ISDND ou classe II) ou dans une installation de type « ISDI+ » (Installation de stockage de déchets inertes pratiquant des seuils jusqu'à 3 fois supérieurs aux ISDI classiques pour certains paramètres, notamment les fluorures). Dans ce dernier cas, il conviendra de prendre contact avec l'exploitation du centre.

## Résultats obtenus sur les eaux superficielles

Le cours Prarupt traverse en busage le bâtiment Nord puis longe le site à ciel ouvert.

Afin d'évaluer l'impact éventuel de la pollution du site sur ce cours d'eau, des prélèvements ont été réalisés le 14 novembre 2016 en amont, en aval et en position intermédiaire (juste après son busage sous le bâtiment).

Les résultats obtenus sont rappelés dans l'annexe 2.

⇒ Lors de cette campagne de prélèvement, aucune anomalie significative n'a été relevée. Les substances relevées dans l'échantillon Intermédiaire (Pb, Zn, HCT et HAP) sont à des concentrations jugées faibles et pourraient avoir comme origine les eaux pluviales (par lessivage des voiries et des toitures).

## Projet d'aménagement du site

### I – Projet validé par la collectivité

En parallèle à l'étude environnementale et de manière itérative, une étude technique et programmatique a été menée sur le site MALORA par le Groupement InSitu-Scop, Nege-Associés et ARTELIA.

Au regard des enjeux et des besoins de la commune de SAULXURES-LES-NANCY, un scénario d'aménagement a été retenu par la collectivité.

La figure 7 présente le plan d'aménagement proposé et retenu à l'issue de la réunion du 6 mars 2017.

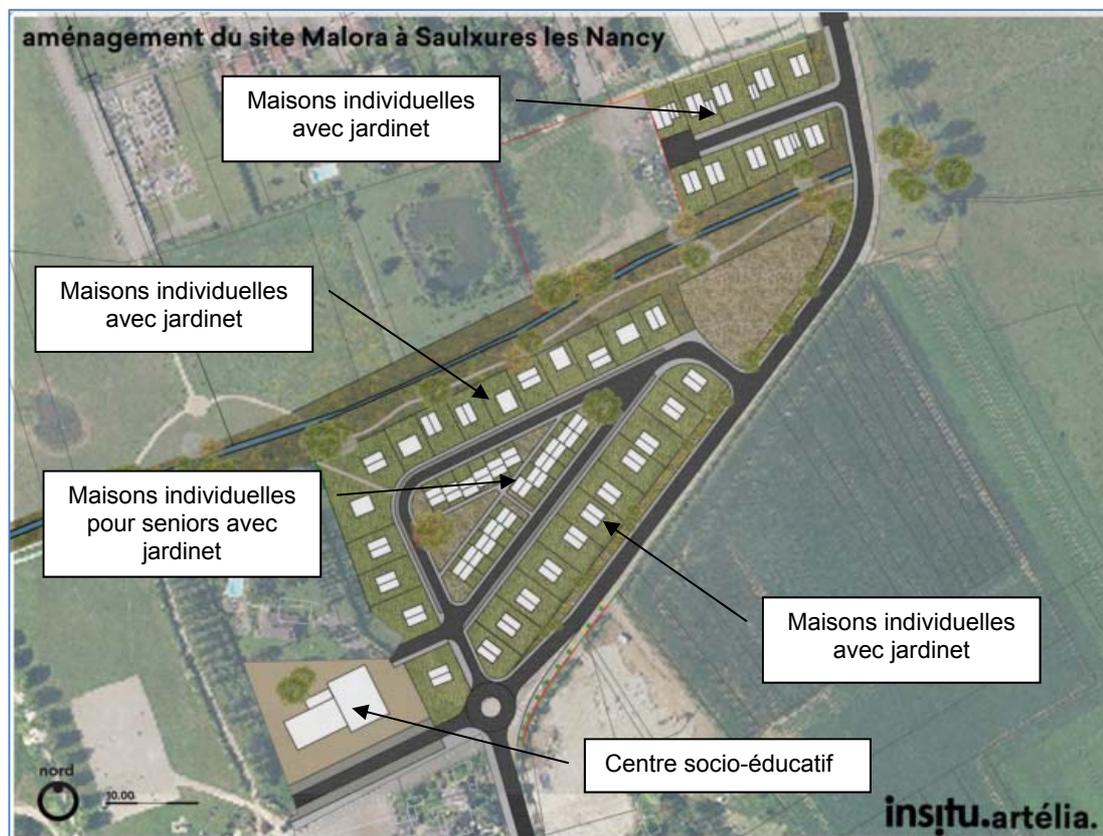


Figure 7 : Plan d'aménagement proposé et validé

Ce schéma d'aménagement comprend :

- des maisons individuelles en bandes avec de petits jardins potagers,
- des maisons individuelles pour seniors au cœur de l'aménagement,
- un centre polyvalent au Sud du site.

Le secteur comprendra également des espaces verts et des cheminements piétonniers, notamment le long du ruisseau de Prarupt dont la partie actuellement busée sera remise à ciel ouvert.

## 2 – Mesures de gestion prévues dans le scénario retenu

Dans le cadre de ce projet, plusieurs mesures de gestion sont d'ores et déjà prévues. Elles sont rappelées ci-dessous.

### 2.1 – Stockage sur site des terres excavées

Des emplacements sont prévus pour le stockage sur site des terres (potentiellement polluées) excavées, notamment pour la réalisation des fondations, des réseaux et des rétentions pour les eaux pluviales.

La figure 8 présente la localisation de ces emplacements qui représentent une surface de 4544 m<sup>2</sup> et un volume de 7870 m<sup>3</sup>.

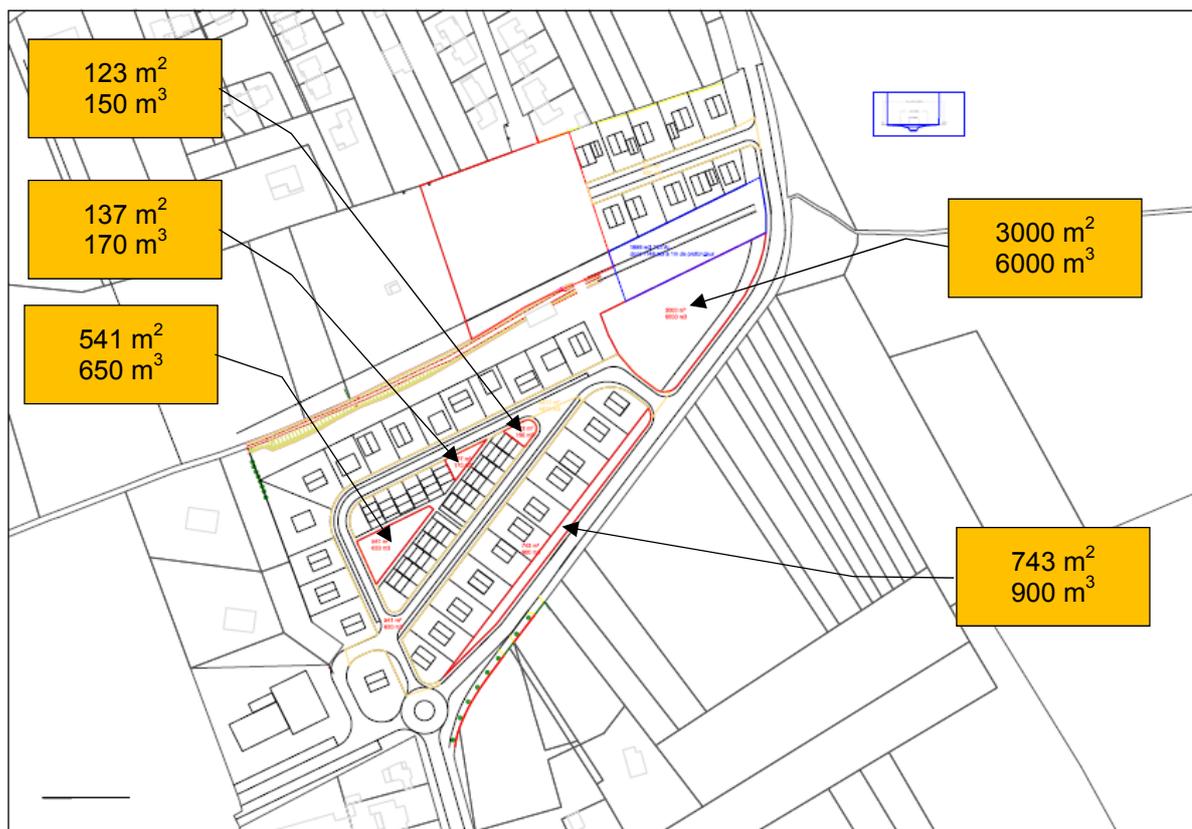


Figure 8 : Réserves foncières pour le stockage des terres potentiellement polluées

Afin de prendre en compte les éventuels risques sanitaires, les terres mises en place seront recouvertes d'un grillage avertisseur, voire d'un géotextile résistant aux agressions chimiques puis par 30 cm de terre végétale rapportée et engazonnée.

## 2.2 – Apport de terre végétale saine au droit des jardins potagers

Tous les lots prévus pour la construction des maisons individuelles disposeront d'un jardin potager pour la production de fruits et légumes et pour leur auto-consommation par les résidents.

A cette fin, le projet prévoit dès l'origine la mise en place de terre végétale saine. Il conviendra de mettre en place un filet avertisseur à l'interface sol en place/terre rapportée.

Conformément aux prescriptions de l'ADEME et des bonnes pratiques, la couverture de terre saine devra être d'au moins 50 cm.

La figure 9 présente un schéma de principe extrait de SelecDEPOL de l'ADEME.

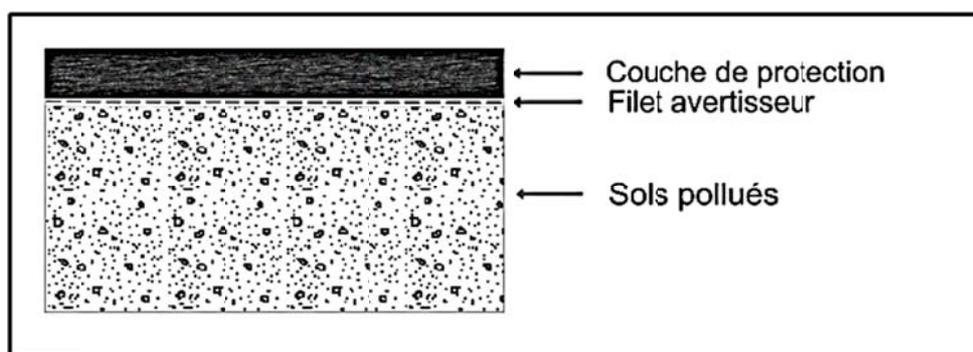


Figure 9 : Schéma de principe pour le recouvrement de sols pollués

## 2.3 – Autres mesures envisageables

Au droit des cheminements piétonniers, un recouvrement du sol en place sera assuré par une géomembrane recouverte de concassés ou de graviers sains. La solution d'un béton brossé est également envisageable.

Les berges du Prarupt mis à ciel ouvert devront également être recouvertes par un dispositif spécifique pérenne.

Concernant les espaces verts du centre socio-éducatif, ils devront être recouverts de terre végétale rapportée d'une épaisseur de 30 cm avec un grillage avertisseur à l'interface sol en place/terre rapportée.

## 2.4 – Remarques

La parcelle 53 a été exclue du projet, celle-ci étant potentiellement une zone humide à préserver.

## Schéma conceptuel prenant en compte le projet

### I – Préalable

Le Schéma conceptuel permet d'évaluer les risques sanitaires lorsque les trois éléments suivants sont présents :

- une source de polluants mobilisables,
- des voies de transfert : il s'agit des différents milieux (sols, eaux superficielles et souterraines, cultures destinées à la consommation humaine ou animale) qui, au contact de la source de pollution, sont devenus à leur tour des éléments pollués et donc des sources de pollution,
- la présence de populations, de ressources et/ou d'espaces naturels à protéger, susceptibles d'être atteints par les polluants.

En première approche, le Schéma conceptuel doit être élaboré en tenant compte du projet d'aménagement du site, y compris des mesures de gestion propres au projet.

### 2 – Rappel du projet d'aménagement

Le projet consiste en :

- la construction d'habitations individuelles avec jardin potager avec la création de voiries et la mise en place des réseaux VRD,
- la construction d'un centre socio-éducatif (extrémité Sud),
- la mise à ciel ouvert du Prarupt avec un réaménagement naturel des berges,
- la création de cheminements piétonniers et d'espaces verts,
- la création de zones de confinement des terres (potentiellement polluées).

Toute la surface du site (sol actuel, naturel ou rapporté) sera donc recouverte par :

- les dalles de béton pour les maisons individuelles et le bâtiment socio-éducatif,
- de l'enrobé routier pour les voiries et du concassé ou équivalent pour les cheminements piétonniers,
- de la terre végétale saine pour les jardins et les espaces verts.

## 3 – Construction du Schéma conceptuel

### 3.1 – Etape 1 – Identification des Sources de pollution

Sur la base des résultats obtenus, la source de pollution correspond au sol dans leur ensemble et notamment les remblais constitutifs de la plateforme de l'usine.

Les remblais de la partie Nord (Sondages S1 à S13) présentent des teneurs en métaux (cuivre, plomb et zinc) jugées anormales et des traces d'hydrocarbures (HCT et HAP) plus particulièrement dans le premier mètre. Les substances volatiles de type COHV et BTEX sont à des teneurs inférieures au seuil de détection.

Les deux mètres de remblais de la partie Sud (Sondages S14 à S23) ne présentent pas d'anomalie métallique mais se caractérisent par des teneurs en hydrocarbures (HCT et HAP) jugées significatives ainsi que par des traces ponctuelles de solvants dans seulement deux sondages (S16 et S17).

Les deux mètres de remblais de l'extrémité Sud (Sondage S1B à S6B) présentent de faibles anomalies métalliques et organiques (HCT et HAP). Les solvants de type BTEX et COHV ne sont pas détectés.

### 3.2 – Etape 2 – Identification des Milieux d'exposition

Les milieux d'exposition sont :

- les sols,
- les eaux souterraines,
- les eaux superficielles,
- l'air.

### 3.3 – Etape 3 – Identification des voies de migration possibles

La seule voie de migration retenue est l'air dans les futures habitations par volatilisation des substances volatiles contenues dans la source.

Les sols (par contact direct, ingestion de poussières ou par la consommation de fruits et légumes auto-produits) ne sont pas retenus comme voie de migration du fait que le projet prévoit leur confinement sur l'ensemble de la surface.

Les eaux souterraines ne sont pas retenues du fait de l'absence d'usage recensé au droit et au voisinage immédiat.

Les eaux superficielles du Prarupt ne sont pas retenues du fait de l'absence d'usage.

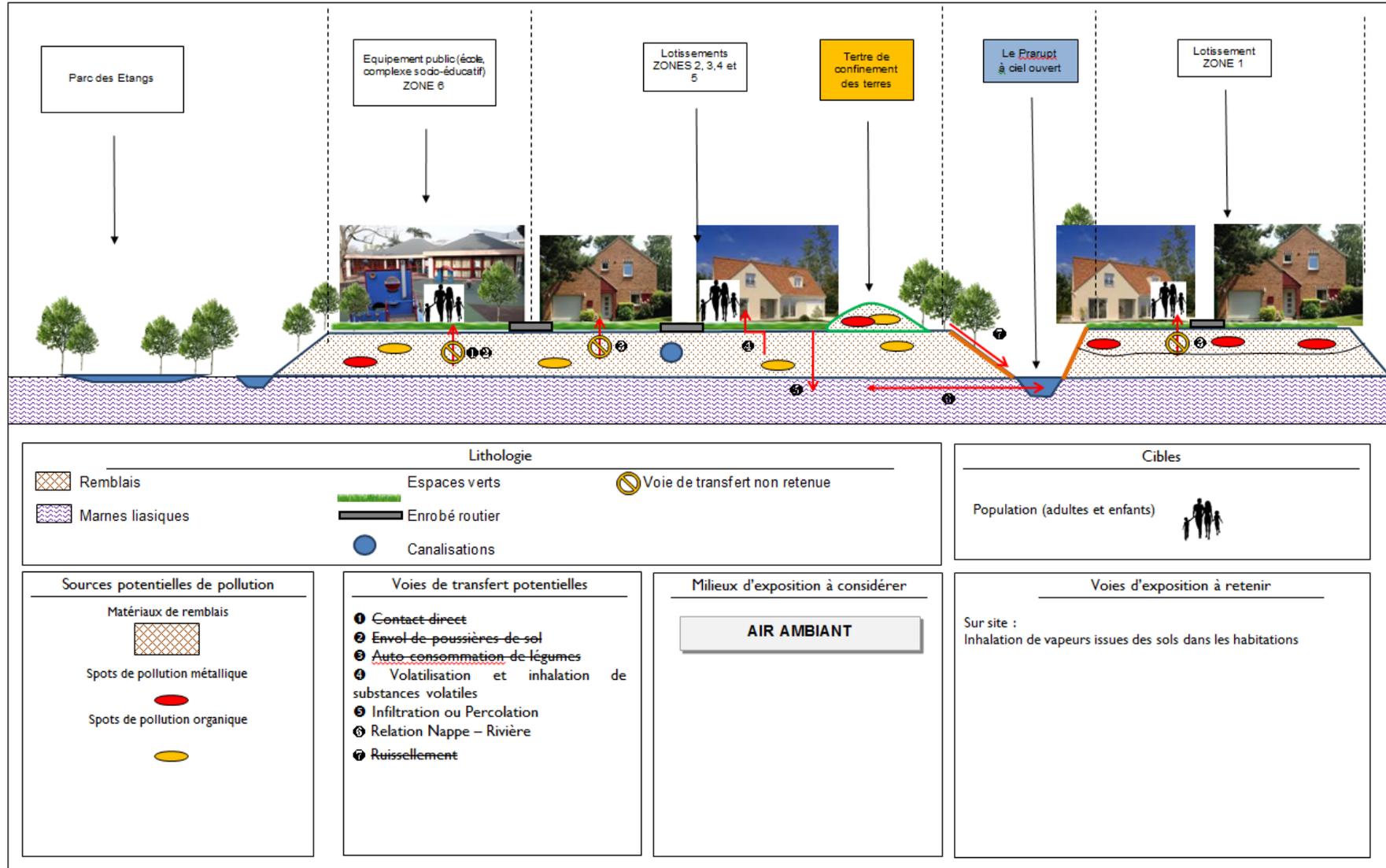
### 3.4 – Identification des cibles

Les cibles retenues sont :

- les futurs habitants (adultes et enfants) pour les secteurs comprenant les maisons individuelles,
- les occupants (personnel et enfants) du centre socio-éducatif.

La figure 10 présente le Schéma conceptuel du site tenant compte du projet, sans mesures spécifiques de gestion de la pollution.

Figure 10 : Schéma conceptuel du projet initial



## Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS)

### I – Présentation de la démarche

Afin de s'assurer de l'absence de risques sanitaires pour les futurs usagers du site, une Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS) a été mise en œuvre en l'état actuel du site et pour le scénario futur envisagé, y compris les mesures de gestion prévues.

Si le calcul met en évidence une incompatibilité entre la qualité des milieux et l'usage considéré, il permettra de définir les objectifs de réhabilitation, les préconisations d'aménagement et/ou les dispositions constructives à mettre en place.

À cet effet, les différentes voies de transfert des substances en direction des personnes susceptibles d'être présentes sur le site doivent être identifiées compte tenu d'hypothèses réalistes concernant la disposition des lieux et le comportement de ces personnes sur le site.

Sur la base des teneurs relevées dans les différents compartiments environnementaux pour les différentes substances considérées, les niveaux d'exposition doivent ensuite être évalués puis comparés aux valeurs maximales tolérables extraites des bases de données toxicologiques.

La démarche d'évaluation des risques sanitaires se compose conventionnellement de quatre étapes décrites sur le schéma de la figure 11.

