



SMAC

39, Cours Louis Fargues – Bordeaux
(33)

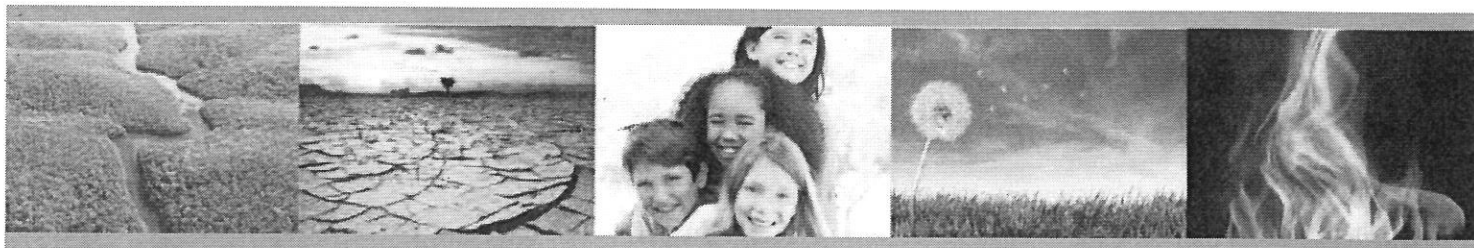
**Diagnostic complémentaire du
milieu souterrain et plan de
gestion générique du site**

Rapport

Réf : CESISO142257 / RESISO05114-01

MICE / JBL / SPE

11/02/2016



www.burgeap.fr



Annexe 4. Diagnostic complémentaire et plan de gestion générique du site

P 171




Réf : CESISO142257 / RESISO05521-02	
MICE / JBL / SPE	
04/05/2016	Figures et annexes
bgp290/8	

SMAC

39, Cours Louis Fargues – Bordeaux (33)

Diagnostic complémentaire du milieu souterrain et plan de gestion générique du site

Pour cette étude, le chef du projet est Mickael CAPDOUZE

Objet de l'indice	Date	Indice	Rédaction		Vérification		Validation	
			Nom	Signature	Nom	Signature	Nom	Signature
Rapport	11/02/2016	01	M. CAPDOUZE		J. BLOIS		S.PETIT	

Numéro de contrat / de rapport :	Réf : CESISO142257 / RESISO05114-01
Numéro d'affaire :	A13019
Domaine technique :	SP12 et SP13
Mots clé du thésaurus	DIAGNOSTIC DE QUALITE ENVIRONNEMENTALE

Agence Sud-Ouest – site de Bordeaux
 Bâtiment 51 - rue des Terres Neuves – 33130 Begles
 Tél : 05.56.49.38.22 • Fax : 05.56.49.89.69
 agence.de.bordeaux@burgeap.fr

Réf : CESISO142257 / RESISO05114-01	
MICE / JBL / SPE	
11/02/2016	Page 2/64

SOMMAIRE

Synthèse non technique	6
Synthèse technique	7
1. Introduction.....	9
1.1 Objet de l'étude	9
1.2 Méthodologie générale et réglementation en vigueur.....	9
2. Contexte environnemental	10
2.1 Localisation et description du site.....	10
2.2 Description des environs du site.....	11
2.3 Contexte géologique	11
2.4 Contexte hydrogéologique	12
3. Investigations sur les sols (A200).....	13
3.1 Nature des investigations.....	13
3.2 Observations de terrain	13
3.3 Stratégie et mode opératoire d'échantillonnage.....	14
3.4 Conservation des échantillons	14
3.5 Programme analytique sur les sols	16
3.6 Valeurs de référence pour les sols.....	16
3.7 Résultats et interprétation des analyses sur les sols	17
3.8 Résultats et interprétation des tests d'acceptation en ISDI.....	26
4. Synthèse des impacts et mise à jour du schéma conceptuel.....	28
4.1 Synthèse des impacts dans les différents milieux	28
4.1.1 Milieu sol.....	28
4.1.2 Milieu eaux souterraines	28
4.2 Schéma conceptuel à l'issue du diagnostic – état actuel.....	29
5. Plan de gestion générique (PG).....	31
5.1 Objectifs généraux	31
5.2 Analyses des enjeux sanitaires (A320).....	31
5.3 Principes d'aménagement retenus	32
5.3.1 Recouvrement du site.....	32
5.3.2 Gestion des canalisations d'eau potable.....	32
5.4 Gestion des zones sources concentrées	33
5.4.1 Généralités des différentes modalités de gestion	33
5.4.2 Définition des zones sources à traiter	34
5.4.3 Bilan coût/avantages	38
5.4.4 Processus de traitement des zones sources	42
5.4.5 Préconisations spécifiques aux travaux de gestion des terres.....	43
6. Conservation de la mémoire.....	45
6.1 Types de servitudes à mettre en œuvre.....	45
6.2 Contenu des restrictions à mettre en œuvre	46