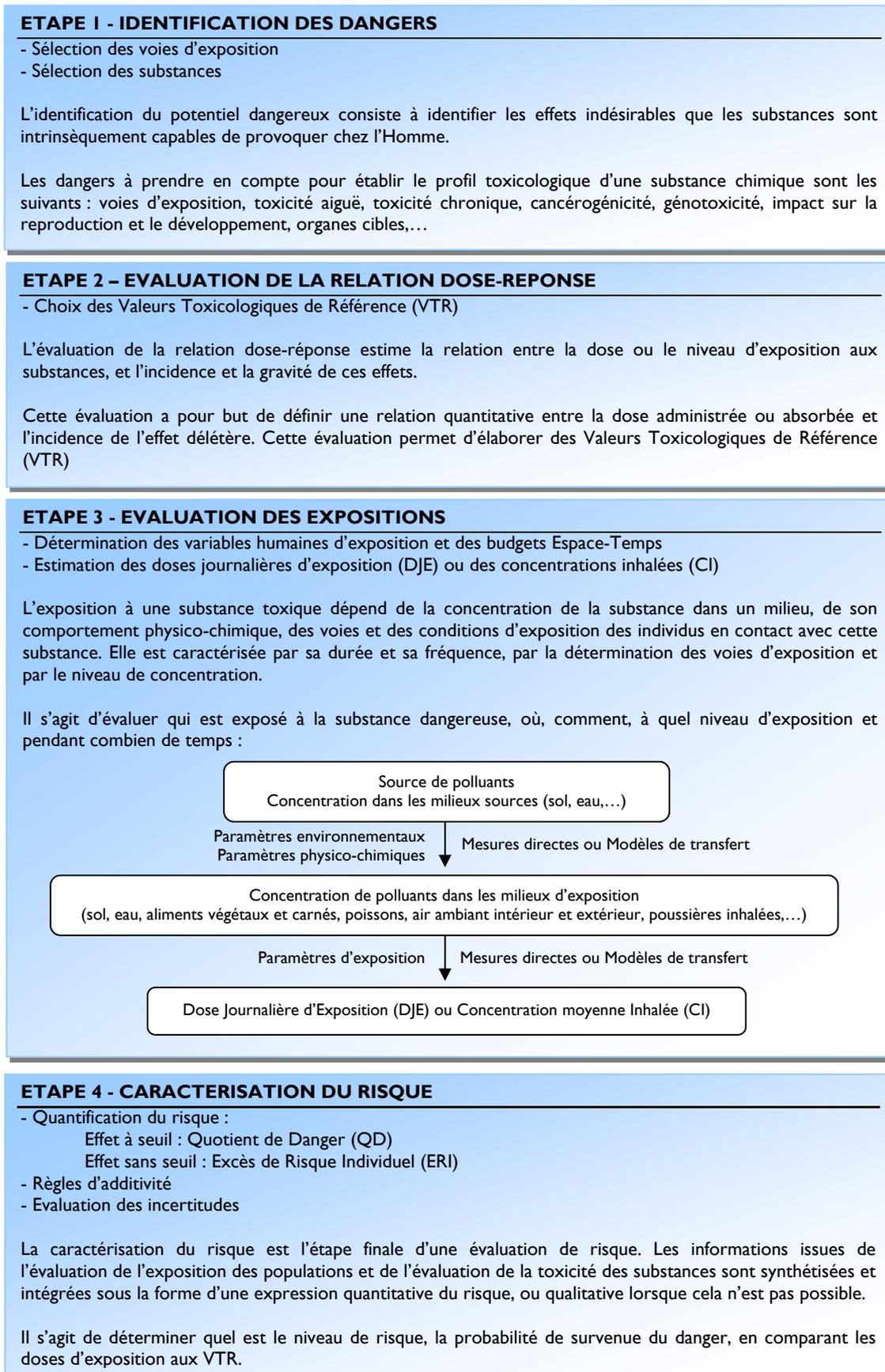


Figure 11 : Etapes fondamentales de l'évaluation des risques sanitaires

L'évaluation des risques sanitaires liés à l'aménagement d'un site pollué ou à l'implantation d'une installation industrielle nécessite de modéliser les niveaux d'exposition de la population à partir des différentes sources/milieus de l'environnement, via plusieurs modes de transfert et voies d'administration des polluants.

Les principes de spécificité et de proportionnalité de ces évaluations de risque supposent d'adapter la modélisation au contexte des sites à analyser.

Dans ce cadre, l'INERIS a produit un nouvel outil logiciel en se focalisant sur deux principes : la flexibilité et la transparence.

## MODUL'ERS

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

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

MODUL'ERS permet de :

- construire des modèles multimédia adaptés, en agencant les modules prédéfinis de la bibliothèque, selon le schéma conceptuel du site étudié,
- mener des simulations déterministes, probabilistes et des analyses de sensibilité sur les résultats.

## 2 – Identification des dangers

### 2.1 – Sélection des voies d'exposition

Le projet prévoit une reconversion du site en usage sensible avec l'aménagement de logements collectifs et de maisons d'habitation individuelles avec jardinets pouvant servir de potagers et d'un bâtiment socio-éducatif.

À la lecture du Schéma conceptuel d'exposition du site (figure 9), la seule voie d'administration des polluants dans l'organisme correspondra à **l'inhalation d'air** à l'intérieur des bâtiments (remontées de vapeurs depuis les sols et / ou les eaux souterraines).

### 2.2 – Sélection des substances et des concentrations

Les substances retenues correspondent aux substances volatiles détectées dans les sols selon un découpage du projet en 6 zones. Les concentrations retenues correspondent aux concentrations maximales relevées sur la zone considérée. Ces concentrations obtenues dans les sols nécessitent l'application d'un modèle de transfert entre les sols et l'air du sol.

La figure 12 présente le découpage du site en 6 zones distinctes.

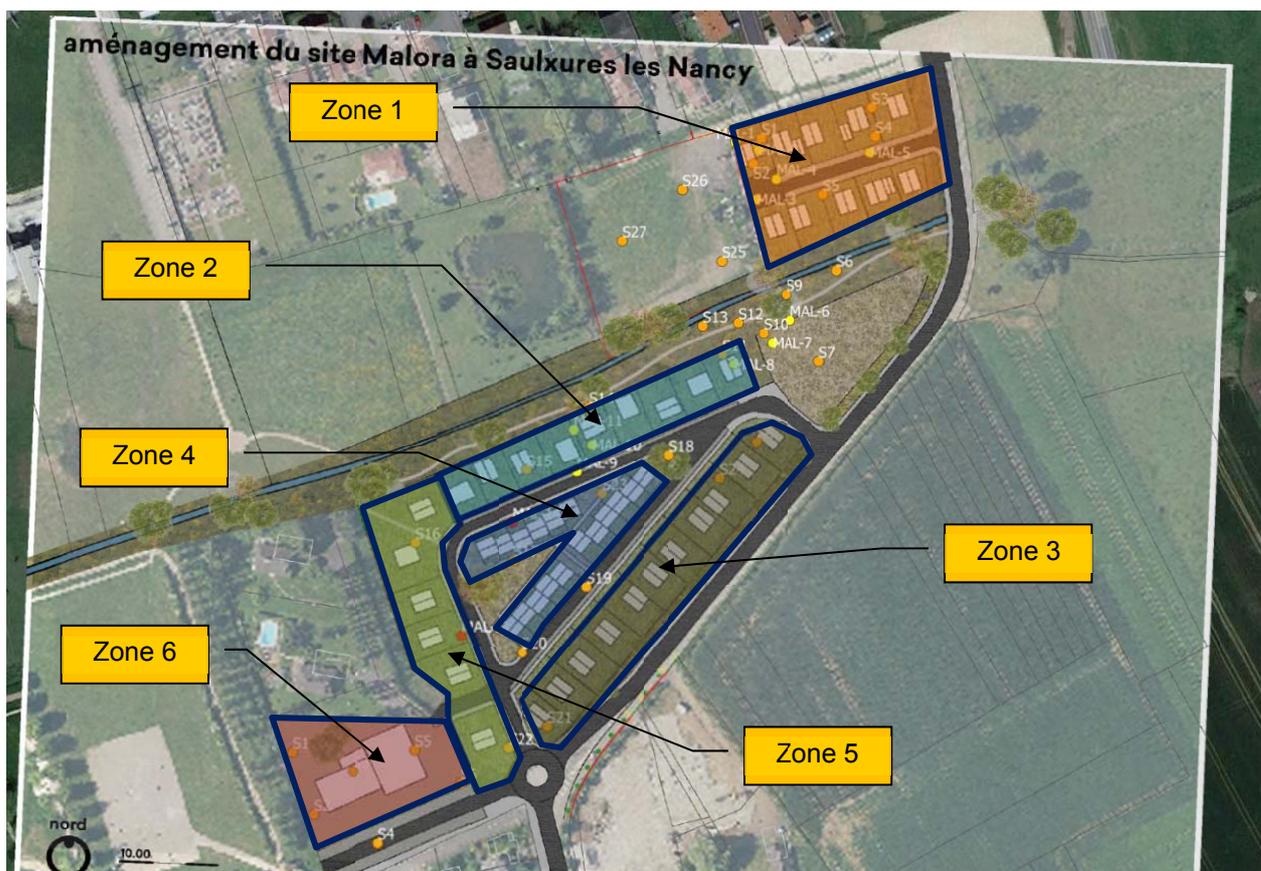


Figure 12 : Zonage du projet pour l'EQRS

Les substances et concentrations retenues dans la modélisation sont présentées dans le tableau 3.

Tableau 3 : Sélection des substances et des concentrations pour la voie inhalation

Paramètres	Bilan des concentrations dans les sols (mg/kg)						Comportement des substances			Cancérogénicité		Choix	
	Maximum – Zone 1	Maximum – Zone 2	Maximum – Zone 3	Maximum – Zone 4	Maximum – Zone 5	Maximum – Zone 6	Volatilité	Solubilité	Adsorption	CIRC	US EPA	Substance retenue ?	
Hydrocarbures totaux HCT C10-C40	HCT Fraction C10-C16	<b>1.85</b>	<b>5.48</b>	<b>19.9</b>	<b>7.5</b>	<b>13.6</b>	<b>14.1</b>	+/-	+/-	+/-	/	/	OUI
	HCT Fraction C16-C22	10.3	47	114	43.7	106	49.8	-/-	-/-	+	/	/	NON
	HCT Fraction C22-C30	36.2	93.8	77	80.5	127	153	-/-	--	++	/	/	NON
	HCT Fraction C30-C40	46.7	75.9	72.3	58.6	160	86.5	--	--	++	/	/	NON
	HCT	86.9	222	250	182	407	293						
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP 16)	Naphtalène	non détecté	<b>0.34</b>	<b>1.4</b>	<b>0.37</b>	<b>0.43</b>	<b>0.22</b>	+	+	-	2B	C	OUI
	Acénaphthylène	0.14	0.86	0.92	1.3	0.49	0.83	-	+	-	-	D	NON
	Acénaphthène	non détecté	0.47	2.1	0.2	1.7	0.29	-	+	-	-	-	NON
	Fluorène	non détecté	0.66	2.7	0.6	2.6	0.27	-	+	+	3	D	NON
	Phénanthrène	0.37	6.5	14	4.3	19	3.3	-	+	+	3	D	NON
	Anthracène	0.21	3.3	5.7	2.4	3.2	1.7	--	-	+	3	D	NON
	Fluoranthène	0.85	18	9.6	7.4	15	6.1	--	-	+	3	D	NON
	Pyrène	0.69	14	6.8	6.2	11	4.6	-	-	+	3	D	NON
	Benzo(a)anthracène	0.41	9.2	5.2	4.5	6.3	3.9	--	--	+	2A	B2	NON
	Chrysène	0.59	8.8	5.6	4.5	7.2	4.2	--	-	++	3	B2	NON
	Benzo(b)fluoranthène	0.98	14	4.8	8.4	8.1	4.5	--	--	++	2B	B2	NON
	Benzo(k)fluoranthène	0.32	5.3	2.2	2.4	2.5	2.3	--	--	++	2B	B2	NON
	Benzo(a)pyrène	0.56	9.8	3.1	6.3	5.8	3.2	--	--	++	2A	B2	NON
	Dibenzo(a,h)anthracène	0.24	2.4	1.2	1.5	1.1	1	--	--	++	2A	B2	NON
	Benzo(g,h,i)pérylène	0.42	6.4	2	2.8	2.9	2.2	--	--	++	3	D	NON
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	0.54	6.1	3.5	3.2	3.8	3.4	--	-	++	2B	B2	NON	
HAP	6.375	59.6	66	49.64	91	39.26							
Solvants	Benzène	non détecté	++	++	-	1	A	NON					
	Toluène	non détecté	++	++	-	3	D	NON					
	Ethylbenzène	non détecté	non détecté	non détecté	non détecté	<b>0.11</b>	non détecté	+	++	-	2B	/	OUI
	m,p-Xylène	non détecté	non détecté	non détecté	non détecté	<b>0.19</b>	non détecté	+	++	-	3	/	OUI
	o-Xylène	non détecté	non détecté	non détecté	<b>0.05</b>	<b>0.58</b>	non détecté	+	++	-	3	/	OUI
	BTEX	non détecté	non détecté	non détecté	non détecté	0.98	non détecté						
	COHV	non détecté											

Volatilité		Solubilité		Adsorption	
++	Pv > 1000 Pa	++	S > 100 mg/L	--	Log Kow/Koc < 2
+	1000 Pa > Pv > 10 Pa	+	100 mg/L > S > 1 mg/L	-	2 < Log Kow/Koc < 4
-	10 Pa > Pv > 10 <sup>-2</sup> Pa	-	1 mg/L > S > 0,01 mg/L	+	4 < Log Kow/Koc < 6
--	10 <sup>-2</sup> Pa > Pv > 10 <sup>-5</sup> Pa	--	S < 0,01 mg/L	++	Log Kow/Koc > 6
---	Pv < 10 <sup>-5</sup> Pa				

	Substance non retenue (absence d'anomalie significative)
	Substance retenue (concentration maximale)

## 2.3 – Construction de la matrice

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

La matrice globale du modèle retenue est présentée sur la figure 13.

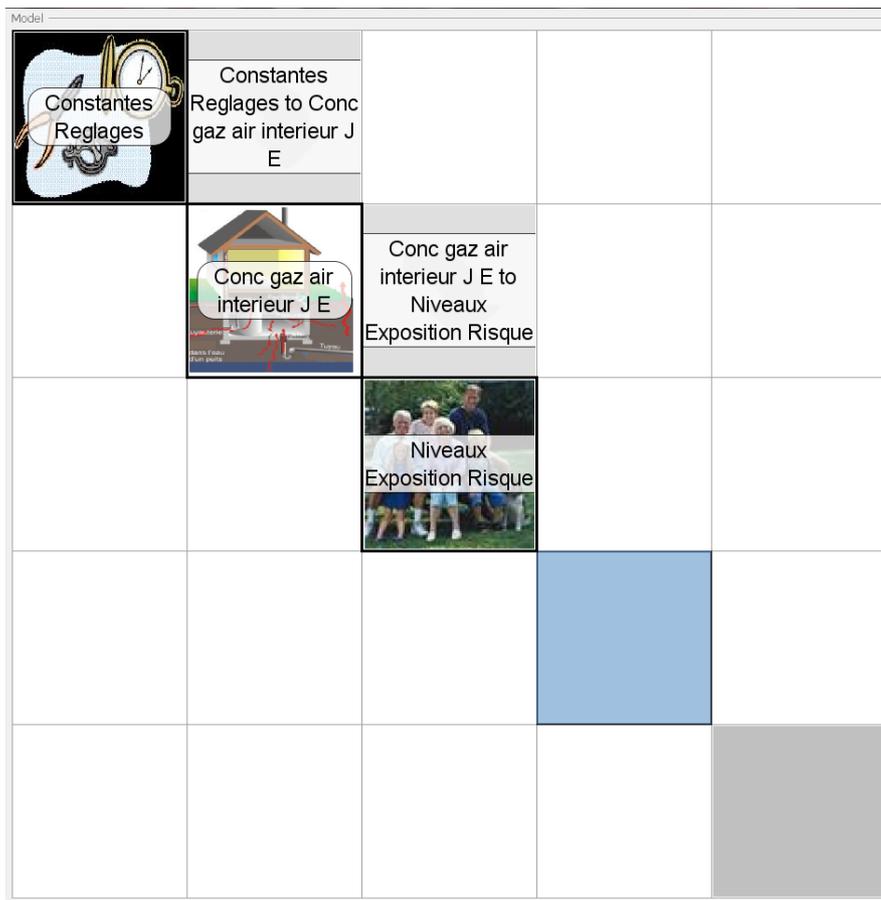


Figure 13 : Matrice du modèle

### 3 – Présentation des effets à seuil et sans seuil

L'exposition à une substance toxique peut produire des effets biochimique, histologique ou morphologique, se traduisant par des altérations spécifiques d'un organe, d'un système ou d'une fonction (système hématopoïétique, fonctions de reproduction par exemple), ou d'un processus biochimique ou biologique (cancer et mutagénicité).

Ces effets varient selon l'intensité, la voie, la fréquence et la durée de l'exposition mais aussi en fonction de l'espèce, du sexe, de l'âge et de l'état de santé des populations exposées. Ils peuvent être réversibles ou irréversibles, immédiats ou différés.

La variété et la sévérité des effets toxiques observés dans les populations augmentent généralement avec le niveau d'exposition : c'est la relation dose-effet. Elle est clairement à distinguer de la relation dose-réponse définie comme décrivant la relation entre la fréquence de survenue d'une pathologie dans une population et le niveau d'exposition à un toxique.

#### 3.1 – Effets à seuil (effets déterministes)

Les effets à seuil correspondent aux effets aigus et à certains effets chroniques non cancérogènes, non génotoxiques et non mutagènes, dont la gravité est proportionnelle à la dose. Selon cette approche classique de la toxicologie, les effets ne surviennent que si une certaine dose est atteinte et dépasse les capacités de détoxification, de réparation ou de compensation de l'organisme : il existe donc une dose limite en-dessous de laquelle le danger ne peut apparaître. Le danger n'a théoriquement pas lieu de survenir si ces seuils ne sont pas dépassés. Au-delà du seuil, l'intensité de l'effet croît avec l'augmentation de la dose administrée.

Dans ce cas, les valeurs toxicologiques de référence sont généralement construites sur la base de l'effet critique. Il peut être différent selon la voie d'exposition de l'organisme :

- Pour une exposition par voie orale, les valeurs toxicologiques de référence sont exprimées en masse de substance par kilogramme de poids corporel de la cible et par jour (mg/kg pc/j). Ces valeurs sont définies comme étant l'estimation de la quantité de produit à laquelle un individu peut théoriquement être exposé (par ingestion) sans constat d'effet nuisible, sur une durée déterminée et sur la base de toutes les informations actuelles,
- Pour une exposition par voie respiratoire, les valeurs toxicologiques de référence s'expriment en masse de substance par m<sup>3</sup> d'air ambiant (mg/m<sup>3</sup>) et correspondent à la teneur de produit dans l'air ambiant à laquelle un individu peut être exposé sans constat d'effet nuisible.

Cet effet est caractérisé par le calcul d'un Quotient de Danger (QD) par substance (lorsque la substance présente un effet à seuil), par milieu et par cible (adulte et enfant distinctement).

Pour chaque cible (adulte ou enfant), les QD des substances présentant le même effet critique sur la santé sont ensuite sommés. Cette somme est comparée au seuil de risque acceptable de I défini dans la Circulaire du 8 février 2007.

### 3.2 – Effets sans seuil (effets probabilistes)

Un effet sans seuil se définit comme un effet qui apparaît quelle que soit la dose reçue. La probabilité de survenue croît avec la dose, mais l'intensité de l'effet n'en dépend pas. L'hypothèse classiquement retenue est qu'une seule molécule de la substance toxique peut provoquer des changements dans une cellule et être à l'origine de l'effet observé. A l'origine, la notion d'absence de seuil était associée aux effets cancérogènes uniquement. Aujourd'hui, cette notion recouvre également des effets sur la reproduction (reprotoxicité) et les mutations génétiques (mutagénicité).

Pour les substances à effets sans seuil, la Valeur Toxicologique de Référence est généralement appelée Excès de Risque Unitaire (ERU). Il s'agit de la probabilité supplémentaire, par rapport à un sujet non exposé, qu'un individu contracte un cancer s'il est exposé pendant sa vie entière à une unité de dose ou de concentration de toxique. Cet indice est l'inverse d'une dose et s'exprime en  $(\text{mg/kg/j})^{-1}$  ou  $(\text{mg/m}^3)^{-1}$ .

Cet effet est caractérisé par le calcul d'un Excès de Risque Individuel (ERI) par substance (lorsque la substance présente un effet sans seuil), par milieu et par cible (adulte et enfant distinctement).

Pour chaque cible (adulte ou enfant), les ERI de l'ensemble des substances sont ensuite sommés, quel que soit l'effet critique observé sur la santé. L'ERI adulte et l'ERI enfant sont également sommés puisque la probabilité d'apparition de l'effet sans seuil s'exerce sur la vie entière. Cette somme est comparée au seuil de risque acceptable de  $10^{-5}$  défini dans la Circulaire du 8 février 2007. La valeur de  $10^{-5}$  correspond à l'apparition d'un cancer (ou autre effet sans seuil étudié) sur une population de 100 000 personnes.

## 4 – Choix des Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR)

La sélection des Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) a été réalisée sur la base d'une consultation de la base de données FURETOX, du rapport INERIS « *Point sur les valeurs Toxicologiques de Référence* », tout en respectant le logigramme recommandé dans la Note ministérielle du 31 octobre 2014 (figure 14).

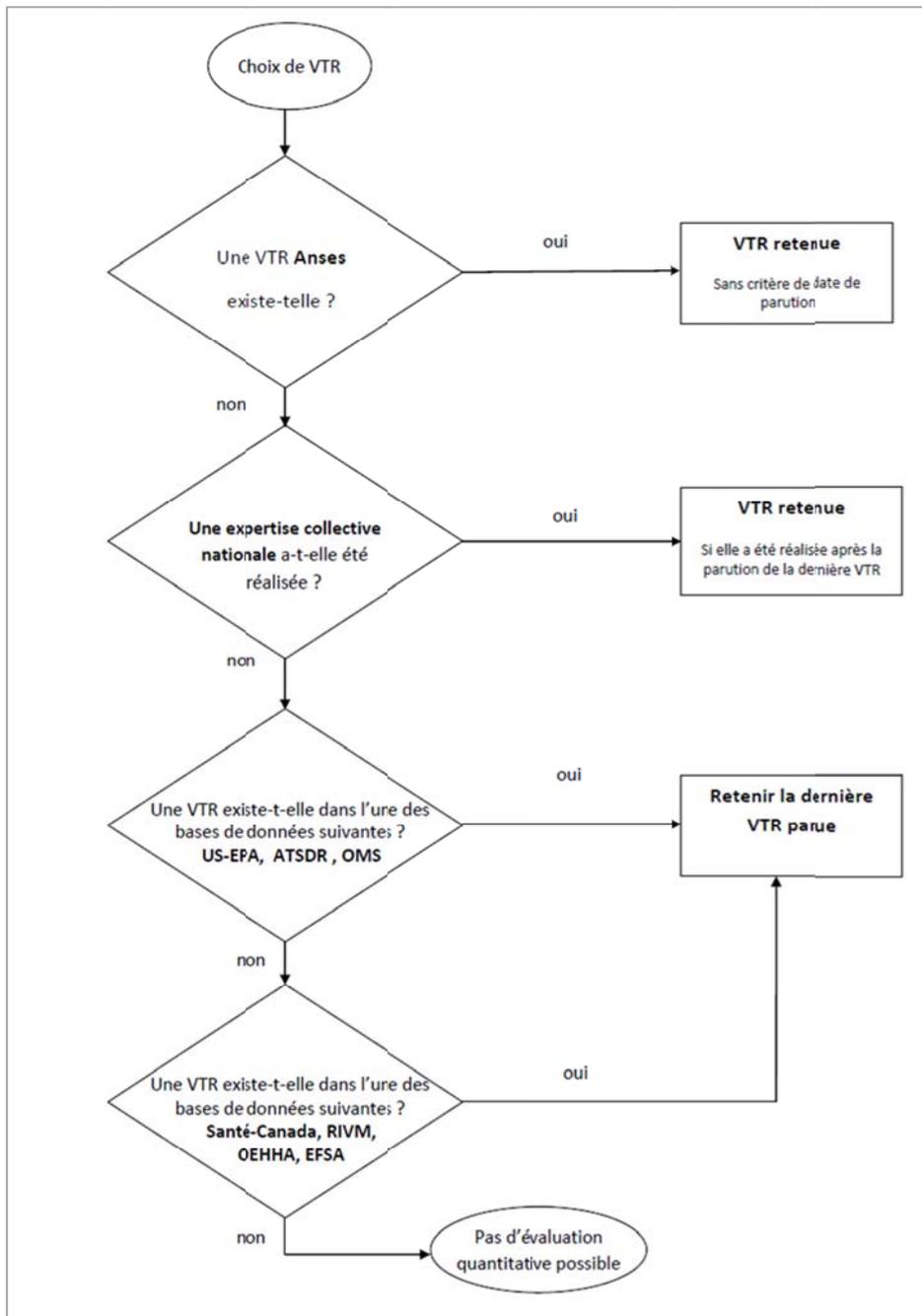


Figure 14 : Logigramme de sélection des VTR

Les VTR retenues sont présentées dans le tableau 4.

Tableau 4 : VTR retenues pour une exposition par inhalation

Substances	INHALATION	
	Valeur de référence effets à seuil	Valeur de référence effets sans seuil
Hydrocarbures C10-C16	Aliphatiques : 1 mg/m <sup>3</sup> Aromatiques : 0.2 mg/m <sup>3</sup> (TPHCWG, 1999)	-
Naphtalène	0.037 mg/m <sup>3</sup> (ANSES, 2013)	0,0056 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup> (ANSES, 2013)
Ethylbenzène	1.5 mg/m <sup>3</sup> (ANSES, 2016)	0.0025 (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup> (OEHHA, 2009)
Xylènes totaux	0,87 mg/m <sup>3</sup> (RIVM, 2001)	-

## 5 – Evaluation des expositions

### 5.1 – Définition du budget espace-temps

Le scénario d'exposition retenu correspond à un usage futur sensible de type lieu d'habitation (maisons individuelles, logements collectifs ou bâtiment socio-éducatif).

Les cibles considérées sont les familles vivant dans les habitations (adultes, enfants, personnes âgées) et pouvant être exposées de manière chronique.

La durée d'exposition retenue est de 30 ans et par convention, on considère que la fréquence d'exposition pendant cette durée est de 365 jours par an.

Dans l'évaluation des risques sanitaires, on considère que les 6 premières années d'exposition se rapportent à une cible de type « enfant » et les 24 années suivantes à une cible de type « adulte ».

En semaine, les personnes de plus de 6 ans passent 9 heures hors du site d'exposition (au travail, en classe, dans les transports,...) tandis que le week-end ils sont présents en continu sur le site, soit à l'intérieur de leur habitation, soit en plein air.

Les enfants de moins de 6 ans sont supposés présents sur le site en continu tous les jours.

Le budget espace-temps retenu dans les calculs des risques sanitaires est présenté dans le tableau 5.

Tableau 5 : Budget espace-temps

Paramètres du budget espace-temps		Adulte	Enfant
			
T	Durée d'exposition	30 ans	6 ans
F	Fréquence d'exposition Nombre annuel de jours d'exposition ramené au nombre total annuel de jours	365 jours/an F = 1	365 jours/an F = 1
ti intérieur	Hiver	14 h/jour 5 j/7 23 h/jour 2 j/7	23 h/jour 7j/7
	Eté	12 h/jour 7j/7	16 h/jour 7j/7
	Fraction du temps d'exposition pendant une journée	14,3 h/jour ti = 0,60	19,5 h/jour ti = 0,81
ti extérieur	Hiver	1 h/jour 7 j/7	1 h/jour 7j/7
	Eté	3 h/jour 5j/7 12 h/jour 2j/7	8 h/jour 7j/7
	Fraction du temps d'exposition pendant une journée	3,3 h/jour ti = 0,14	4,5 h/jour ti = 0,19

## 5.2 – Exposition par inhalation (air intérieur)

Lorsqu'une pollution est présente sous un bâtiment, les polluants volatils peuvent s'introduire à l'intérieur du bâtiment via les fondations à partir des sols ou de la nappe présentant une pollution résiduelle. Le transfert de ces polluants peut être estimé à l'aide du module AIR INTERIEUR basé sur les équations du modèle de Johnson & Ettinger (US EPA, 2004 ; Johnson et al., 1991).

La diffusion entraîne les polluants à travers le sol jusqu'à la zone d'influence du bâtiment où le phénomène convectif intervient (figure 15). Le mouvement convectif, dû à une différence de pression entre l'air du sol et l'air intérieur des bâtiments (occasionnée par la combinaison du vent, du chauffage et des mécanismes de ventilation), transporte les vapeurs par les fissures des fondations et de la dalle béton.

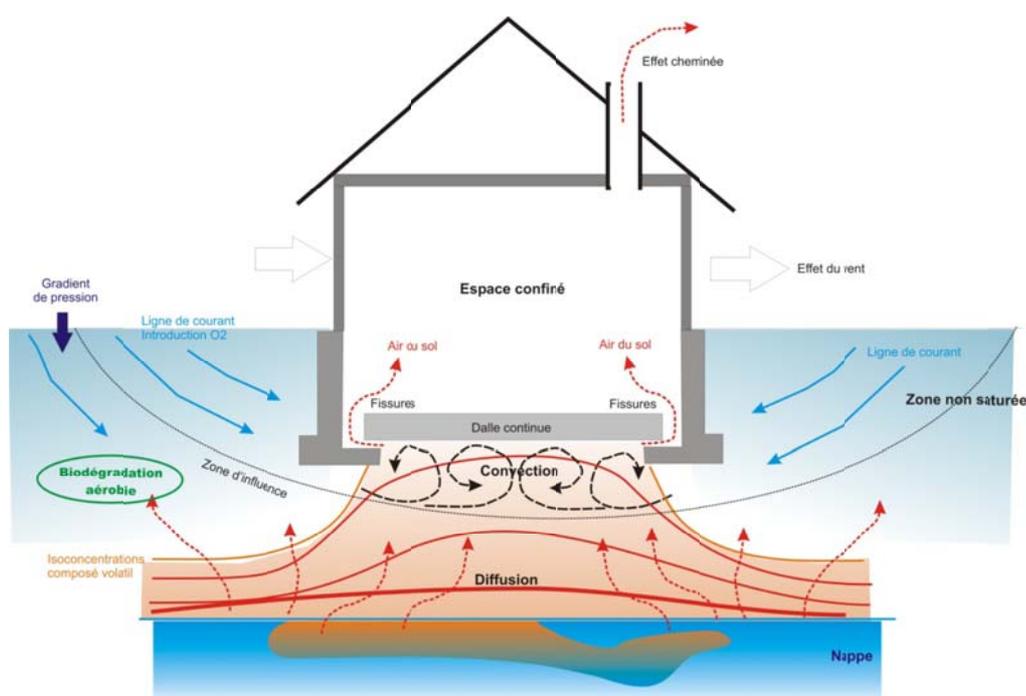


Figure 15 : Schéma de principe du modèle Johnson & Ettinger

Le module permet le calcul des concentrations gazeuses attendues dans l'air d'un bâtiment à partir d'une source sol ou d'une source nappe.

La concentration de la source est définie comme une constante.

Ce module est conçu pour un bâtiment construit sur une dalle (dalle d'un bâtiment de plain-pied ou dalle d'un sous-sol).

Ce module permet ensuite de calculer les niveaux d'exposition en moyenne annuelle et le niveau d'exposition moyen sur la durée d'exposition. Ces grandeurs servent au calcul des risques chroniques.

Pour la voie respiratoire, la dose d'exposition est généralement remplacée par la concentration inhalée. La concentration moyenne inhalée par jour est calculée de la façon suivante :

$$CI = \left[ \sum (C_i \times t_i) \right] \times F \times \frac{T}{T_m}$$

Avec :

*CI* : concentration moyenne inhalée [mg/m<sup>3</sup>]

*C<sub>i</sub>* : concentration de contaminant dans l'air inhalé pendant la fraction de temps *t<sub>i</sub>* [mg/m<sup>3</sup>]

*t<sub>i</sub>* : fraction du temps d'exposition à la concentration *C<sub>i</sub>* pendant une journée [sans unité]

*F* : fréquence d'exposition - nombre annuel de jours d'exposition ramené au nombre total annuel de jours [sans unité]

*T* : durée d'exposition [années]

*T<sub>m</sub>* : période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée [années]

Les paramètres d'entrée des calculs sont repris dans les tableaux 6 à 8.

Tableau 6 : Propriétés des substances

Paramètres	Unités	Hydrocarbures C10-C16	Naphtalène	Ethylbenzène	Xylènes	Justifications
Concentration au niveau de la source sol	mg/kg	Concentrations maximales observées dans chaque secteur				Hypothèse conservatoire
Coefficient de diffusion dans l'air (Da)	m <sup>2</sup> /s	1.0E-5	7.3E-6	7.5E-6	8.4E-6	Propriétés des substances (INERIS, valeur par défaut du logiciel MODUL'ERS)
Coefficient de diffusion dans l'eau (De)	m <sup>2</sup> /s	1.0E-9	8.0E-10	7.8E-10	1.0E-9	
Coefficient de partage carbone organique-eau (Koc)	l/kg	5011872	1789	241.9	157	
Constante de Henry à température du sol	Pa.m <sup>3</sup> .mol <sup>-1</sup>	1266721	48	820	758	
Masse molaire	g/mol	200	128.18	106	106.16	
Pression de vapeur à température du sol (pv)	Pa	4.864	11	1273	1172	
Température de fusion	K	533.15	353	179.15	226.15	

Tableau 7 : Propriétés du milieu sol

Paramètres	Unités	Valeurs retenues	Justifications
Nature du sol	-	Sables limoneux	Observations de terrain
Epaisseur de la couche 2 de la ZNS	m	0.25	Hypothèse conservatoire (épaisseur probablement plus importante)
Masse volumique des particules du sol	kg/m <sup>3</sup>	2650	Valeur par défaut du logiciel MODUL'ERS
Perméabilité relative du sol à l'air	-	1.0	Hypothèse conservatoire
Perméabilité intrinsèque de la couche 2	m <sup>2</sup>	5.92E-13	Valeur par défaut du modèle Johnson & Ettinger
Porosité de la couche de sol 2	-	0.387	Valeur par défaut du modèle Johnson & Ettinger
Porosité de la couche contenant la source sol	-	0.387	Valeur par défaut du modèle Johnson & Ettinger
Température du sol	K	285.5	Valeur par défaut du logiciel MODUL'ERS
Teneur en carbone organique de la couche contenant la source sol	sans unité	0.002	Hypothèse conservatoire (faible taux de matière organique)
Teneur en eau de la couche contenant la source sol	-	0.103	Valeur par défaut du modèle Johnson & Ettinger
Teneur en eau de la couche de sol 2	-	0.103	Valeur par défaut du modèle Johnson & Ettinger

Tableau 8 : Propriétés du bâtiment

Paramètres	Unités	Valeurs retenues	Justifications
Dépression entre l'intérieur du bâtiment (lieu où a lieu l'émission) et le sol ( $\Delta P$ )	kg/m.s <sup>2</sup>	4	Valeur par défaut du logiciel MODUL'ERS
Epaisseur de la dalle du bâtiment	m	0.12	Valeur par défaut du logiciel MODUL'ERS correspond à l'épaisseur minimale pour une maison
Fraction surfacique occupée par les ouvertures dans la dalle	sans unité	0.0005	Valeur par défaut du logiciel MODUL'ERS
Hauteur du bâtiment	m	2.5	Hauteur classique et valeur par défaut du logiciel MODUL'ERS
Longueur (L) x largeur (l) du bâtiment	m	10 m x 10 m	Plan masse du projet
Profondeur de la surface inférieure de la dalle par rapport à la surface du sol	m	0.12	Dalle à même le sol (bâtiment en rez-de-chaussée)
Taux de renouvellement d'air dans la zone du bâtiment où a lieu l'émission	s <sup>-1</sup>	0.00014	Valeur par défaut du logiciel MODUL'ERS
Viscosité dynamique de l'air	g/cm.s <sup>-1</sup>	1.81E-4	Valeur par défaut du logiciel MODUL'ERS
Fraction annuelle de temps passé à l'intérieur sur le site (enfants)	sans unité	0.81	Budget espace-temps retenu
Fraction annuelle de temps passé à l'intérieur sur le site (adultes)	sans unité	0.60	Budget espace-temps retenu

## 6 – Quantification des risques sanitaires

L'évaluation des risques sanitaires tient compte des niveaux d'exposition auxquels sont soumises les cibles, ainsi que des VTR définies pour chacune des substances. Par conséquent, compte tenu de la classification des substances, deux types d'effets doivent être envisagés : les effets à seuil et les effets sans seuil.

- Effets à seuil (effets déterministes) :

Afin d'estimer le risque pour la santé humaine, pour des substances à seuil, le rapport suivant, dénommé Quotient de Danger (QD) est calculé pour chaque substance :

$$QD = \frac{DJE \text{ ou } CI}{VTR}$$

Avec :

*DJE* : Dose Journalière d'Exposition [mg/kg/j]

*CI* : Concentration moyenne inhalée [mg/m<sup>3</sup>]

*VTR* : Valeur Toxicologique de Référence [mg/kg/j] ou [mg/m<sup>3</sup>]

Selon les préconisations du Ministère en Charge de l'Environnement, le risque est acceptable si :  $QD < 1$ .

Pour les effets à seuil, l'additivité des Quotients de Danger (QD) doit être réalisée uniquement pour les substances ayant le même mécanisme d'action toxique sur le même organe cible. Cependant, en première approche, pour évaluer le risque global lié aux effets à seuil, les QD des différentes substances seront additionnés, sans tenir compte du type d'effet ni de l'organe cible. Le risque ainsi calculé sera maximisé.

- Effets sans seuil (effets probabilistes) :

Afin d'estimer l'excès de risque individuel (ERI) pour la santé humaine, le produit suivant est calculé pour chaque substance :

$$ERI_{subst.} = DJE \text{ ou } CI \times VTR$$

Avec :

*DJE* : Dose Journalière d'Exposition [mg/kg/j]

*CI* : Concentration moyenne inhalée [mg/m<sup>3</sup>]

*VTR* : Valeur Toxicologique de Référence [(mg/kg/j)<sup>-1</sup>] ou [(mg/m<sup>3</sup>)<sup>-1</sup>]

Selon les préconisations du Ministère en Charge de l'Environnement, le risque est acceptable si :  $ERI_{subst.} < 10^{-5}$

Cela signifie que, dans le cas de substances cancérigènes, l'exposition à une substance toxique ne doit pas générer plus d'un cas de cancer supplémentaire pour 100 000 cas de cancers observés, et ce pour une exposition de vie entière.

Pour les effets sans seuil, l'additivité des ERI doit être réalisée sur l'ensemble des substances afin d'évaluer le risque global.

Le tableau 9 présente une synthèse des indicateurs de risque pour une exposition par inhalation d'air intérieur.

Tableau 9 : Evaluation de l'exposition par inhalation d'air intérieur

Substances	Zone n°1			Zone n°2			Zone n°3		
	QD Enfants	QD Adultes	ERI Vie entière	QD Enfants	QD Adultes	ERI Vie entière	QD Enfants	QD Adultes	ERI Vie entière
	Effets à seuil	Effets à seuil	Effets sans seuil	Effets à seuil	Effets à seuil	Effets sans seuil	Effets à seuil	Effets à seuil	Effets sans seuil
Hydrocarbures C10-C16	6.95E-2	5.15E-2	x	2.06E-1	1.53E-1	x	7.48E-1	5.54E-1	x
Naphtalène	-	-	-	7.23E-3	5.35E-3	6.42E-7	2.98E-2	2.20E-2	6.42E-6
Ethylbenzène	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Xylènes totaux	-	-	x	-	-	x	-	-	x
	Σ QD Enfant	Σ QD Adulte	Σ ERI Vie entière	Σ QD Enfant	Σ QD Adulte	Σ ERI Vie entière	Σ QD Enfant	Σ QD Adulte	Σ ERI Vie entière
	<b>0.07</b>	<b>0.05</b>	-	<b>0.21</b>	<b>0.16</b>	<b>6.42E-7</b>	<b>0.78</b>	<b>0.58</b>	<b>6.42E-6</b>

Substances	Zone n°4			Zone n°5			Zone n°6		
	QD Enfants	QD Adultes	ERI Vie entière	QD Enfants	QD Adultes	ERI Vie entière	QD Enfants	QD Adultes	ERI Vie entière
	Effets à seuil	Effets à seuil	Effets sans seuil	Effets à seuil	Effets à seuil	Effets sans seuil	Effets à seuil	Effets à seuil	Effets sans seuil
Hydrocarbures C10-C16	2.82E-1	2.09E-1	x	5.11E-1	3.79E-1	x	5.30E-1	3.93E-1	x
Naphtalène	7.86E-3	5.82E-3	6.98E-7	9.14E-3	6.77E-3	8.11E-7	4.67E-3	3.46E-3	4.15E-7
Ethylbenzène	-	-	-	5.91E-3	4.38E-3	9.50E-6	-	-	-
Xylènes totaux	6.02E-3	4.46E-3	x	9.27E-2	6.87E-2	x	-	-	X
	Σ QD Enfant	Σ QD Adulte	Σ ERI Vie entière	Σ QD Enfant	Σ QD Adulte	Σ ERI Vie entière	Σ QD Enfant	Σ QD Adulte	Σ ERI Vie entière
	<b>0.30</b>	<b>0.22</b>	<b>6.98E-7</b>	<b>0.62</b>	<b>0.46</b>	<b>1.03E-05</b>	<b>0.54</b>	<b>0.40</b>	<b>4.15E-7</b>

Selon les hypothèses de calcul retenues, les risques sanitaires liés à l'inhalation d'air à l'intérieur des bâtiments seraient non significatifs pour les substances à effet de seuil (QD) et uniquement significatif en zone n°5 pour les substances à effet sans seuil (ERI).

Les substances contribuant majoritairement à l'élévation du niveau de risques sont les suivantes (figures 16 et 17) :

- les hydrocarbures pour les substances à effet de seuil,
- l'éthylbenzène pour les substances à effet sans seuil.