7. Conclusions et recommandations..... 48
8. Limites d'utilisation d'une étude de pollution..... 49

FIGURES

Figure 1 : Localisation géographique du site 10
Figure 2 : Photo aérienne du site avant démolition des installations 11
Figure 3 : Extrait de la carte géologique de Bordeaux..... 12
Figure 4 : Plan d'implantation des sondages 15
Figure 5 : Localisation des impacts en composés organiques dans les remblais superficiels du site R1 (+/-0.00-1.00 m) 23
Figure 6 : Localisation des impacts en composés organiques dans les remblais à mâchefers du site R2 (+/-1.00-2.00 m) 24
Figure 7 : Localisation des impacts en composés organiques dans les sols saturés R3 du site (+/-2.00-2.30 m) 25
Figure 8 : Schéma conceptuel de l'état initial du site 30
Figure 9 : Plan de terrassement des remblais R1 (+/-0.00 à 1.00 m de profondeur)..... 36
Figure 10 : Plan de terrassement des remblais R2 (+/-1.00 à 2.00 m de profondeur)..... 37

TABLEAUX

Tableau 1 : Indices organoleptiques et résultats des tests de terrain 14
Tableau 2 : Programme analytique sur les sols 16
Tableau 3 : Caractéristiques des différentes catégories de terres 17
Tableau 4 : Résultats d'analyses sur les remblais R1 globalement présents entre 0.20 et 1.00 m de profondeur 18
Tableau 5 : Résultats d'analyses sur les remblais R2 globalement présents entre 1.00 et 2.00 m de profondeur 19
Tableau 6 : Résultats d'analyses sur les sols R3 globalement présents entre 2.00 et 2.50 m de profondeur 20
Tableau 7 : Résultats d'analyses des tests d'acceptations en ISDI 26
Tableau 8 : Synthèse statistique des concentrations en composés hydrocarburés mis en évidence dans les sols 35
Tableau 9 : Caractéristiques des zones sources 35
Tableau 10 : Filières d'élimination possible pour les zones sources du site 39
Tableau 11 : Coûts unitaires d'évacuation et de traitement des terres polluées 40
Tableau 12 : Coûts unitaires d'achat de matériaux sains 40
Tableau 13 : Estimation des travaux de gestion des zones sources 41
Tableau 14 : Estimation des couts de remblaiement des zones réhabilitées 41
Tableau 15 : Valeurs seuils de réhabilitation 42
Tableau 16 : Restrictions d'usage à mettre en œuvre 46

ANNEXES

- Annexe 1. Reportage photographique des investigations réalisées
- Annexe 2. Propriétés physico-chimiques
- Annexe 3. Fiches d'échantillonnage des sols
- Annexe 4. Méthodes analytiques, LQ et flaconnage
- Annexe 5. Bordereaux d'analyse des sols
- Annexe 6. Analyse des risques résiduels
- Annexe 7. Glossaire

Synthèse non technique

Dans le cadre de la cessation d'activité de son site, la société SMAC a missionné BURGEAP pour la réalisation d'un diagnostic environnemental du milieu souterrain préalable au démantèlement des installations (rapport RESISO2723-01 du 07/08/2013).