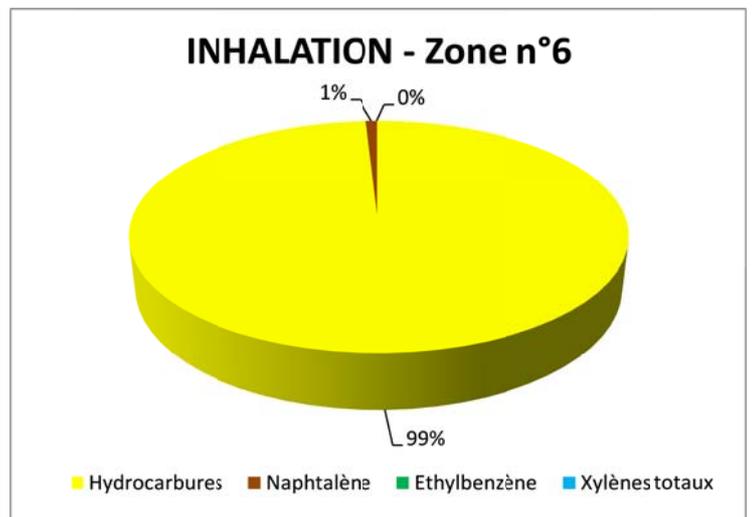
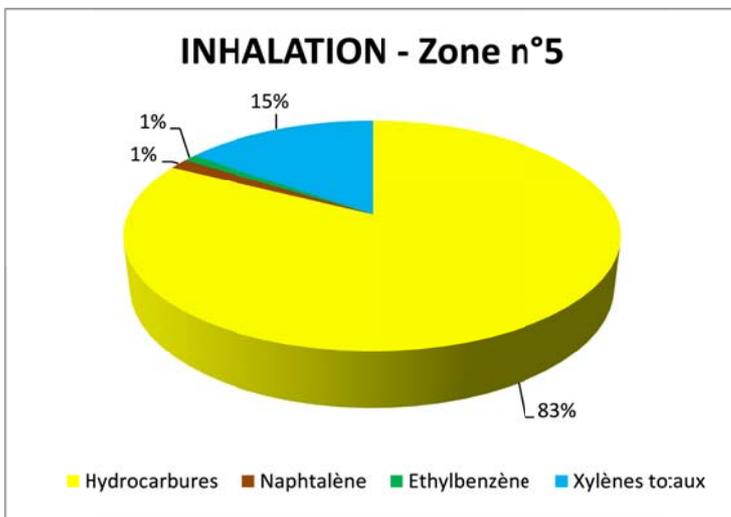
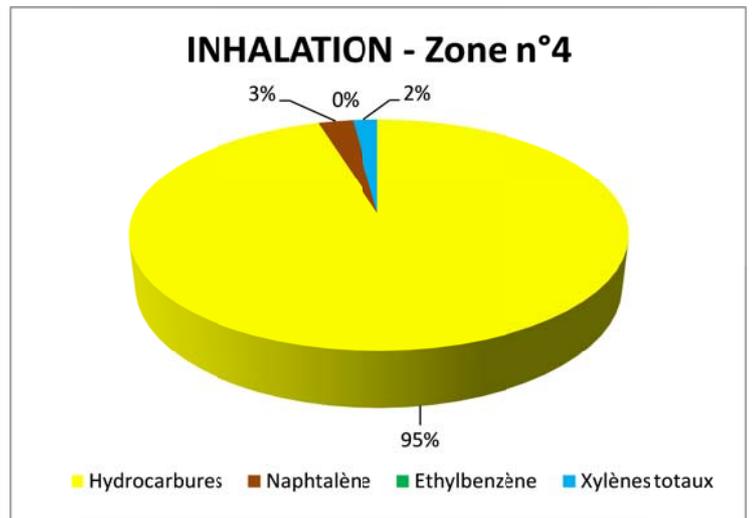
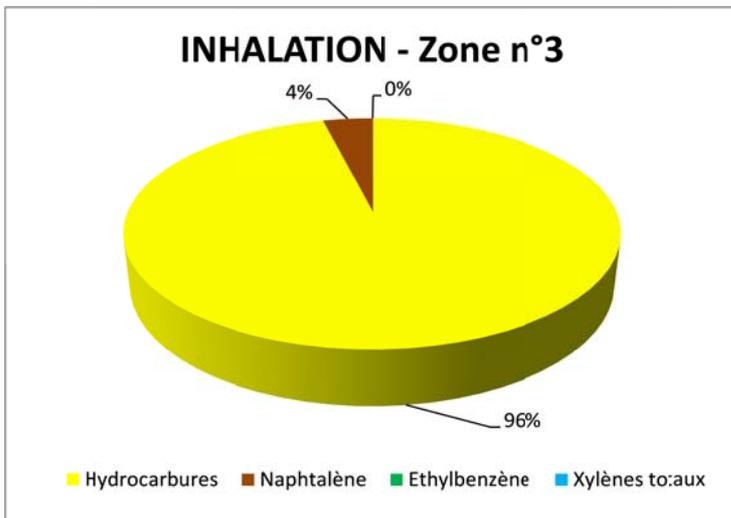
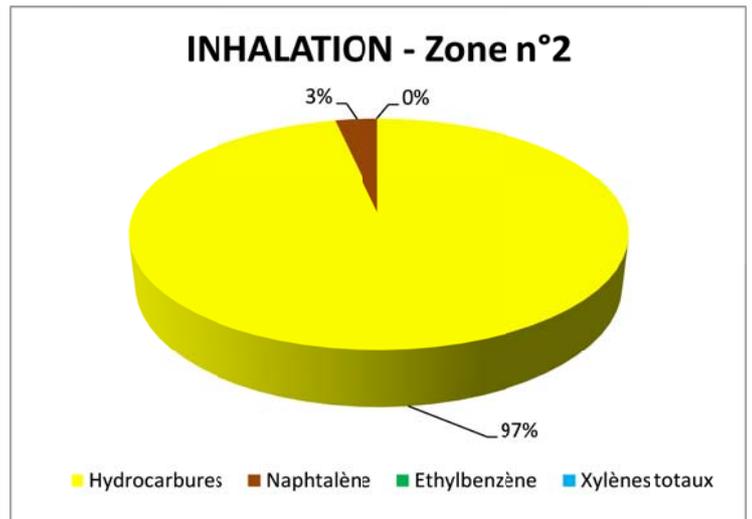
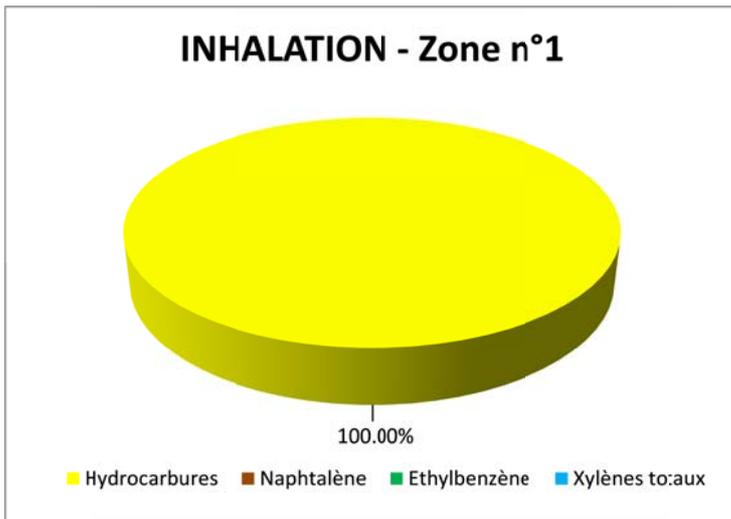


Figure I6 : Contribution des substances pour l'ingestion de sol (QD - effets à seuil)

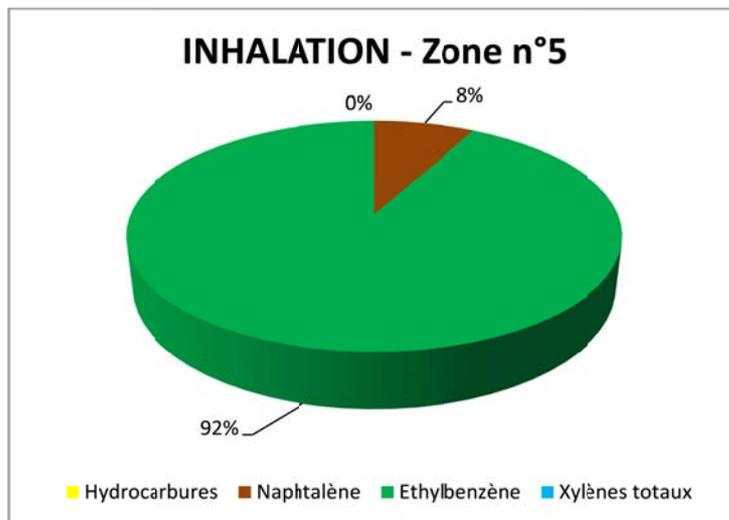


Figure 17 : Contribution des substances pour l'ingestion de sol (ERI - effets sans seuil)

## 7 – Evaluation des incertitudes et de la sensibilité

### 7.1 – Paramètres d'exposition

Le budget espace-temps est relativement conservatoire.

Les fréquences et durées d'exposition pour les usagers du site correspondent aux données proposées par l'INERIS pour un scénario sensible (résidentiel avec potager). Ces hypothèses sont réalistes et sécuritaires,

### 7.2 – Paramètres relatifs aux substances

Les propriétés physico-chimiques retenues dans les calculs sont extraites des fiches INERIS de données toxicologiques et environnementales associées à chaque substance.

Pour les fractions d'hydrocarbures, les propriétés mentionnées par le TPHCWG ont été utilisées (tableau 10).

Tableau 10 : Fractions d'hydrocarbures et paramètres physico-chimiques associés

Equivalent Carbon Number	Solubility (mg/L)	Vapor Pressure (atm)	log K <sub>oc</sub> (c/c)	Boiling Point (°C)	Henry's Law Constant (cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup> )	Molecular Weight (g/mole)	Diffusivity in air (cm <sup>2</sup> /s)	Diffusivity in water (cm <sup>2</sup> /s)
<b>Aliphatic Fractions</b>								
>5-6	3.6E+01	3.5E-01	2.9E+00	5.1E+01	3.3E+01	8.1E+01	1.0E-01	1.0E-05
>6-8	5.4E+00	6.3E-02	3.6E+00	9.6E+01	5.0E+01	1.0E+02	1.0E-01	1.0E-05
>8-10	4.3E-01	6.3E-03	4.5E+00	1.5E+02	8.0E+01	1.3E+02	1.0E-01	1.0E-05
>10-12	3.4E-02	6.3E-04	5.4E+00	2.0E+02	1.2E+02	1.6E+02	1.0E-01	1.0E-05
>12-16	7.6E-04	4.8E-05	6.7E+00	2.6E+02	5.2E+02	2.0E+02	1.0E-01	1.0E-05
>16-21	2.5E-06	1.1E-06	8.8E+00	3.2E+02	4.9E+03	2.7E+02	1.0E-01	1.0E-05
<b>Aromatic Fractions</b>								
>5-7 (benzene)	1.8E+03	1.3E-01	1.9E+00	8.0E+01	2.3E-01	7.8E+01	1.0E-01	1.0E-05
>7-8 (toluene)	5.2E+02	3.8E-02	2.4E+00	1.1E+02	2.7E-01	9.2E+01	1.0E-01	1.0E-05
>8-10	6.5E+01	6.3E-03	3.2E+00	1.5E+02	4.8E-01	1.2E+02	1.0E-01	1.0E-05
>10-12	2.5E+01	6.3E-04	3.4E+00	2.0E+02	1.4E-01	1.3E+02	1.0E-01	1.0E-05
>12-16	5.8E+00	4.8E-05	3.7E+00	2.6E+02	5.3E-02	1.5E+02	1.0E-01	1.0E-05
>16-21	6.5E-01	1.1E-06	4.2E+00	3.2E+02	1.3E-02	1.9E+02	1.0E-01	1.0E-05
>21-35	6.6E-03	4.4E-10	5.1E+00	3.4E+02	6.7E-04	2.4E+02	1.0E-01	1.0E-05

Source : TPHCWG, Vol. 3

### 7.3 – Paramètres relatifs à la source de pollution

Les teneurs relevées dans les remblais ont été supposées présentes à environ 25 cm de profondeur sous la dalle du bâtiment pour l'évaluation des risques liés à l'inhalation d'air intérieur (remontées de substances volatiles).

En première approche, les calculs de risques prennent en compte la teneur maximale observée pour chaque substance dans la zone considérée (approche sécuritaire).

Pour lever les incertitudes relatives à la source de pollution, il conviendrait de disposer de données précises sur la qualité des sols et des gaz du sol pour chaque lot sur la base d'un Avant-projet détaillé.

Ces données permettraient de s'affranchir de l'application d'un modèle de transfert entre les sols et l'air du sol.

### 7.4 – Paramètres spécifiques pour l'inhalation d'air intérieur

Les hypothèses de calculs retenues sont sécuritaires :

- l'évaluation sanitaire tient compte uniquement des substances volatiles relevées dans les sols. Des incertitudes subsistent sur la présence éventuelle d'autres substances non identifiées et recherchées dans le cadre du diagnostic,
- les calculs de risques prennent en compte la teneur maximale observée pour chaque substance détectée dans la zone considérée,
- le dimensionnement de l'espace clos correspond approximativement à l'emprise des futurs bâtiments du projet avec une hauteur sous plafond de 2,5 m,
- l'épaisseur de la dalle béton considérée est réaliste (12 cm) et correspond à la valeur par défaut du logiciel MODUL'ERS,
- la profondeur de la source de pollution est sécuritaire (0,25 m) sachant que le bâtiment comprendra la dalle béton mais également une couche d'isolant et une couche de concassés,
- la nature des sols considérée est réaliste (faciès sablo-limoneux présentant une porosité totale de 0,387),
- la teneur en eau du sol retenue est la plus pénalisante (0,103) et inférieure à celle déterminée à partir de la matière sèche des échantillons de sol,
- la teneur en matière organique (foc) retenue est relativement pénalisante (0,002).

### 7.5 – Cumuls des indices de risques

Tous les QD et ERI ont été sommés. La sommation est justifiée pour les effets sans seuil car il s'agit de substances cancérigènes.

Pour les effets à seuil, ce n'est justifié qu'en première approche. La sommation des QD doit normalement se faire pour les substances ayant le même mode d'action sur le même organe cible.

Nous précisons toutefois que le dépassement des niveaux de risques est dû à une seule substance. De ce fait, la sommation ne modifie en rien le résultat.

## I – Rappel de la méthodologie

Le Plan de Gestion a pour objectif de rendre le site compatible avec les usages envisagés en intégrant les spécificités du site et de son environnement, les caractéristiques du projet de réaménagement ainsi que les différentes options de réhabilitation.

Le Plan de Gestion permet d'agir aussi bien sur l'état du site et des milieux (par des actions sur les sources de pollution ou des aménagements appropriés visant à réduire les possibilités de mise en contact avec les pollutions) que sur les usages du site.

La mise au point d'un Plan de Gestion est basée sur un processus progressif et itératif entre :

- la connaissance des milieux et de leur état, des populations concernées et des ressources naturelles à protéger ainsi que le choix des usages dans le cas d'un projet de réhabilitation,
- les contraintes réglementaires,
- les mesures de maîtrise des sources de pollution et les mesures de maîtrise des impacts,
- le devenir et la gestion des terres excavées,
- les différentes mesures de gestion : les actions de réhabilitation (excavation, traitement sur site ou hors site), les mesures de confinement, les possibilités de régénération ou d'atténuation naturelle, les mesures constructives actives ou passives,
- les outils de conservation de la mémoire de l'état du site,
- l'instauration de servitudes ou de restrictions d'usage,
- le contrôle et le suivi de l'efficacité des mesures de gestion.

L'objectif du bilan « coûts-avantages » 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.

Cette approche doit permettre, parmi les différentes options de gestion possibles, de valider un Plan de Gestion tout en veillant à rechercher par ordre de priorité :

- les mesures qui permettent l'élimination des sources de pollution compte tenu des techniques disponibles et de leurs coûts économiques,
- les mesures qui conduisent à supprimer de façon pérenne les possibilités de contact entre les pollutions (terres, vapeurs,...) et les personnes, si les mesures précédentes sont impossibles ou insuffisantes.

Les perspectives de développement durable et de bilan environnemental global doivent également être prises en considération pour arbitrer entre les différentes options possibles de gestion.

## 2 – Définition de la zone impactée

L'Évaluation Quantitative des Risques Sanitaires a mis en évidence des risques potentiels uniquement dans un seul sondage (Sondage S16) de la zone n°5 et uniquement pour une substance : l'Éthylbenzène dont la teneur est légèrement au-dessus de la limite de quantification.

La figure 18 présente la localisation du spot de pollution aux BTEX relevé dans les sols.

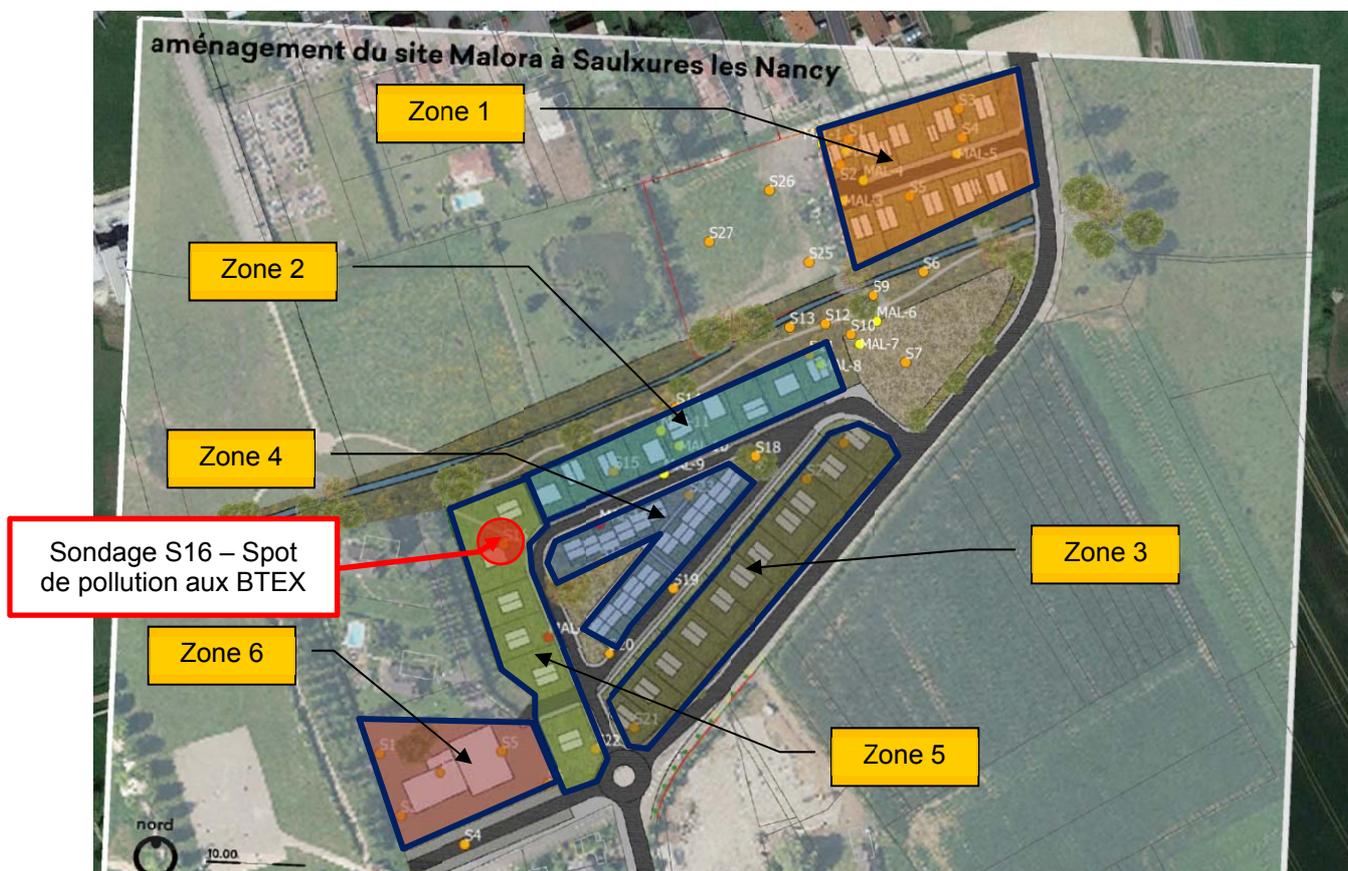


Figure 18 : Localisation du spot de pollution aux BTEX relevé (Sondage S16)

Il est rappelé également que l'EQRS n'a été mise en œuvre que sur la base des données acquises sur les sols et non pas sur la base de piézair d'où une approche pénalisante.

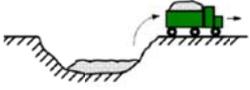
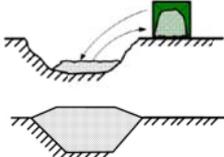
Nous précisons également que la stratégie des investigations a été élaborée sans disposer au préalable du plan d'aménagement. De ce fait, les données sur les milieux pour chaque typologie d'occupation future des sols et pour chaque lot sont de fait incomplètes.

### 3 – Mesures de traitement / de gestion proposées

#### 3.1 – Présélection des techniques de réhabilitation et de gestion

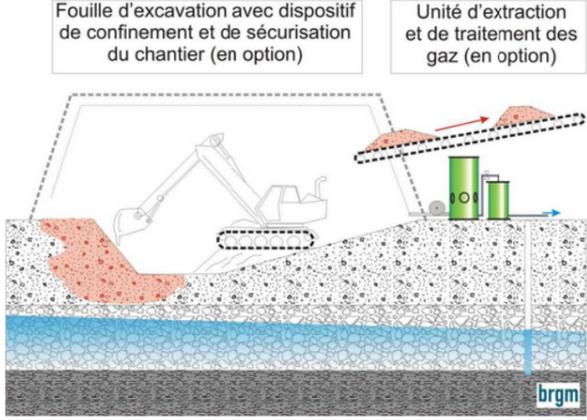
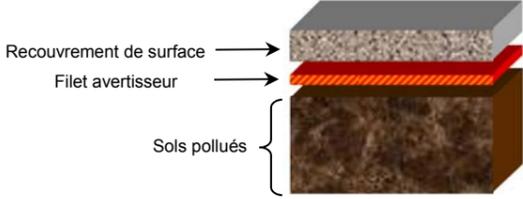
En complément des mesures déjà prévues dans le projet et en l'absence de données sur la qualité des gaz du sol, une présélection des techniques de réhabilitation applicables au spot de pollution est présentée dans le tableau II et s'appuie sur la base de données SELECDEPOL du BRGM et de l'ADEME.

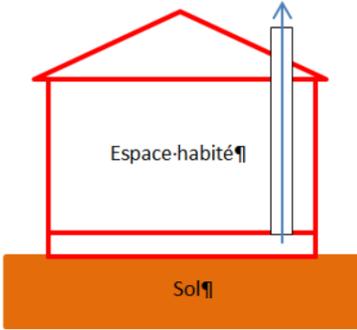
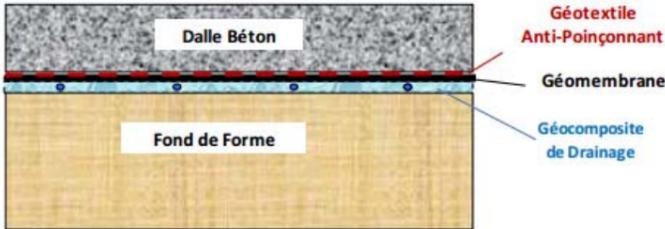
Tableau II : Présélection des techniques de réhabilitation et de gestion

Emprise	Type de polluants	Hors site – Ex situ	Sur site	In situ
				
Jardins potagers et espaces verts	HCT hydrocarbures volatils, COHV, métaux lourds	Elimination en centres de stockage de déchets (ISDI ou ISDND)	Confinement	
Bâtiments	HCT hydrocarbures volatils, COHV, métaux lourds	Elimination en centres de stockage de déchets (ISDI ou ISDND)	Confinement	Vide sanitaire / drainage des gaz sous dalle, au niveau des habitations

Les tableaux I2 présentent l'analyse technico-économiques des solutions préconisées.

Tableau 12 : Etude technico-économique des solutions préconisées par la gestion de la pollution

N°	-	Principe	Coûts et délais	Avantages	Inconvénients
N°1	EXCAVATION ET ELIMINATION EN CENTRES DE STOCKAGE DE DECHETS	<p>Le procédé d'excavation est généralement réalisé une fois la source de pollution délimitée via des investigations de terrain et des analyses. Il s'agit de la méthode la plus simple, la plus radicale et la plus rapide pour supprimer une source de pollution. Néanmoins, l'excavation n'est pas une fin en soi, les sols pollués excavés devront faire l'objet d'un traitement/confinement sur ou hors site. Le sol excavé doit être considéré comme un déchet.</p> <p>Hors site, la mise en décharge consiste à diriger les terres polluées dans des Installations de Stockage des Déchets en fonction de leur degré de pollution et de leur potentiel de lixiviation :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Installation de Stockage des Déchets Dangereux (ISDD – classe 1)</li> <li>Installation de Stockage des Déchets Non Dangereux (ISDND – classe 2)</li> <li>Installation de Stockage des Déchets Inertes (ISDI – classe 3)</li> </ul>  <p>Dans notre cas, les sols devront être orientés vers une ISDND ou une ISDI suivant les secteurs.</p>	<p>Excavation : 5 à 50 €/m<sup>3</sup></p> <p>Elimination en décharge (hors taxes et TGAP, coûts d'excavation et de transport non inclus) :</p> <p>ISDD : 80 à 150 €/t de sols</p> <p>ISDND : 40 à 80 €/t de sols</p> <p>ISDI : 5 à 20 €/t de sols</p> <p>Les délais sont relativement courts et identiques à ceux de travaux de terrassement.</p>	<p>+ Technique simple et rapide (solution radicale : suppression de la source de pollution)</p> <p>+ Technique fiable et éprouvée</p> <p>+ L'excavation présente une garantie de résultats : les seuils de dépollution atteints sont aisément contrôlables via les analyses de fonds et de flancs de fouille</p> <p>+ Cette technique est particulièrement utilisée dans le cas de projets nécessitant des excavations générant un excédent de terres (aménagement des fondations, de caves de parkings enterrés)</p> <p>+ Il s'agit d'une technique applicable à de nombreux composés ; elle est particulièrement bien adaptée pour éliminer une source de pollution très concentrée et limitée dans l'espace (hot spot) ou une source de pollution difficilement traitable par d'autres techniques (contaminants récalcitrants, mélange de pollution, concentrations élevées)</p>	<p>- L'excavation ne constitue qu'une phase préliminaire de traitement/réhabilitation</p> <p>- Nécessité de remblayer les excavations, ce qui nécessite la gestion de matériaux propres de remblaiement</p> <p>- Des risques de dispersion de la pollution sont toujours à craindre pendant l'excavation et pendant le transport. Lors de l'excavation, en déstabilisant la structure du sol, on remobilise les polluants qui y sont présents</p> <p>- L'excavation peut, dans certains cas, favoriser la migration des polluants par modification de la mobilité des polluants métalliques (modification des conditions d'oxydoréduction par aération des sols)</p> <p>- Création de nuisances sur les zones avoisinantes (rotations de poids lourds, bruit, poussières, émission de gaz)</p> <p>- Plus la pollution est étendue, plus le volume de terres à excaver est important et les travaux sont difficiles à organiser et à réaliser</p> <p>- Les limites et les délais d'acceptation dans les centres de traitement agréés doivent être pris en compte lors de la conception du chantier</p> <p>- Les risques typiques des terrassements doivent être considérés (risques d'explosion, risques d'endommagement d'infrastructures enterrées, risques de chute de personnes dans la fouille, effondrement des parois de la fouille ...)</p> <p>- Nécessité d'un suivi du chantier sur les parois et les fonds d'excavation</p>
N°2	CONFINEMENT SUR SITE	<p>Cette technique alternative est basée sur la maîtrise des voies de transfert de la pollution. Elle permet de supprimer le contact direct entre les personnes potentiellement présentes sur site et les sols pollués.</p> <p>L'isolation de surface pourra correspondre à une couverture multicouche terreuse d'une perméabilité supérieure ou égale à 10<sup>-6</sup> m/s, peu performante vis-à-vis des infiltrations d'eau mais idéalement adaptée pour les sites devant faire l'objet d'un confinement vis-à-vis du contact direct et de l'ingestion de sols souillés.</p> 	<p>Les coûts de traitement sont très variables.</p> <p>A titre indicatif, les coûts pour différents type de couverture sont les suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>couverture avec une couche de 0,3 m de terre végétale : 5-15 €/m<sup>2</sup></li> <li>couverture avec une feuille synthétique (géotextile...) : 3-7 €/m<sup>2</sup></li> <li>couverture béton : 75-100 €/m<sup>2</sup></li> <li>couverture asphalte : 30-60 €/m<sup>2</sup></li> <li>couche externe 1 m de terre : 7-15 €/m<sup>2</sup></li> <li>geomembrane PEHD 2 mm : 7-15 €/m<sup>2</sup></li> </ul> <p>Plus généralement, le prix d'un confinement par :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>couverture non étanche (hors végétalisation) (épaisseur &lt; 0,6m) atteint 5 à 20 €/m<sup>2</sup> de couverture,</li> <li>confinement par couverture et étanchéification (épaisseur &lt; 1m) atteint 30 à 60 €/m<sup>2</sup> de couverture.</li> </ul> <p>Les délais de réalisation sont relativement courts et identiques à ceux de travaux de terrassement.</p>	<p>+ Le procédé permet de confiner un très grand nombre de polluants</p> <p>+ Ce dispositif est plutôt adapté pour de très gros volumes</p> <p>+ Technique éprouvée ayant démontré une grande fiabilité et des résultats extrêmement significatifs</p> <p>+ Compétitivité en termes de coût et de performance pour des volumes importants et des composés récalcitrants (le rapport qualité/prix est généralement intéressant)</p> <p>+ Bilan environnemental favorable (pas d'encombrement des décharges, limitation des transports de terres polluées,...)</p> <p>+ Fiabilité</p>	<p>- Les pollutions ne sont pas détruites et restent en place : aucune action n'est réalisée sur le volume et la toxicité des déchets. La seule action est relative à la réduction importante du transfert de pollution (pollution maîtrisée mais toujours présente)</p> <p>- Il est primordial de garder la mémoire de la pollution (actes notariés, livre foncier, POS ou PLU, règlement de co-propriété,...) et d'instaurer des restrictions d'usage</p> <p>- Il est nécessaire de réaliser un suivi à long terme</p> <p>- Il est nécessaire d'entretenir le confinement afin d'assurer la pérennité de son bon fonctionnement (endommagement du confinement dû au gel/dégel, tassement différentiel, passage d'engins, dessiccation, attaque de rongeurs, végétation, ...)</p> <p>- Il est nécessaire de tenir compte des exigences de suivi dans le temps (servitudes ...)</p>

N°	-	Principe	Coûts et délais	Avantages	Inconvénients
N°3	VIDE SANITAIRE VENTILE / DRAINAGE DES GAZ SOUS DALLE	<p>Le vide sanitaire ventilé consiste à empêcher les composés volatils de s'accumuler dans l'air intérieur (zone habitable) des bâtiments. Ces composés s'accumulent au niveau du vide sanitaire et sont rejetés en toiture (hors de la zone de respiration des occupants)</p>  <p>Le système de drainage des gaz sous dalle consiste à récupérer les gaz nocif s'accumulant sous la dalle dans des drains afin de les évacuer en toiture.</p> 	<p>Le coût est très variable en fonction de la nature des terrains, de la hauteur de vide sanitaire souhaitée et la superficie considérée notamment.</p> <p>Le coût peut cependant être estimé entre 75 et 150 €/m².</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Le procédé permet de confiner un très grand nombre de polluants</li> <li>+ Le dégazage progressif permet l'atténuation naturelle de la pollution</li> <li>+ Ce dispositif est plutôt adapté pour des pollutions diffuses</li> <li>+ Technique éprouvée ayant démontré une grande fiabilité et des résultats extrêmement significatifs</li> <li>+ Compétitivité en termes de coût et de performance pour des volumes importants et des composés récalcitrants (le rapport qualité/prix est généralement intéressant)</li> <li>+ Bilan environnemental favorable (pas d'encombrement des décharges, limitation des transports de terres polluées,...)</li> <li>+ Fiabilité</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les pollutions ne sont pas détruites et restent en place : aucune action n'est réalisée sur le volume et la toxicité des sols. La seule action est relative à la réduction importante du transfert de pollution (pollution maîtrisée mais toujours présente)</li> <li>- Il est primordial de garder la mémoire de la pollution (actes notariés, livre foncier, POS ou PLU, règlement de co-propriété,...) et d'instaurer des restrictions d'usage</li> <li>- Il est nécessaire d'entretenir les installations afin d'assurer la pérennité de son bon fonctionnement</li> </ul>

## Schéma conceptuel prenant en compte les mesures de gestion

### I – Rappel des mesures de gestion proposées dans le cadre du pré-Plan de gestion

Au regard du projet d'aménagement et uniquement sur la base des résultats acquis sur l'état des milieux, les mesures de gestion pourraient être les suivantes :

- **Solution n°1** : Suppression définitive du spot de pollution aux BTEX relevé dans le sondage S16 de la Zone 5,
- **Solution n° 2** : Mise en place de vides sanitaires ventilés au droit des habitations qui seraient implantés au droit du sondage S16 de la Zone 5,
- **Solution n° 3** : Confinement sur site de l'ensemble des terres excavées.

### 2 – Bilan coût-avantage préliminaire relatif au spot de pollution aux BTEX au sondage S16 de la zone 5

Concernant le spot de pollution aux BTEX relevé dans la Zone 5, deux solutions seraient envisageables dans la mesure où une maison individuelle y serait implantée :

- Solution n°1 : Suppression du spot en ISDND dont le volume est estimé à 30 m<sup>3</sup> (Surface de 9 m<sup>2</sup> sur une profondeur de 3 à 3.5 m), soit environ 60 tonnes,
- Solution n° 2 : Mise en place d'un vide sanitaire.

#### 2.1 – Solution n°1

Le tableau 13 présente les coûts unitaires pour l'émination du spot de pollution (extrait Guide BRGM – « Quelles techniques pour quels traitements – Analyse coûts –bénéfices » - Juin 2010).

	Coûts unitaires en € HT Hors TGAP			unités
	Valeur basse	Valeur haute	Moyenne	
Coût Transport			10	€/km/camion
Terrassement/chargement	5	50	27.5	€/m <sup>3</sup>
Elimination en ISDND	40	80	60	€/T
Remblaiement par des matériaux sains	13	21	17	€/m <sup>3</sup>

Tableau 13 : Coûts unitaires pour l'élimination de terres en ISDND

Le tableau 14 une estimation des coûts, sur cette base et en considérant :

- une densité de 2 pour les sols,
- une distance d'environ 30 km entre le site et l'Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux retenue.

En k€ HT	Valeur basse	Valeur haute	Valeur moyenne
Transport	6	6	6
Chargement	0.15	1.5	0.85
Elimination ISDND	2.4	4.8	3.6
Remblaiement	0.39	0.63	0.5
<b>TOTAL ARRONDI</b>	<b>9</b>	<b>13</b>	<b>11</b>

Tableau 14 : Estimation des coûts pour la mise en décharge du spot de pollution

## 2.2 – Solution n°2

La mise en place d'un vide sanitaire permettrait de supprimer les risques par remontées de vapeurs.

Selon la bibliographie et les données disponibles, les coûts pour la mise en place d'un vide sanitaire seraient de l'ordre de 30 €/m<sup>2</sup> de surface habitable. auquel il convient d'ajouter 2000 € HT de terrassement et de maçonnerie, soit pour une maison de 120 m<sup>2</sup> un coût total de 5600 € HT.

## 2.3 – Bilan comparatif des deux solutions

Mesures de gestion	Coûts estimatifs	Avantages	Inconvénients
Solution n°1 : Evacuation des terres en ISND	Entre 9 et 13 k€ HT pour un spot de pollution de 30 m2	Suppression définitive de la source de pollution	Nécessité d'effectuer un contrôle de fond et de parois de fouille
		Absence de servitudes ou de restrictions d'usage	Impact environnemental avec la circulation des camions
			Coût plus élevé et possibilité d'aléas en termes de volumes
Solution n°2 : Vide sanitaire	Entre 5 et 6 K€ HT	Pas d'impact environnemental	Nécessité de mettre en place une servitude
		Coût limité	

Tableau 15 : Bilan coûts/avantages pour le spot de pollution aux BTEX

A l'examen de ce bilan coûts/avantages, la solution retenue serait la mise en place d'un vide sanitaire. Cette solution pourrait être reproduite en cas de découverte de nouveaux spots lors diagnostics spécifiques à chaque projet.

### 3 – Coûts pour le confinement des terres excavées dans le cadre du projet.

Le projet d'aménagement prévoit la mise en place plusieurs espaces publics dédiés au confinement des terres à excaver, la surface étant de 4544 m<sup>2</sup>.

Le recouvrement de ces secteurs par un grillage avertisseur et par 0.30 m de terre végétale saine aurait un coût compris entre 36 000 € et 100 000 € HT sur la base des prix unitaire suivants :

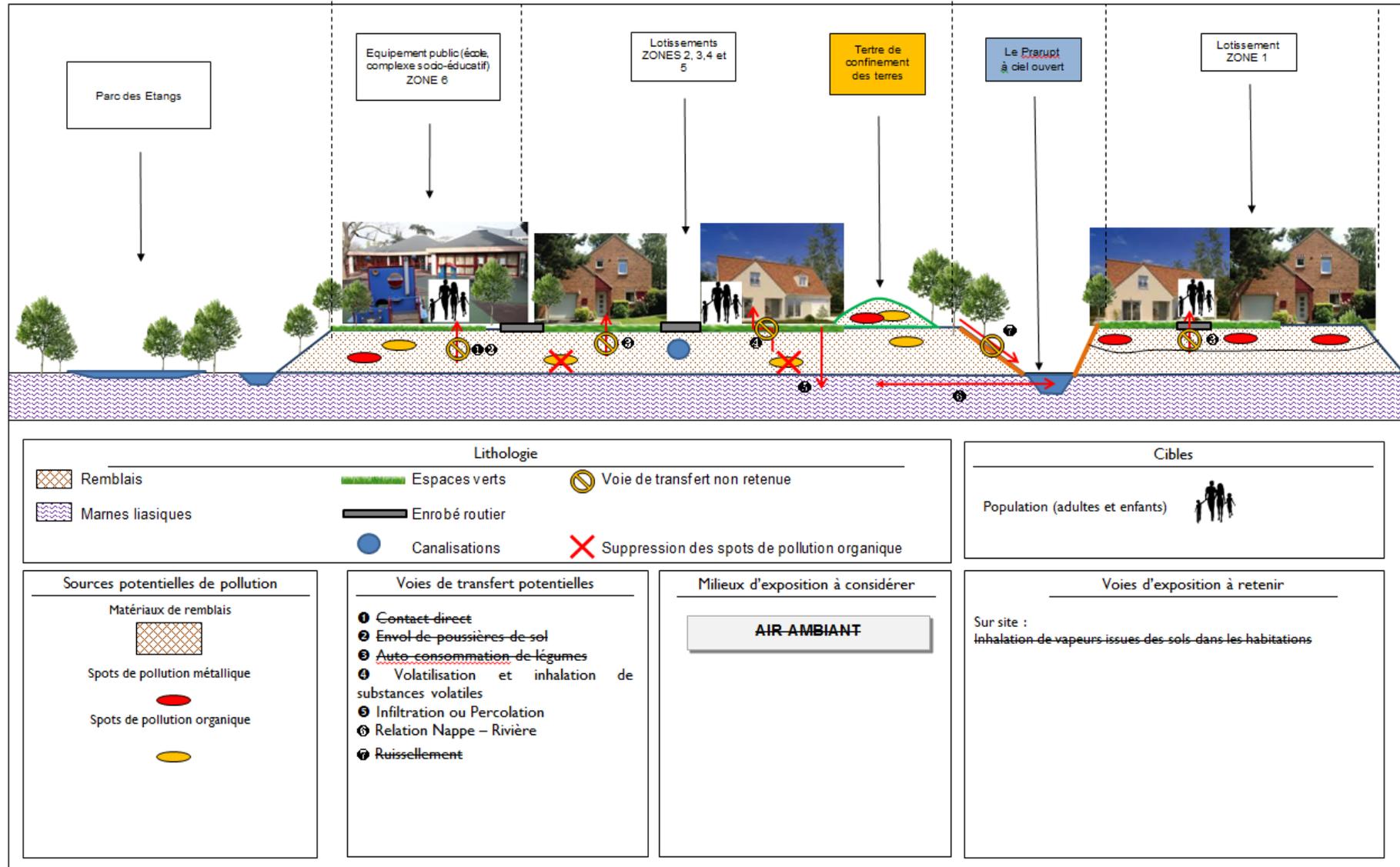
- Grillage avertisseur : entre 3 et 7 €/m<sup>2</sup>,
- Terre végétale (0.30 m) : entre 5 et 15 €/m<sup>2</sup>.

### 4 – Schéma conceptuel et modèle de fonctionnement prenant en compte les mesures de gestion

La figure 19 présente le nouveau Schéma conceptuel prenant en compte la suppression ou la maîtrise des spots de pollution aux substances volatiles relevés dans la zone n°5 et/ou la mise en place de vides sanitaires ventilés.

Dans ce cas de figure, les voies de transfert des polluants vers les cibles sont supprimées et les risques sanitaires maîtrisés.

Figure 19 : Schéma conceptuel du projet prenant en compte les mesures de gestion de la pollution



## 5 – Analyse des Risques Résiduels

A l'issue de la mise en œuvre des mesures du Plan de gestion et selon le guide du Ministère relatif à la démarche d'Analyse des Risques Résiduels, l'objectif d'une réhabilitation est de garantir des expositions résiduelles acceptables et non pas des pollutions résiduelles acceptables.

Le logigramme de la figure 19 ci-dessous illustre la démarche à respecter.

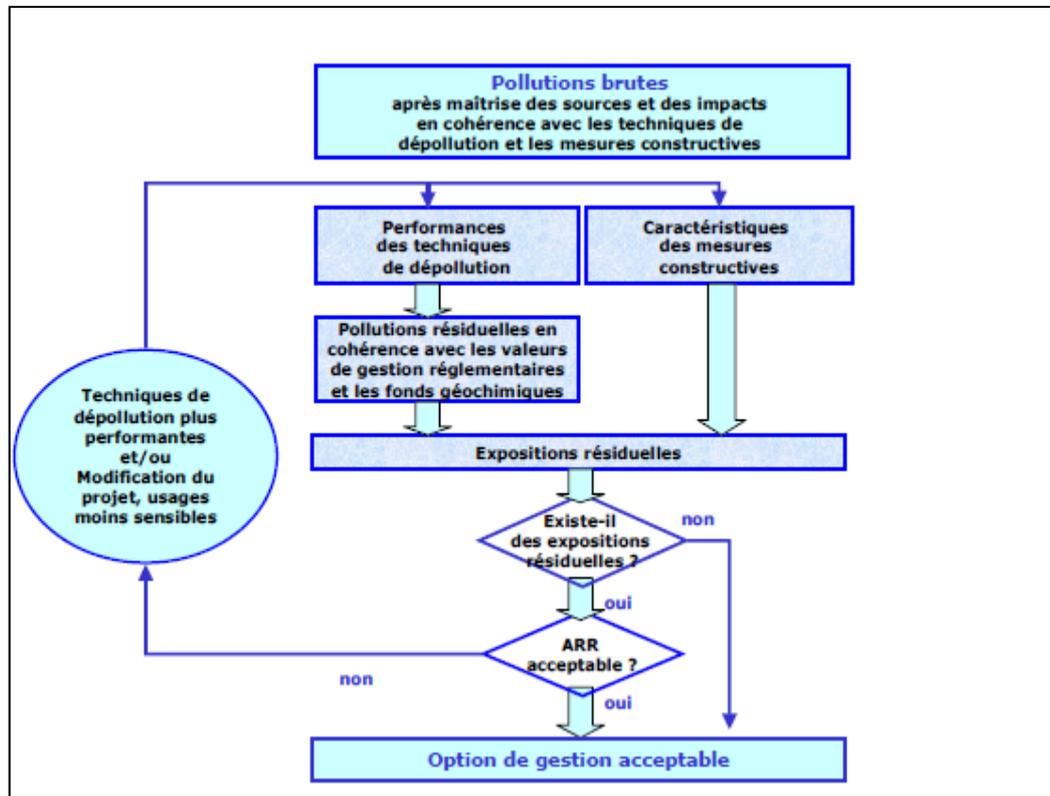


Figure 20 : Démarche de gestion des sources de pollution

Ainsi, une pollution résiduelle ne présente un risque que lorsque les expositions ou les modes de contamination sont possibles (expositions résiduelles).

Le Schéma conceptuel final, élaboré à l'issue de la mise en œuvre des mesures de gestion, permet de mettre en évidence la nécessité ou pas de réaliser une Analyse des Risques Résiduels.

Dans le cas de figure du projet d'aménagement, l'Analyse des Risques Résiduels n'est pas à mettre en œuvre, du fait de l'absence d'expositions résiduelles.

## 6 – Limite de la méthode

Nous rappelons toutefois que ce pré-Plan de Gestion repose sur un programme d'investigations mis en œuvre sans projet d'aménagement précis. En outre, ces investigations ont été limitées aux espaces accessibles et autorisés.

L'échantillonnage du fait de son caractère ponctuel ne permet pas de représenter la totalité des impacts anthropiques (activités et installations humaines ciblées, lors des investigations, en fonction des données disponibles).

Ainsi, dans le cadre de projets (Avant-projets sommaires ou Avant-projets détaillés), l'aménageur devra réaliser des investigations approfondies sur les milieux Sols et Gaz du sol lui permettant de valider un Plan de gestion adapté aux projets.

Pour chacune des 6 zones individualisées, la fourchette des coûts estimés pour la réalisation d'un diagnostic approfondi (Sols et Gaz du sol), d'une EQRS et d'un Plan de Gestion est de 5000 à 10000 € HT.

## Synthèse et recommandations

### I – Synthèse des résultats sur l'état des milieux

Dans le cadre du projet de requalification de l'ancien site MALORA situé sur la commune de SAULXURES, une campagne de reconnaissance des sols a été réalisée sur la base de 27 sondages et de 59 échantillons caractérisés.

Les principaux résultats obtenus sont les suivants :

- les remblais superficiels (notamment entre 0 et 1 m) de la partie Nord-est du site se caractérisent par des anomalies métalliques significatives (Cu, Pb, Zn),
- les remblais de la partie Sud du site se caractérisent par des anomalies en polluants organiques (HCT et HAP),
- les remblais de l'extrémité Sud de la parcelle n°210 par des anomalies métalliques et organiques jugées modérées,
- les tests d'acceptation en Installations de stockage de déchets montrent que les remblais pourraient être évacués en Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux (ISDND) ou en Installation de Stockage de Déchets Inertes de type « 3+).

Ces résultats suggèrent que les anomalies relevées reflètent la nature différente des remblais mis en place lors de la construction des deux ensembles de bâtiments au cours du temps. Ils suggèrent l'absence d'impact significatif des activités passées du site sur les milieux.

Nous rappelons toutefois que certaines parties du site n'ont pu être expertisées pour des raisons d'absence d'autorisations et/ou pour des raisons d'accessibilité.

### 2 – Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS)

L'étude de programmation réalisée par le Groupement Insitu/Nege/Artelia a permis de dégager un plan d'aménagement comprenant des maisons individuelles avec jardin potager, des maisons pour seniors également avec jardin potager et un centre socio-éducatif à l'extrémité Sud du site.

Dans ce scénario, il est prévu le recouvrement des sols nus par 0.30 à 0.50 m de terre végétale saine et plusieurs emprises foncières réservées pour le confinement des terres excavées potentiellement polluées, leur capacité totale étant de 4544 m<sup>2</sup> et de 7870 m<sup>3</sup>.

Sur cette base, le Schéma conceptuel montre qu'il existe un risque potentiel du fait de la présence de substances volatiles à semi-volatiles (HCT C10-C16, naphtalène et solvant) au droit d'un seul sondage (S16) de la zone n°5.

Pour la pollution métallique relevée principalement au Nord, les risques sanitaires sont nuls dans la mesure où les sols seront recouverts.

L'EQRS mise en œuvre avec une marge de sécurité importante (maximalisation des paramètres) montre des risques sanitaires jugés inacceptables par inhalation des substances volatiles au droit des habitations des lots de la zone n°5. Ces risques nécessiteront la mise en œuvre d'un Plan de Gestion qui devra s'appuyer sur un diagnostic approfondi ciblé sur les projets.

### 3 – Pré-Plan de gestion

L'élimination de la totalité des remblais contaminés n'apparaît pas justifiée dans une démarche technico-économique et de développement durable, sur la base des données disponibles.

Sur cette base et du plan d'aménagement validé, les mesures qui pourraient être proposées dans le cadre d'un pré-Plan de Gestion sont :

- soit la suppression du spot de pollution aux substances volatiles identifié au droit du sondage SI6 de la Zone 5,
- soit la mise en place d'un vide sanitaire au droit de l'habitation qui serait construite au droit du SI6.

Le respect de ces mesures permettront de supprimer les risques sanitaires via l'inhalation des substances volatiles.

Le bilan coûts/avantages entre ces deux solutions tend à préconiser la solution du vide sanitaire.

Pour l'ensemble du site, les terres excavées pourront être confinées sur site sur les emprises prévues à cet effet dans le plan d'aménagement. Le recouvrement de ces secteurs par un grillage avertisseur et par 0.30 m de terre végétale saine aurait un coût compris entre 36 000 € et 100 000 € HT sur la base des prix unitaire suivants :

- Grillage avertisseur : entre 3 et 7 €/m<sup>2</sup>,
- Terre végétale (0.30 m) : entre 5 et 15 €/m<sup>2</sup>.

Pour les lots constructibles, il conviendra de prévoir un recouvrement des sols par un grillage avertisseur et par une épaisseur de 0.50 m de terre végétale dont les coûts unitaires sont du même ordre de grandeur que pour les espaces publics.

En cas de volumes trop importants, les terres devront être éliminées hors site en Installations de Stockage de Déchets Inertes (ISDI ou ISDI dite « + ») ou en Installations de Stockage de Déchets Non Dangereux (ISDND). Un plan de terrassement devra être élaboré pour chaque opération dans une démarche technico-économique.

## 4 – Recommandations

Ce pré-Plan de Gestion, étant établi sur un programme d'investigations non ciblé sur le projet détaillé d'aménagement, devra être validé par des prestations complémentaires.

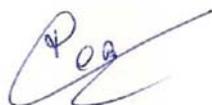
Celles-ci consisteront pour chaque projet et chaque lot en :

- une reconnaissance de la qualité des sols,
- une reconnaissance de la qualité des gaz du sol.

Les résultats de cette reconnaissance permettront de mettre en œuvre une EQRS, de proposer un Plan de gestion à valider éventuellement par une Analyse des Risques Résiduels, ceci dans une démarche itérative.

Compte tenu des scénarios, le coût de ces prestations est évalué entre 5000 et 10000 € HT pour chacune des zones qui ont été délimitées.

**Pascal CORNU**  
Chef d'agence de METZ  
FONDASOL Eau & Environnement



**Mathieu MARSAL**  
Ingénieur Projets  
FONDASOL Eau & Environnement



## Conditions Générales

### 1. Avertissement, préambule

Toute commande et ses avenants éventuels impliquent de la part du co-contractant, ci-après dénommé « le Client », signataire du contrat et des avenants, acceptation sans réserve des présentes conditions générales.

Les présentes conditions générales prévalent sur toutes autres, sauf conditions particulières contenues dans le devis ou dérogation formelle et explicite. Toute modification de la commande ne peut être considérée comme acceptée qu'après accord écrit du Prestataire.

### 2. Déclarations obligatoires à la charge du Client, (DT, DICT, ouvrages exécutés)

Dans tous les cas, la responsabilité du Prestataire ne saurait être engagée en cas de dommages à des ouvrages publics ou privés (en particulier, ouvrages enterrés et canalisations) dont la présence et l'emplacement précis ne lui auraient pas été signalés par écrit préalablement à sa mission.

Conformément au décret n° 2011-1241 du 5 octobre 2011 relatif à l'exécution de travaux à proximité de certains ouvrages souterrains, aériens ou subaquatiques de transport ou de distribution, le Client doit fournir, à sa charge et sous sa responsabilité, l'implantation des réseaux privés, la liste et l'adresse des exploitants des réseaux publics à proximité des travaux, les plans, informations et résultats des investigations complémentaires consécutifs à sa Déclaration de projet de Travaux (DT). Ces informations sont indispensables pour permettre les éventuelles DICT (le délai de réponse est de 15 jours) et pour connaître l'environnement du projet. En cas d'incertitude ou de complexité pour la localisation des réseaux sur domaine public, il pourra être nécessaire de faire réaliser, à la charge du Client, des fouilles manuelles pour les repérer. Les conséquences et la responsabilité de toute détérioration de ces réseaux par suite d'une mauvaise communication sont à la charge exclusive du Client.

Conformément à l'art L 411-1 du code minier, le Client s'engage à déclarer à la DREAL tout forage réalisé de plus de 10 m de profondeur. De même, conformément à l'article R 214-1 du code de l'environnement, le Client s'engage à déclarer auprès de la DDT du lieu des travaux les sondages et forages destinés à la recherche, à la surveillance ou au prélèvement d'eaux souterraines (piézomètres notamment).

### 3. Cadre de la mission, objet et nature des prestations, prestations exclues, limites de la mission

Le terme « prestation » désigne exclusivement les prestations énumérées dans le devis du Prestataire. Toute prestation différente de celles prévues fera l'objet d'un prix nouveau à négocier. Il est entendu que le Prestataire s'engage à procéder selon les moyens actuels de son art, à des recherches consciencieuses et à fournir les indications qu'on peut en attendre. Son obligation est une obligation de moyen et non de résultat au sens de la jurisprudence actuelle des tribunaux. Le Prestataire réalise la mission dans les strictes limites de sa définition donnée dans son offre (validité limitée à trois mois à compter de la date de son établissement), confirmée par le bon de commande ou un contrat signé du Client.

La mission et les investigations éventuelles sont strictement géotechniques et n'abordent pas le contexte environnemental. Seule une étude environnementale spécifique comprenant des investigations adaptées permettra de détecter une éventuelle contamination des sols et/ou des eaux souterraines.

Le Prestataire n'est solidaire d'aucun autre intervenant sauf si la solidarité est explicitement convenue dans le devis ; dans ce cas, la solidarité ne s'exerce que sur la durée de la mission.

Par référence à la norme NF P 94-500, il appartient au maître d'ouvrage, au maître d'œuvre ou à toute entreprise de faire réaliser impérativement par des ingénieries compétentes chacune des missions géotechniques (successivement G1, G2, G3 et G4 et les investigations associées) pour suivre toutes les étapes d'élaboration et d'exécution du projet. Si la mission d'investigations est commandée seule, elle est limitée à l'exécution matérielle de sondages et à l'établissement d'un compte rendu factuel sans interprétation et elle exclut toute activité d'étude ou de conseil. La mission de diagnostic géotechnique G5 engage le géotechnicien uniquement dans le cadre strict des objectifs ponctuels fixés et acceptés.

Si le Prestataire déclare être titulaire de la certification ISO 9001, le Client agit de telle sorte que le Prestataire puisse respecter les dispositions de son système qualité dans la réalisation de sa mission.

### 4. Plans et documents contractuels

Le Prestataire réalise la mission conformément à la réglementation en vigueur lors de son offre, sur la base des données communiquées par le Client. Le Client est seul responsable de l'exactitude de ces données. En cas d'absence de transmission ou d'erreur sur ces données, le Prestataire est exonéré de toute responsabilité.

### 5. Limites d'engagement sur les délais

Sauf indication contraire précise, les estimations de délais d'intervention et d'exécution données aux termes du devis ne sauraient engager le Prestataire. Sauf stipulation contraire, il ne sera pas appliqué de pénalités de retard et si tel devait être le cas elles seraient plafonnées à 5% de la commande. En toute hypothèse, la responsabilité du Prestataire est dégagée de plein droit en cas d'insuffisance des informations fournies par le Client ou si le Client n'a pas respecté ses obligations, en cas de force majeure ou d'événements imprévisibles (notamment la rencontre de sols inattendus, la survenance de circonstances naturelles exceptionnelles) et de manière générale en cas d'événement extérieur au Prestataire modifiant les conditions d'exécution des prestations objet de la commande ou les rendant impossibles.

Le Prestataire n'est pas responsable des délais de fabrication ou d'approvisionnement de fournitures lorsqu'elles font l'objet d'un contrat de négoce passé par le Client ou le Prestataire avec un autre Prestataire.

### 6. Formalités, autorisations et obligations d'information, accès, dégâts aux ouvrages et cultures

Toutes les démarches et formalités administratives ou autres, en particulier l'obtention de l'autorisation de pénétrer sur les lieux pour effectuer des prestations de la mission sont à la charge du Client. Le Client se charge d'une part d'obtenir et communiquer les autorisations requises pour l'accès du personnel et des matériels nécessaires au Prestataire en toute sécurité dans l'enceinte des propriétés privées ou sur le domaine public, d'autre part de fournir tous les documents relatifs aux dangers et aux risques cachés, notamment ceux liés aux réseaux, aux obstacles enterrés et à la pollution des sols et des nappes. Le Client s'engage à communiquer les règles pratiques que les intervenants doivent respecter en matière de santé, sécurité et respect de l'environnement : il assure en tant que de besoin la formation du personnel, notamment celui du Prestataire, entrant dans ces domaines, préalablement à l'exécution de la mission. Le Client sera tenu responsable de tout dommage corporel, matériel ou immatériel dû à une spécificité du site connue de lui et non clairement indiquée au Prestataire avant toutes interventions.

Sauf spécifications particulières, les travaux permettant l'accessibilité aux points de sondages ou d'essais et l'aménagement des plates-formes ou grutage nécessaires aux matériels utilisés sont à la charge du Client.

Les investigations peuvent entraîner d'inévitables dommages sur le site, en particulier sur la végétation, les cultures et les ouvrages existants, sans qu'il y ait négligence ou faute de la part de son exécutant. Les remises en état, réparations ou indemnités correspondantes sont à la charge du Client.

### 7. Implantation, nivellement des sondages

Au cas où l'implantation des sondages est imposée par le Client ou son conseil, le Prestataire est exonéré de toute responsabilité dans les événements consécutifs à ladite implantation. La mission ne comprend pas les implantations topographiques permettant de définir l'emprise des ouvrages et zones à étudier ni la mesure des coordonnées précises des points de sondages ou d'essais. Les éventuelles altitudes indiquées pour chaque sondage (qu'il s'agisse de cotes de références rattachées à un repère arbitraire ou de cotes NGF) ne sont données qu'à titre indicatif. Seules font foi les profondeurs mesurées depuis le sommet des sondages et comptées à partir du niveau du sol au moment de la réalisation des essais. Pour que ces altitudes soient garanties, il convient qu'elles soient relevées par un Géomètre Expert avant remodelage du terrain. Il en va de même pour l'implantation des sondages sur le terrain.

### 8. Hydrogéologie

Les niveaux d'eau indiqués dans le rapport correspondent uniquement aux niveaux relevés au droit des sondages exécutés et à un moment précis. En dépit de la qualité de l'étude les aléas suivants subsistent, notamment la variation des niveaux d'eau en relation avec la météo ou une modification de l'environnement des études. Seule une étude hydrogéologique spécifique permet de déterminer les amplitudes de variation de ces niveaux, les cotes de crue et les PHEC (Plus Hautes Eaux Connues).

### 9. Recommandations, aléas, écart entre prévision de l'étude et réalité en cours de travaux

Si, en l'absence de plans précis des ouvrages projetés, le Prestataire a été amené à faire une ou des hypothèses sur le projet, il appartient au Client de lui communiquer par écrit ses observations éventuelles sans quoi, il ne pourrait en aucun cas et pour quelque raison que ce soit lui être reproché d'avoir établi son étude dans ces conditions.

L'étude géotechnique s'appuie sur les renseignements reçus concernant le projet, sur un nombre limité de sondages et d'essais, et sur des profondeurs d'investigations limitées qui ne permettent pas de lever toutes les incertitudes inéluctables à cette science naturelle. En dépit de la qualité de l'étude, des incertitudes subsistent du fait notamment du caractère ponctuel des investigations, de la variation d'épaisseur des remblais et/ou des différentes couches, de la présence de vestiges enterrés. Les conclusions géotechniques ne peuvent donc conduire à traiter à forfait le prix des fondations compte tenu d'une hétérogénéité, naturelle ou du fait de l'homme, toujours possible et des aléas d'exécution pouvant survenir lors de la découverte des terrains. Si un caractère évolutif particulier a été mis en lumière (notamment glissement, érosion, dissolution, remblais évolutifs, tourbe), l'application des recommandations du rapport nécessite une actualisation à chaque étape du projet notamment s'il s'écoule un laps de temps important avant l'étape suivante.

L'estimation des quantités des ouvrages géotechniques nécessite, une mission d'étude géotechnique de conception G2 (phase projet). Les éléments géotechniques non décelés par l'étude et mis en évidence lors de l'exécution (pouvant avoir une incidence sur les conclusions du rapport) et les incidents importants survenus au cours des travaux (notamment glissement, dommages aux avoisinants ou aux existants) doivent obligatoirement être portés à la connaissance du Prestataire ou signalés aux géotechniciens chargés des missions de suivi géotechnique d'exécution G3 et de supervision géotechnique d'exécution G4, afin que les conséquences sur la conception géotechnique et les conditions d'exécution soient analysées par un homme de l'art.

### 10. Rapport de mission, réception des travaux, fin de mission, délais de validation des documents par le client

A défaut de clauses spécifiques contractuelles, la remise du dernier document à fournir dans le cadre de la mission fixe le terme de la mission. La date de la fin de mission est celle de l'approbation par le Client du dernier document à fournir dans le cadre de la mission. L'approbation doit intervenir au plus tard deux semaines après sa remise au Client, et est considérée implicite en cas de silence. La fin de la mission donne lieu au paiement du solde de la mission.

### 11. Réserve de propriété, confidentialité, propriété des études, diagrammes

Les coupes de sondages, plans et documents établis par les soins du Prestataire dans le cadre de sa mission ne peuvent être utilisés, publiés ou reproduits par des tiers sans son autorisation. Le Client ne devient propriétaire des prestations réalisées par le Prestataire qu'après règlement intégral des sommes dues. Le Client ne peut pas les utiliser pour d'autres ouvrages sans accord écrit préalable du Prestataire. Le Client s'engage à maintenir confidentielle et à ne pas utiliser pour son propre compte ou celui de tiers toute information se rapportant au savoir-faire du Prestataire, qu'il soit breveté ou non, portée à sa connaissance au cours de la mission et qui n'est pas dans le domaine public, sauf accord préalable écrit du Prestataire. Si dans le cadre de sa mission, le Prestataire mettait au point une nouvelle technique, celle-ci serait sa propriété. Le Prestataire serait libre de déposer tout brevet s'y rapportant, le Client bénéficiant, dans ce cas, d'une licence non exclusive et non cessible, à titre gratuit et pour le seul ouvrage étudié.

### 12. Modifications du contenu de la mission en cours de réalisation

La nature des prestations et des moyens à mettre en œuvre, les prévisions des avancements et délais, ainsi que les prix sont déterminés en fonction des éléments communiqués par le client et ceux recueillis lors de l'établissement de l'offre. Des conditions imprévisibles par le Prestataire au moment de l'établissement de son offre touchant à la géologie, aux hypothèses de travail, au projet et à son environnement, à la législation et aux règlements, à des événements imprévus, survenant en cours de mission autorisent le Prestataire à proposer au Client un avenant avec notamment modification des prix et des délais. A défaut d'un accord écrit du Client dans un délai de deux semaines à compter de la réception de la lettre d'adaptation de la mission. Le Prestataire est en droit de suspendre immédiatement l'exécution de sa mission, les prestations réalisées à cette date étant rémunérées intégralement, et sans que le Client ne puisse faire état d'un préjudice. Dans l'hypothèse où le Prestataire est dans l'impossibilité de réaliser les prestations prévues pour une cause qui ne lui est pas imputable, le temps d'immobilisation de ses équipes est rémunéré par le client.

### 13. Modifications du projet après fin de mission, délai de validité du rapport

Le rapport constitue une synthèse de la mission définie par la commande. Le rapport et ses annexes forment un ensemble indissociable. Toute interprétation, reproduction partielle ou utilisation par un autre maître de l'ouvrage, un autre constructeur ou maître d'œuvre, ou pour un projet différent de celui objet de la mission, ne saurait engager la responsabilité du Prestataire et pourra entraîner des poursuites judiciaires. La responsabilité du Prestataire ne saurait être engagée en dehors du cadre de la mission objet du rapport. Toute modification apportée au projet et à son environnement ou tout élément nouveau mis à jour au cours des travaux et non détecté lors de la mission d'origine, nécessite une adaptation du rapport initial dans le cadre d'une nouvelle mission.

Le client doit faire actualiser le dernier rapport de mission en cas d'ouverture du chantier plus de 1 an après sa livraison. Il en est de même notamment en cas de travaux de terrassements, de démolition ou de réhabilitation du site (à la suite d'une contamination des terrains et/ou de la nappe) modifiant entre autres les qualités mécaniques, les dispositions constructives et/ou la répartition de tout ou partie des sols sur les emprises concernées par l'étude géotechnique.

### 14. conditions d'établissement des prix, variation dans les prix, conditions de paiement, acompte et provision, retenue de garantie

Les prix unitaires s'entendent hors taxes. Ils sont majorés de la T.V.A. au taux en vigueur le jour de la facturation. Ils sont établis aux conditions économiques en vigueur à la date d'établissement de l'offre. Ils sont fermes et définitifs pour une durée de trois mois. Au-delà, ils sont actualisés par application de l'indice "Sondages et Forages TP 04" pour les investigations in situ et en laboratoire, et par application de l'indice « SYNTEC » pour les prestations d'études, l'indice de base étant celui du mois de l'établissement du devis.

Aucune retenue de garantie n'est appliquée sur le coût de la mission. Dans le cas où le marché nécessite une intervention d'une durée supérieure à un mois, des factures mensuelles intermédiaires sont établies. Lors de la passation de la commande ou de la signature du contrat, le Prestataire peut exiger un acompte dont le montant est défini dans les conditions particulières et correspond à un pourcentage du total estimé des honoraires et frais correspondants à l'exécution du contrat. Le montant de cet acompte est déduit de la facture ou du décompte final. En cas de sous-traitance dans le cadre d'un ouvrage public, les factures du Prestataire sont réglées directement et intégralement par le maître d'ouvrage, conformément à la loi n°75-1334 du 31/12/1975.

Les paiements interviennent à réception de la facture et sans escompte. En l'absence de paiement au plus tard le jour suivant la date de règlement figurant sur la facture, il sera appliqué à compter dudit jour et de plein droit, un intérêt de retard égal au taux d'intérêt appliqué par la Banque Centrale Européenne à son opération de refinancement la plus récente majorée de 10 points de pourcentage. Cette pénalité de retard sera exigible sans qu'un rappel soit nécessaire à compter du jour suivant la date de règlement figurant sur la facture.

En sus de ces pénalités de retard, le Client sera redevable de plein droit des frais de recouvrement exposés ou d'une indemnité forfaitaire de 40 €.

Si la carence du Client rend nécessaire un recouvrement contentieux, le Client s'engage à payer, en sus du principal, des frais, dépens et émoluments ordinairement et légalement à sa charge, une indemnité fixée à 15% du montant en principal TTC de la créance avec un minimum de 150 euros et ce, à titre de dommages et intérêts conventionnels et forfaitaires. Cette indemnité est due de plein droit, sans mise en demeure préalable, du seul fait du non-respect de la date.

Un désaccord quelconque ne saurait constituer un motif de non-paiement des prestations de la mission réalisées antérieurement. La compensation est formellement exclue : le Client s'interdit de déduire le montant des préjudices qu'il allègue des honoraires dus.

### 15. Résiliation anticipée

Toute procédure de résiliation est obligatoirement précédée d'une tentative de conciliation. En cas de force majeure, cas fortuit ou de circonstances indépendantes du Prestataire, celui-ci a la faculté de résilier son contrat sous réserve d'en informer son Client par lettre recommandée avec accusé de réception. En toute hypothèse, en cas d'inexécution par l'une ou l'autre des parties de ses obligations, et 8 jours après la mise en demeure visant la présente clause résolutoire demeurée sans effet, le contrat peut être résilié de plein droit. La résiliation du contrat implique le paiement de l'ensemble des prestations régulièrement exécutées par le Prestataire au jour de la résiliation et en sus, d'une indemnité égale à 20 % des honoraires qui resteraient à percevoir si la mission avait été menée jusqu'à son terme.

### 16. Répartition des risques, responsabilités et assurances

Le Prestataire n'est pas tenu d'avertir son Client sur les risques encourus déjà connus ou ne pouvant être ignorés du Client compte tenu de sa compétence. Ainsi par exemple, l'attention du Client est attirée sur le fait que le béton armé est inévitablement fissuré, les revêtements appliqués sur ce matériau devant avoir une souplesse suffisante pour s'adapter sans dommage aux variations d'ouverture des fissures. Le devoir de conseil du Prestataire vis-à-vis du Client ne s'exerce que dans les domaines de compétence requis pour l'exécution de la mission spécifiquement confiée. Tout élément nouveau connu du Client après la fin de la mission doit être communiqué au Prestataire qui pourra, le cas échéant, proposer la réalisation d'une mission complémentaire. A défaut de communication des éléments nouveaux ou d'acceptation de la mission complémentaire, le Client en assumera toutes les conséquences. En aucun cas, le Prestataire ne sera tenu pour responsable des conséquences d'un non-respect de ses préconisations ou d'une modification de celles-ci par le Client pour quelque raison que ce soit. L'attention du Client est attirée sur le fait que toute estimation de quantités faite à partir de données obtenues par prélèvements ou essais ponctuels sur le site objet des prestations est entachée d'une incertitude fonction de la représentativité de ces données ponctuelles extrapolées à l'ensemble du site. Toutes les pénalités et indemnités qui sont prévues au contrat ou dans l'offre remise par le Prestataire ont la nature de dommages et intérêts forfaitaires, libératoires et exclusifs de toute autre sanction ou indemnisation.

#### Assurance décennale obligatoire

Le Prestataire bénéficie d'un contrat d'assurance au titre de la responsabilité décennale afférente aux ouvrages soumis à obligation d'assurance, conformément à l'article L.241-1 du Code des assurances. Ce contrat impose une obligation de déclaration préalable et d'adaptation de la garantie pour les ouvrages dont la valeur HT (travaux et honoraires compris) excède au jour de la déclaration d'ouverture de chantier un montant de 15 M€. Il est expressément convenu que le client a l'obligation d'informer le Prestataire d'un éventuel dépassement de ce seuil, et accepte, de fournir tous éléments d'information nécessaires à l'adaptation de la garantie. Le client prend également l'engagement, de souscrire à ses frais un Contrat Collectif de Responsabilité Décennale (CCRD), contrat dans lequel le Prestataire sera expressément mentionné parmi les bénéficiaires. Le client prendra en charge toute éventuelle surcotisation qui serait demandée au Prestataire par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. Par ailleurs, les ouvrages de caractère exceptionnel, voire inusuels sont exclus du présent contrat et doivent faire l'objet d'une cotation particulière. A défaut de respecter ces engagements, le client en supportera les conséquences financières.

Le maître d'ouvrage est tenu d'informer le Prestataire de la DOC (déclaration d'ouverture de chantier).

#### Ouvrages non soumis à l'obligation d'assurance

Les ouvrages dont la valeur HT (travaux et honoraires compris) excède un montant de 15 M€ HT doivent faire l'objet d'une déclaration auprès du Prestataire qui en référera à son assureur pour détermination des conditions d'assurance. Les limitations relatives au montant des chantiers auxquels le Prestataire participe ne sont pas applicables aux missions portant sur des ouvrages d'infrastructure linéaire, c'est-à-dire routes, voies ferrées, tramway, etc. En revanche, elles demeurent applicables lorsque sur le tracé linéaire, la/les mission(s) de l'assuré porte(nt) sur des ouvrages précis tels que ponts, viaducs, échangeurs, tunnels, tranchées couvertes... En tout état de cause, il appartiendra au client de prendre en charge toute éventuelle sur cotisation qui serait demandée au prestataire par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. Toutes les conséquences financières d'une déclaration insuffisante quant au coût de l'ouvrage seront supportées par le client et le maître d'ouvrage.

Le Prestataire assume les responsabilités qu'il engage par l'exécution de sa mission telle que décrite au présent contrat. A ce titre, il est responsable de ses prestations dont la défectuosité lui est imputable. Le Prestataire sera garanti en totalité par le Client contre les conséquences de toute recherche en responsabilité dont il serait l'objet du fait de ses prestations, de la part de tiers au présent contrat, le client ne garantissant cependant le Prestataire qu'au-delà du montant de responsabilité visé ci-dessous pour le cas des prestations défectueuses. La responsabilité globale et cumulée du Prestataire au titre ou à l'occasion de l'exécution du contrat sera limitée à trois fois le montant de ses honoraires sans pour autant excéder les garanties délivrées par son assureur, et ce pour les dommages de quelque nature que ce soit et quel qu'en soit le fondement juridique. Il est expressément convenu que le Prestataire ne sera pas responsable des dommages immatériels consécutifs ou non à un dommage matériel tels que, notamment, la perte d'exploitation, la perte de production, le manque à gagner, la perte de profit, la perte de contrat, la perte d'image, l'immobilisation de personnel ou d'équipements.

### 17. Cessibilité de contrat

Le Client reste redevable du paiement de la facture sans pouvoir opposer à quelque titre que ce soit la cession du contrat, la réalisation pour le compte d'autrui, l'existence d'une promesse de porte-fort ou encore l'existence d'une stipulation pour autrui.

### 18. Litiges

En cas de litige pouvant survenir dans l'application du contrat, seul le droit français est applicable. Seules les juridictions du ressort du siège social du Prestataire sont compétentes, même en cas de demande incidente ou d'appel en garantie ou de pluralité de défendeurs.

## Annexes



**Annexe I – Tableaux de synthèse des  
résultats obtenus sur les sols**

Résultats obtenus pour les polluants métalliques

		POINTS	S1-1	S1-2	S2-1	S2-2	S3-1	S3-2	S4-1	S4-2	S5-1	S5-2	S6-1	S6-2	S7-1	S7-2	S8-1	S8-2	S9-1	S9-2	S10-1	S10-2	S11-1	S11-2	S12-1	S12-2	S13-1	S13-2	S14-1	S14-2
		Profondeur	0.1-1m	1-2m	0.15-1m	1-2m	0.1-1m	1-2m	0.1-1m	1-2m	0-0.9m	0.9-2m	0.1-1m	1-2m	0.1-1m	1-2m	0.2-0.8m	0.8-2m	0.1-1m	1-2m	0.1-1m	1-2m	0-0.8m	0.8-2m	0-1m	1-2m	0.3-1m	1-2m	0.2-1m	1-2m
		Date	2-juin	2-juin	2-juin	2-juin	2-juin	2-juin	2-juin	2-juin	2-juin	2-juin	2-juin	2-juin	2-juin	2-juin	2-juin	2-juin	2-juin	2-juin	2-juin	2-juin	2-juin	2-juin	2-juin	2-juin	2-juin	2-juin	2-juin	2-juin
		Réception labo	6-juin	6-juin	6-juin	6-juin	6-juin	6-juin	6-juin	6-juin	6-juin	6-juin	6-juin	6-juin	6-juin	6-juin	6-juin	6-juin	6-juin	6-juin	6-juin	6-juin	6-juin	6-juin	6-juin	6-juin	6-juin	6-juin	6-juin	6-juin
Paramètres	Nature																													
-	Matière sèche	%	81.5	74.7	83.1	76	77.3	72.6	80.4	77.5	77.4	78.9	78.9	81.4	82.3	80	84.3	75.2	78.1	79.1	73.6	75.1	77.3	71.7	74.8	76.1	76	68.7	77	67.4
METAUX	Arsenic (As)	mg/kg de MS	34.9	17.1	79.4	25.1	33	18.4	29	21.8	32	23.9	86	35.5	78.1	32.3	14	22.9	28.7	26.3	36.2	25.4	66.5	29.7	49.5	29.5	50.5	23	25.1	20.7
	Cadmium (Cd)	mg/kg de MS	2.92	0.88	3.32	<0.40	1.33	<0.41	1.1	0.85	0.44	<0.41	1.75	<0.40	3.08	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.41	0.86	<0.40	0.81	1.58	1.37	1.18	2.84	<0.40	<0.40	<0.43
	Chrome (Cr)	mg/kg de MS	68.6	54.6	79.1	75	104	50.6	62.9	53.8	67.6	63.8	61.7	68.1	81.7	84.1	51.8	58.3	62.2	66.8	63.8	68.9	88.3	78.6	68.8	77.5	83.8	66.3	57.3	59.9
	Cuivre (Cu)	mg/kg de MS	491	24.4	844	31.8	47.2	21.8	64.9	26.3	286	22.8	1850	25.2	789	53.7	43.6	51.8	262	43.8	527	36.3	1080	161	970	49.8	743	37.3	45.9	62.2
	Mercure (Hg)	mg/kg de MS	0.6	<0.10	0.31	0.13	<0.10	<0.10	0.14	<0.10	0.13	<0.10	0.19	<0.10	0.17	<0.10	0.3	0.21	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	0.34	0.15	0.33	<0.10	0.76	<0.10	0.14	0.12
	Nickel (Ni)	mg/kg de MS	68	96.4	143	122	159	78.2	99	77.7	95.2	87.1	147	92.6	112	113	15.9	68.5	81.8	92.6	87.3	85.1	123	86.8	77.4	102	113	80.7	101	71.2
	Plomb (Pb)	mg/kg de MS	491	24.1	675	26	43	18	79.7	26.4	158	21.4	906	26.1	462	45.5	60.4	48.5	183	48.3	280	30.1	1010	164	748	54	492	35.3	56.8	53.2
	Zinc (Zn)	mg/kg de MS	1310	152	970	134	196	132	247	135	272	90.8	1130	105	771	105	129	130	355	113	448	105	965	276	1350	155	558	111	146	141

		POINTS	S15-1	S15-2	S16-1	S16-2	S17-1	S17-2	S18-1	S18-2	S19-1	S19-2	S20-1	S20-2	S21-1	S21-2	S22-1	S22-2	S23-1	S23-2	S24-1	S24-2	S25-1	S25-2	S26-1	S26-2	S27-1	S27-2	Référentiel indicatif		
		Profondeur	0-1.5m	1.5-2m	0-1m	1-2m	0-1m	1-2m	0.2-1m	1-2m	0-1m	1-2m	0-1m	1-2m	0.1-1m	1-2m	0.02-1m	1-2m	0-1m	1-2m	0.2-1m	1-2m	0-1m	1-2m	0-1m	1-2m	0-1m	1-2m	FG moyen	FG maxi	
		Date	2-juin	2-juin	2-juin	2-juin	2-juin	2-juin	2-juin	2-juin	2-juin	2-juin	2-juin	2-juin																	
		Réception labo	6-juin	6-juin	6-juin	6-juin	6-juin	6-juin	6-juin	6-juin	6-juin	6-juin	6-juin																		
Paramètres	Nature																														
-	Matière sèche	%	81.2	71.5	79.8	74.9	82.1	67.9	76.9	65.2	79.8	73.2	79.1	75.7	80.4	72.4	77.6	77.2	82.2	71.7	77.6	69.2	76.2	74	76.7	75.9	71.6	84.1	-	-	
METAUX	Arsenic (As)	mg/kg de MS	19.4	21.2	30.4	24	27.3	31.9	26.5	25.7	30.6	40.3	19.8	23.1	12.7	22.4	12	26.7	26.3	25.3	14.5	23.7	26.2	18.8	27.7	32.2	22.2	24	25	60	
	Cadmium (Cd)	mg/kg de MS	<0.40	1	<0.40	<0.40	<0.40	1.2	<0.40	1.01	<0.40	<0.40	0.81	0.95	0.5	0.86	0.52	0.71	1.12	0.95	0.68	0.97	1.03	0.9	1.15	1.18	1	<0.40	0.45	2	
	Chrome (Cr)	mg/kg de MS	41	70.5	70	63.7	80.1	84.6	48.4	60.3	71.5	79.5	48.5	68.6	35	71	43.8	51	61.6	60.1	39.3	57.9	79.1	70.3	85.4	97.7	80	73.6	90	150	
	Cuivre (Cu)	mg/kg de MS	40.9	28	27.5	26.1	32.2	35.6	35.4	21	26	25.2	23.3	23.6	15.6	23.2	12.6	18.2	51.8	36	22.2	23.7	24.6	25.1	36.1	28.6	31.4	21.7	20	62	
	Mercure (Hg)	mg/kg de MS	0.26	<0.10	0.26	0.19	0.21	0.11	<0.10	<0.11	<0.10	0.13	0.1	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	0.21	0.16	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	0.12	<0.10	0.18	<0.10	0.1	2.3
	Nickel (Ni)	mg/kg de MS	41.7	64	83.6	71.6	88.2	89.2	58.4	69.4	107	105	50.6	110	24.1	82.2	25.1	98.7	106	93.7	45.1	66.7	96.1	83	109	135	88.1	107	60	130	
	Plomb (Pb)	mg/kg de MS	118	38.8	57.2	52.2	88.3	47.8	48.5	27.7	66.8	32.3	40.1	75.5	32.9	26.8	47.1	19.8	83.1	64.7	25.9	30	33	31.7	53	27.6	50.9	20.2	50	90	
	Zinc (Zn)	mg/kg de MS	137	128	95.9	102	203	121	106	113	105	136	99.9	107	86.8	89.8	142	56.1	222	151	61.7	104	123	182	152	142	167	115	100	250	

GRILLE DE COMPARAISON INDICATIVE :

	Teneur comparable au fond géochimique
	Teneur supérieure au fond géochimique (valeur maximale)
	Teneur supérieure au fond géochimique (2 x valeur maximale)
	Teneur supérieure au fond géochimique (3 x valeur maximale)



	Paramètres	POINTS	S13-1	S13-2	S14-1	S14-2	S15-1	S15-2	S16-1	S16-2	S17-1	S17-2	S18-1	S18-2	S19-1	S19-2	S20-1	S20-2	Référentiel		
			Profondeur	0.3-1m	1-2m	0.2-1m	1-2m	0-1.5m	1.5-2m	0-1m	1-2m	0-1m	1-2m	0.2-1m	1-2m	0-1m	1-2m	0-1m	1-2m	Ref.1	Ref.2
			Date	2-juin	2-juin																
HYDROCARBURES TOTAUX	Fraction C10-C16	mg/kg	2.82	0.65	5.48	4.35	3.71	4.94	0.7	2.37	4.76	7.5	4.93	0.76	1.34	1.79	1.96	4.62	-	-	
	Fraction C16-C22	mg/kg	10.3	1.46	34.1	33.3	33.2	47	9.88	19.7	21.4	34.1	26	2.76	14	3.45	13.5	41.1	-	-	
	Fraction C22-C30	mg/kg	25.5	6.14	64.7	50.4	65.1	93.8	22.4	43.3	40.1	41.5	46.8	8.06	30.9	8.77	26.6	77.6	-	-	
	Fraction C30-C40	mg/kg	23	10.9	58.7	37	46.5	75.9	17.9	40.9	38.8	34.9	35.6	14.2	29.7	12.1	21.8	58.6	-	-	
	Hydrocarbures totaux C10-C40	mg/kg	61.6	19.1	163	125	148	222	50.9	106	105	118	113	25.8	76	26.1	63.8	182	50	500	
HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES (HAP)	Naphtalène	mg/kg	<0.05	<0.05	0.34	0.26	0.056	0.091	<0.05	<0.05	0.051	<0.05	0.06	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.37	0.05	1.5	
	Acénaphthylène	mg/kg	0.11	<0.05	0.48	0.31	0.86	1.5	0.21	0.45	0.91	0.73	0.88	0.059	0.38	0.07	0.31	0.87	-	-	
	Acénaphthène	mg/kg	<0.05	<0.05	0.47	0.39	0.12	0.25	<0.05	0.077	0.14	0.18	0.18	<0.05	<0.05	<0.05	0.053	0.2	-	-	
	Fluorène	mg/kg	<0.05	<0.05	0.66	0.53	0.2	0.6	<0.05	0.16	0.3	0.6	0.34	<0.05	<0.05	<0.05	0.064	0.32	-	-	
	Phénanthrène	mg/kg	0.37	<0.05	5.2	5	2.9	4.6	0.59	1.7	2.4	3.8	2.7	0.16	0.81	0.11	1.1	4.3	-	-	
	Anthracène	mg/kg	0.23	<0.05	2.1	1.6	1.8	2.5	0.4	0.84	1.4	2	1.6	0.097	0.54	0.068	0.63	2.4	-	-	
	Fluoranthène	mg/kg	0.86	0.057	3.5	3.9	4.6	6.1	1.5	2.9	3.7	3.6	4	0.24	2.3	0.34	2.5	6	-	-	
	Pyrène	mg/kg	0.75	<0.05	3.2	2.9	3.6	5.3	1.1	2.3	3.8	2.5	3.1	0.2	1.9	0.27	1.9	4.5	-	-	
	Benzo(a)anthracène	mg/kg	0.54	<0.05	2.2	1.5	2.6	4.6	0.68	1.3	2.8	1.7	2.3	0.12	0.95	0.11	1.1	4.5	-	-	
	Chrysène	mg/kg	0.77	<0.061	2.8	1.8	3.4	5.9	0.87	1.8	3.7	2	3	0.14	1.3	0.13	1.3	4	-	-	
	Benzo(b)fluoranthène	mg/kg	1.2	0.071	3	2.1	4	7.2	1.4	2.4	5.2	2.6	3.4	0.21	1.9	0.15	1.8	4.4	-	-	
	Benzo(k)fluoranthène	mg/kg	0.42	<0.055	1.2	0.81	1.6	2.6	0.42	0.78	1.4	0.96	1.4	0.067	0.7	0.095	0.64	2.4	-	-	
	Benzo(a)pyrène	mg/kg	0.64	<0.05	2.4	1.7	3.3	4.8	0.88	1.7	3.2	2	2.7	0.11	1.5	0.1	1.3	3.7	-	-	
	Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg	0.19	<0.052	0.81	0.45	0.99	0.59	0.16	0.19	0.66	0.53	0.86	<0.051	0.55	0.073	0.38	1.5	-	-	
	Benzo(g,h,i)pérylène	mg/kg	0.51	<0.052	1.2	0.97	1.9	2.9	0.64	0.78	2	1	1.4	0.081	0.88	0.12	0.78	2.8	-	-	
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	mg/kg	0.63	<0.053	1.9	1.4	2.8	3.4	0.79	1.5	3.2	1.6	2	0.081	1.2	0.11	1	2.9	-	-		
Somme HAP 16 (EPA)	mg/kg	7.37	0.851	31	26	35	53	9.79	18.93	35	25.85	30	1.766	15.06	1.896	14.91	45	1	10		
BTEX	Benzène	mg/kg	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.05	0.3	
	Toluène	mg/kg	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	-	-	
	Ethylbenzène	mg/kg	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.11	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	-	-	
	m,p-Xylène	mg/kg	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.19	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	-	-	
	o-Xylène	mg/kg	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.58	0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	-	-	
Somme BTEX	mg/kg	<0.250	<0.250	<0.250	<0.250	<0.250	<0.250	<0.250	0.98	0.25	<0.250	<0.250	<0.250	<0.250	<0.250	<0.250	<0.250	2.5	6		
COHV	Dichlorométhane	mg/kg	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	-	-	
	Chlorure de Vinyle	mg/kg	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	-	-	
	1,1-Dichloroéthylène	mg/kg	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	-	-	
	Trans-1,2-dichloroéthylène	mg/kg	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	0.9	5	
	cis 1,2-Dichloroéthylène	mg/kg	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	0.2	1	
	Chloroforme	mg/kg	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	-	-	
	Tetrachlorométhane	mg/kg	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	-	-	
	1,1-dichloroéthane	mg/kg	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	-	-	
	1,2-dichloroéthane	mg/kg	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	-	-	
	1,1,1-trichloroéthane	mg/kg	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	0.3	2	
	1,1,2-Trichloroéthane	mg/kg	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	-	-	
	Trichloroéthylène	mg/kg	0.11	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.3	1.5	
	Tetrachloroéthylène	mg/kg	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	-	-	
	Bromochlorométhane	mg/kg	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	-	-	
	Dibromométhane	mg/kg	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	-	-	
	1,2-Dibromoéthane	mg/kg	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	-	-	
	Bromoforme (tribromométhane)	mg/kg	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	-	-	
Bromodichlorométhane	mg/kg	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	-	-		
Dibromochlorométhane	mg/kg	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	-	-		

GRILLE DE COMPARAISON INDICATIVE :

- Teneur supérieure aux valeurs seuils VSI de l'INERIS : réutilisation de terres excavées sous bâtiment (bureau, industriel, commercial)
- Teneur supérieure aux valeurs seuils VS2 de l'INERIS : réutilisation sous couverture

		POINTS	S21-1	S21-2	S22-1	S22-2	S23-1	S23-2	S24-1	S24-2	S25-1	S25-2	S26-1	S26-2	S27-1	S27-2	Référentiel	
		Profondeur	0.1-1m	1-2m	0.02-1m	1-2m	0-1m	1-2m	0.2-1m	1-2m	0-1m	1-2m	0-1m	1-2m	0-1m	1-2m	Ref.1	Ref.2
		Date	2-juin	2-juin	2-juin	2-juin	2-juin	2-juin	2-juin	2-juin	2-juin	2-juin	2-juin	2-juin	2-juin	2-juin		
		Paramètres	Réception	6-juin	6-juin	6-juin	6-juin	6-juin	6-juin	6-juin	6-juin	6-juin	6-juin	6-juin	6-juin	6-juin		
HYDROCARBURES TOTAUX	Fraction C10-C16	mg/kg	19.9	2.23	13.6	1.62	2.74	2.13	15.7	12.2	0.57	<4.00	0.11	0.76	<4.00	0.56	-	-
	Fraction C16-C22	mg/kg	114	13	106	10.4	43.7	28.1	81.2	73.7	1.46	<4.00	6.27	1.6	<4.00	1.65	-	-
	Fraction C22-C30	mg/kg	62.1	15.9	127	59.3	80.5	51.1	77	70.6	6.51	<4.00	22.3	9.97	<4.00	13	-	-
	Fraction C30-C40	mg/kg	53.9	22.6	160	34.4	52.4	37.9	72.3	47.6	10.4	<4.00	26.3	9.91	<4.00	23.5	-	-
	Hydrocarbures totaux C10-C40	mg/kg	250	53.6	407	106	179	119	246	204	19	<15.0	55	22.2	<15.0	38.8	50	500
HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES (HAP)	Naphtalène	mg/kg	0.091	<0.05	0.43	0.16	<0.05	<0.05	0.94	1.4	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.05	1.5
	Acénaphylène	mg/kg	0.19	<0.05	0.49	<0.05	1.3	0.81	0.63	0.92	<0.05	<0.05	0.3	0.07	<0.05	<0.05	-	-
	Acénaphène	mg/kg	0.5	<0.05	1.7	0.11	0.11	0.1	1.9	2.1	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	-	-
	Fluorène	mg/kg	0.31	<0.05	2.6	0.11	0.19	0.16	2.4	2.7	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	-	-
	Phénanthrène	mg/kg	2.4	0.32	19	0.97	3	2.4	14	12	<0.05	<0.05	0.16	0.081	<0.05	<0.05	-	-
	Anthracène	mg/kg	1.1	0.16	3.2	0.48	1.5	1.4	4.6	5.7	<0.05	<0.05	0.26	0.079	<0.05	<0.05	-	-
	Fluoranthène	mg/kg	3	0.47	15	0.98	7.4	4.5	9.6	7.9	0.075	<0.05	0.84	0.23	0.054	<0.05	-	-
	Pyrène	mg/kg	2.3	0.39	11	0.77	6.2	3.5	6.8	6.4	0.065	<0.05	0.65	0.21	<0.05	<0.05	-	-
	Benzo(a)anthracène	mg/kg	1.1	0.2	6.3	0.29	3.4	2.5	3.5	5.2	<0.05	<0.05	0.31	0.11	<0.05	<0.05	-	-
	Chrysène	mg/kg	1.4	0.26	7.2	0.39	4.5	3.3	4.6	5.6	<0.05	<0.05	0.35	0.16	<0.05	<0.055	-	-
	Benzo(b)fluoranthène	mg/kg	1.7	0.35	8.1	0.27	8.4	4	4.7	4.8	<0.05	<0.05	0.45	0.12	<0.05	<0.05	-	-
	Benzo(k)fluoranthène	mg/kg	0.62	0.12	2.5	0.15	2.3	1.5	2.2	1.5	<0.05	<0.05	0.28	0.08	<0.05	<0.05	-	-
	Benzo(a)pyrène	mg/kg	1.2	0.21	5.8	0.2	6.3	3.1	3.1	2.4	<0.05	<0.05	0.34	0.088	<0.05	<0.05	-	-
	Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg	0.36	0.09	1.1	<0.05	0.39	1.1	1.2	0.8	<0.05	<0.05	0.17	<0.05	<0.05	<0.05	-	-
	Benzo(g,h,i)pérylène	mg/kg	0.7	0.15	2.9	0.14	1.9	1.9	2	1.8	<0.05	<0.05	0.45	0.095	<0.05	<0.05	-	-
	Indéno(1,2,3-cd)pyrène	mg/kg	0.97	0.15	3.8	0.18	2.7	2.5	3.5	2.3	<0.05	<0.05	0.43	0.11	<0.05	<0.05	-	-
Somme HAP 16 (EPA)	mg/kg	18	3.07	91	5.3	49.64	32.82	66	64	0.84	<0.8	5.14	1.633	0.804	<0.81	1	10	
BTEX	Benzène	mg/kg	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.05	0.3
	Toluène	mg/kg	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	-	-
	Ethylbenzène	mg/kg	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	-	-
	m,p-Xylène	mg/kg	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	-	-
	o-Xylène	mg/kg	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	-	-
	Somme BTEX	mg/kg	<0.250	<0.250	<0.250	<0.250	<0.250	<0.250	<0.250	<0.250	<0.250	<0.250	<0.250	<0.250	<0.250	<0.250	2.5	6
COHV	Dichlorométhane	mg/kg	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.14	<0.14	<0.10	<0.13	<0.13	<0.13	<0.10	-	-
	Chlorure de Vinyle	mg/kg	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	-	-
	1,1-Dichloroéthylène	mg/kg	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	-	-
	Trans-1,2-dichloroéthylène	mg/kg	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	0.9	5
	cis 1,2-Dichloroéthylène	mg/kg	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	0.2	1
	Chloroforme	mg/kg	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	-	-
	Tetrachlorométhane	mg/kg	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	-	-
	1,1-dichloroéthane	mg/kg	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	-	-
	1,2-dichloroéthane	mg/kg	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	-	-
	1,1,1-trichloroéthane	mg/kg	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	0.3	2
	1,1,2-Trichloroéthane	mg/kg	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	-	-
	Trichloroéthylène	mg/kg	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.3	1.5
	Tetrachloroéthylène	mg/kg	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	-	-
	Bromochlorométhane	mg/kg	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	-	-
	Dibromométhane	mg/kg	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	-	-
	1,2-Dibromoéthane	mg/kg	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	-	-
	Bromoforme (tribromométhane)	mg/kg	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	-	-
	Bromodichlorométhane	mg/kg	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	-	-
	Dibromochlorométhane	mg/kg	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	-	-
	PCB	PCB 28	mg/kg	<0.01	<0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PCB 52		mg/kg	<0.01	<0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PCB 101		mg/kg	<0.01	<0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PCB 118		mg/kg	<0.01	<0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PCB 138		mg/kg	<0.01	<0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PCB 153		mg/kg	<0.01	<0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PCB 180		mg/kg	<0.01	<0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Somme PCB	mg/kg	<0.07	<0.07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.03	0.08	

GRILLE DE COMPARAISON INDICATIVE :

- Teneur supérieure aux valeurs seuils VSI de l'INERIS : réutilisation de terres excavées sous bâtiment (bureau, industriel, commercial)
- Teneur supérieure aux valeurs seuils VS2 de l'INERIS : réutilisation sous couverture

	POINTS	S1B-1	S1B-2	S2B-1	S2B-2	S3B-1	S3B-2	S4B-1	S4B-2	S5B-1	S5B-2	S6B-1	S6B-2	Référentiel		Programme INRA-ASPITET		
		Profondeur	0-1.5	1.5-2	0-1.8	1.8-2	0-1	1-2	0-1.7	1.7-2	0-1	1-2	0-1.5	1.5-2	Ref.1	Ref.2	Gamme de valeurs observées dans le cas d'anomalies	
Paramètres	Nature	Remblais	Terrain naturel	Remblais	Terrain naturel	Remblais	Remblais	Remblais	Terrain naturel	Remblais	Remblais	Remblais	Terrain naturel			Mini	Maxi	
-	Matière sèche	%	80.6	77.8	82.7	75.5	84.4	84.3	86	82.2	85	87.3	85	75.7		-	-	
	Arsenic (As)	mg/kg de MS	17.7	9.51	23.7	15	41.2	32.9	34.8	8.51	23.4	22.8	24.3	18.1	30	60	30	60
	Cadmium (Cd)	mg/kg de MS	<0.40	<0.42	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.42	0,7	2	0,7	2
	Chrome (Cr)	mg/kg de MS	41.5	34.3	37.4	46.7	106	96.9	84.2	31.9	62.3	68.3	63.6	55.8	90	150	90	150
	Cuivre (Cu)	mg/kg de MS	19.2	21.2	20.4	21.7	32.3	27.2	54.4	15.7	30	44	28.1	30.2	20	62	20	62
	Mercurure (Hg)	mg/kg de MS	<0.10	<0.10	0.13	0.11	0.39	0.34	0.61	<0.10	0.24	0.19	0.15	0.19	0.15	2.3	0.15	2.3
	Nickel (Ni)	mg/kg de MS	37	35.5	42.5	69.9	96.6	80.3	82.6	40.3	65.8	57.4	57.1	68.1	60	130	60	130
	Plomb (Pb)	mg/kg de MS	55.2	18.2	41	24.9	70.4	58.5	126	15.7	64.6	97.1	91.2	36.1	60	90	60	90
	Zinc (Zn)	mg/kg de MS	132	80.4	109	127	126	125	281	90.4	134	289	240	115	100	250	100	250

GRILLE DE COMPARAISON INDICATIVE :

	Teneur dans la gamme des valeurs pour un sol ordinaire
	Teneur dans la gamme des valeurs pour un sol présentant des anomalies naturelles modérées
	Teneur supérieure à la valeur maximale pour un sol présentant des anomalies naturelles modérées
	Teneur jugée anormale

		POINTS	S1B-1	S1B-2	S2B-1	S2B-2	S3B-1	S3B-2	S4B-1	S4B-2	S5B-1	S5B-2	S6B-1	S6B-2	Référentiel		
		Profondeur	0-1.5	1.5-2	0-1.8	1.8-2	0-1	1-2	0-1.7	1.7-2	0-1	1-2	0-1.5	1.5-2	Ref.1	Ref.2	
HYDROCARBURES S PÉTROLIERS	Paramètres	Nature	Remblais	Terrain naturel	Remblais	Terrain naturel	Remblais	Remblais	Remblais	Terrain naturel	Remblais	Remblais	Remblais	Terrain naturel			
	Fraction C10-C16	mg/kg de MS	4.85	1.41	1.66	<4.00	1.42	4.68	3.69	<4.00	14.1	6.22	2.32	6.14	-	-	
	Fraction C16-C22	mg/kg de MS	15.6	5.2	14.7	<4.00	13.8	32.3	49.8	<4.00	30.8	39.3	13.8	24.6	-	-	
	Fraction C22-C30	mg/kg de MS	31.4	16.7	45.4	<4.00	30.1	83.8	153	<4.00	60.7	72.7	27.9	51	-	-	
	Fraction C30-C40	mg/kg de MS	20.8	31	56.2	<4.00	26.9	43.7	86.5	<4.00	36.4	62.9	31	54.3	-	-	
	Hydrocarbures totaux C10-C40	mg/kg de MS	72.6	54.3	118	<15.0	72.2	165	293	<15.0	142	181	75	136	50	500	
HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES (HAP)	Naphtalène	mg/kg de MS	0.07	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.22	<0.05	<0.05	0.056	<0.05	<0.05	0.05	1.5	
	Acénaphthylène	mg/kg de MS	0.21	<0.05	0.079	<0.05	<0.05	0.068	0.36	<0.05	0.83	0.52	0.18	0.14	-	-	
	Acénaphthène	mg/kg de MS	0.17	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.29	<0.05	0.18	0.17	<0.05	<0.05	-	-	
	Fluorène	mg/kg de MS	0.27	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.25	<0.05	0.18	0.19	<0.05	<0.05	-	-	
	Phénanthrène	mg/kg de MS	2.7	0.077	0.97	<0.05	0.83	0.23	2.3	<0.05	2.7	3.3	0.84	1.3	-	-	
	Anthracène	mg/kg de MS	0.81	<0.05	0.38	<0.05	0.25	0.12	0.62	<0.05	1.7	1.7	0.37	0.76	-	-	
	Fluoranthène	mg/kg de MS	3	0.081	1.7	<0.05	1	0.45	5.1	<0.05	6.1	4	1.5	2.2	-	-	
	Pyrène	mg/kg de MS	2.7	0.083	1.5	<0.05	0.87	0.45	4	<0.05	4.6	2.8	1.5	2.4	-	-	
	Benzo(a)anthracène	mg/kg de MS	1.2	<0.05	0.86	<0.05	0.64	0.36	2.8	<0.05	2.9	3.9	0.59	1.2	-	-	
	Chrysène	mg/kg de MS	1.7	0.067	1	<0.05	0.93	0.6	3.6	<0.05	3.8	4.2	1	1.5	-	-	
	Benzo(b)fluoranthène	mg/kg de MS	2.6	0.054	0.73	<0.05	0.54	0.67	3.9	<0.05	4.5	3	1.4	1.3	-	-	
	Benzo(k)fluoranthène	mg/kg de MS	0.95	<0.05	0.28	<0.05	0.17	0.23	2.3	<0.05	2.1	1.5	0.56	0.53	-	-	
	Benzo(a)pyrène	mg/kg de MS	1.7	<0.05	0.54	<0.05	0.29	0.36	2.6	<0.05	3.2	1.8	0.78	0.93	-	-	
	Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg de MS	0.68	<0.05	0.21	<0.05	0.092	0.089	<0.28	<0.05	0.82	1	0.22	0.48	-	-	
	Benzo(g,h,i)perylène	mg/kg de MS	0.93	<0.05	0.84	<0.05	0.37	0.21	1.5	<0.05	2.2	2.2	0.55	1.5	-	-	
	Indéno(1,2,3-cd)pyrène	mg/kg de MS	1.5	<0.05	1.2	<0.05	0.56	0.35	2.4	<0.05	3.4	2.5	0.71	2.4	-	-	
	Somme HAP 16 (EPA)	mg/kg de MS	21	0.362<math>\times</math>0.912	10.29<math>\times</math>10.44	<math>\times</math>0.8	6.542<math>\times</math>6.742	4.187<math>\times</math>4.337	31.48<math>\times</math>32.52	<math>\times</math>0.8	39.21<math>\times</math>39.26	33	10.2<math>\times</math>10.35	16.64<math>\times</math>16.79	1.2	6.2	
BTEX	Benzène	mg/kg de MS	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.05	0.3	
	Toluène	mg/kg de MS	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	-	-	
	Ethylbenzène	mg/kg de MS	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	-	-	
	m,p-Xylène	mg/kg de MS	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	-	-	
	o-Xylène	mg/kg de MS	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	-	-	
		Somme BTEX	mg/kg de MS	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	2.5	6
		Somme BTEX	mg/kg de MS	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	2.5	6
COHV	Dichlorométhane	mg/kg de MS	<0.06	<0.06	<0.06	<0.07	<0.05	<0.05	<0.05	<0.06	<0.05	<0.05	<0.05	<0.07	-	-	
	Chlorure de Vinyle	mg/kg de MS	<0.06	<0.06	<0.06	<0.07	<0.05	<0.05	<0.05	<0.06	<0.05	<0.05	<0.05	<0.07	-	-	
	1,1-Dichloroéthylène	mg/kg de MS	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	-	-	
	Trans-1,2-dichloroéthylène	mg/kg de MS	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.9	5	
	cis-1,2-Dichloroéthylène	mg/kg de MS	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.2	1	
	Chloroforme	mg/kg de MS	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	-	-	
	Tetrachlorométhane	mg/kg de MS	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	-	-	
	1,1-dichloroéthane	mg/kg de MS	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	-	-	
	1,2-dichloroéthane	mg/kg de MS	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	-	-	
	1,1,1-trichloroéthane	mg/kg de MS	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	0.3	2	
	1,1,2-Trichloroéthane	mg/kg de MS	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	-	-	
	Trichloroéthylène	mg/kg de MS	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.3	1.5	
	Tetrachloroéthylène	mg/kg de MS	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	-	-	
	Bromochlorométhane	mg/kg de MS	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	-	-	
	Dibromométhane	mg/kg de MS	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	-	-	
	1,2-Dibromoéthane	mg/kg de MS	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	-	-	
Bromoforme (tribromométhane)	mg/kg de MS	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	-	-		
Bromodichlorométhane	mg/kg de MS	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	-	-		
Dibromochlorométhane	mg/kg de MS	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	-	-		
PCB	PCB 28	mg/kg de MS	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	-	-	
	PCB 52	mg/kg de MS	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	-	-	
	PCB 101	mg/kg de MS	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	-	-	
	PCB 118	mg/kg de MS	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	-	-	
	PCB 138	mg/kg de MS	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	-	-	
	PCB 153	mg/kg de MS	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	-	-	
	PCB 180	mg/kg de MS	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	-	-	
	Somme PCB	mg/kg de MS	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	0.03	0.08	

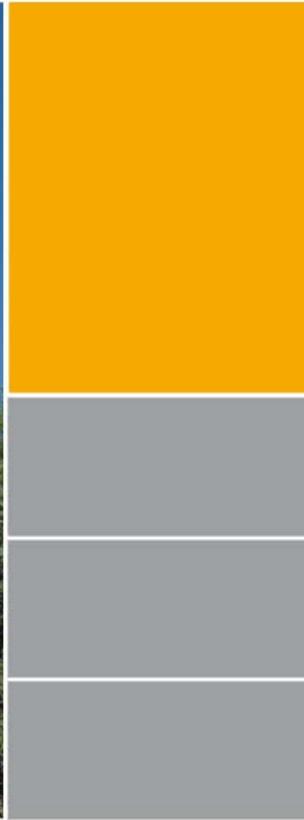
GRILLE DE COMPARAISON INDICATIVE :

	Teneur supérieure au bruit de fond (valeur maximale)
	Teneur supérieure aux valeurs seuils VSI de l'INERIS : réutilisation de terres excavées sous bâtiment (bureau, industriel, commercial)
	Teneur supérieure aux valeurs seuils VS2 de l'INERIS : réutilisation sous couverture

## **Annexe 2 – Synthèse des résultats obtenus sur les eaux du Prarupt**

CAMPAGNE DU 14/11/16						REFERENTIELS		
Paramètres		Unités	Prarupt Amont	Prarupt Intermédiaire	Prarupt Aval	OMS	CSP	
							Eaux Potables	Eaux Brutes
Autres	Température	°C	5.5	3.9	3.9	-	-	25
	Conductivité	µS/cm	870	766	608	-	-	-
	pH	unité pH	7.56	7.73	7.31	-	-	-
Métaux	Arsenic	mg/L	<0.005	<0.005	<0.005	0.01	0.01	0.1
	Cadmium	mg/L	<0.005	<0.005	<0.005	0.003	0.005	0.005
	Chrome	mg/L	<0.005	<0.005	<0.005	0.05	0.05	0.05
	Cuivre	mg/L	<0.01	<0.01	<0.01	2	2	-
	Nickel	mg/L	<0.005	<0.005	<0.005	0.07	0.02	-
	Plomb	mg/L	<0.005	0.011	<0.005	0.01	0.01	0.05
	Zinc	mg/L	0.02	0.08	<0.02	-	-	5
	Mercure	µg/L	<0.20	<0.20	<0.20	6	1	1
Hydrocarbures	HCT C10-C16	mg/L	<0.008	0.01	<0.008	-	-	-
	HCT C16-C22	mg/L	<0.008	0.012	<0.008	-	-	-
	HCT C22-C30	mg/L	<0.008	0.031	<0.008	-	-	-
	HCT C30-C40	mg/L	<0.008	0.031	<0.008	-	-	-
	Indice hydrocarbures C10-C40	mg/L	<0.03	0.084	<0.03	-	-	1
	HAP (16)	µg/L	0.01<x<0.157	0.123<x<0.203	<0.16	-	-	1
BTEX	Benzène	µg/L	<0.50	<0.50	<0.50	10	1	-
	Toluène	µg/L	<1.00	<1.00	<1.00	700	-	-
	Ethylbenzène	µg/L	<1.00	<1.00	<1.00	300	-	-
	o-Xylène	µg/L	<1.00	<1.00	<1.00	-	-	-
	m+p-Xylène	µg/L	<1.00	<1.00	<1.00	-	-	-
	Xylènes totaux	µg/L	<2.00	<1.00	<1.00	500	-	-
-	COHV totaux	mg/L	<49.5	<49.5	<49.5	-	2	10
-	SOMME PCB (7)	mg/L	<0.07	<0.07	<0.07	-	-	-
-	Indice Phénols	mg/L	<10	<10	<10	-	-	-

LEGENDE	
	Teneur inférieure au seuil de détection analytique
-	Substance non recherchée
	Teneur inférieure aux valeurs de référence
	Teneur supérieure à la valeur de référence de l'OMS
	Teneur supérieure aux limites ou références de qualité du Code de la Santé Publique (eaux brutes)



**fondasol**

TERRITOIRE(S) D'EXIGENCE

[www.fondasol.fr](http://www.fondasol.fr)