Ce rapport a mis en évidence la présence, au droit de la partie exploitation du site, de sols impactés en composés hydrocarbonés en surface et en profondeur notamment au droit de la cuve enterrée d'huile caloporteuse, ainsi qu'au droit de l'ancienne cuve aérienne de gasoil et, à moindre mesure, au droit de l'ancienne cuve aérienne d'huile, de l'ancien atelier d'entretien mécanique et de l'aire des tri des déchets, où l'impact est notable en surface.

Les travaux de dépollution du site ont été réalisés en septembre 2015 sur la base d'un usage futur du site de type industriel conformément aux obligations réglementaires de l'exploitant (rapport BURGEAP RESISO05521-01 de février 2016).

En parallèle de ces travaux de dépollution, et dans le cadre d'une réflexion au potentiel changement d'usage de son site, SMAC a missionné BURGEAP, pour la réalisation d'un diagnostic complémentaire du milieu souterrain et d'un plan de gestion générique du site afin de :

- compléter les informations relatives à l'état des milieux sols au droit du site par la réalisation de sondages à la pelle mécanique selon un maillage aléatoire, de prélèvements d'échantillons de sols au droit des fouilles réalisées et d'analyses en laboratoire ;
- d'étudier la pertinence technico-économique à réaliser une dépollution complémentaire du site sur la base d'un usage plus sensible au regard d'une Analyse des Risques Résiduels prédictive et des scénarios d'aménagements pré-sentis :
 - bâtiment de logements collectifs sur vide sanitaire ;
 - bâtiment de logements collectifs sur un niveau de sous-sol ;
 - bâtiment de logements collectifs de plain-pied avec un niveau de parking en rez-de-chaussée ouvert.

Les résultats des investigations complémentaires ont mis la présence d'un impact quasi-généralisé en métaux lourds dans les remblais du site ainsi que la présence de zones sources concentrées en composés hydrocarbonés.

Conformément aux circulaires ministérielles relatives à la gestion des sites et sols pollués (février 2007), le présent plan de gestion générique considère la purge des zones sources concentrées de pollution en composés hydrocarbonés mises en évidence à l'issue des diagnostic environnementaux réalisés et pouvant présenter une contrainte sanitaire aux futurs usages envisagés.

L'étude sanitaire réalisée dans le cadre de cette étude a montré une compatibilité sanitaire de l'ensemble des usages projetés à l'issue de la purge des zones sources concentrées identifiées sur le site.

Le coût total des travaux de dépollution des zones sources concentrées afin de rendre le site compatible avec les usages étudiés, a été estimé à 80 k€ HT (hors maîtrise d'œuvre et frais de contrôle).

Synthèse technique

Client	SMAC
Informations sur le site lui-même	<ul style="list-style-type: none"> • Adresse du site : 39, Cours Louis Fargues – Bordeaux (33) ; • Références cadastrales : RM 63 et 65 ; • Superficie totale 7 200 m² environ ; • Propriétaire actuel : SMAC ; • Usage et exploitant actuel : fabrication d'asphalte ; • Situation administrative (ICPE) : site industriel dont la cessation d'activité est en cours (autorisation).
Contexte de l'étude	<p>Cette étude est réalisée dans le cadre d'une réflexion de l'exploitant concernant une dépollution complémentaire du site afin de rétablir la compatibilité sanitaire pour des usages plus sensibles du type résidentiel :</p> <ul style="list-style-type: none"> • bâtiment de logements collectifs sur vide sanitaire ; • bâtiment de logements collectifs sur un niveau de sous-sol ; • bâtiment de logements collectifs de plain-pied avec un niveau de parking en rez-de-chaussée ouvert.
Projet d'aménagement	Aucun projet d'aménagement n'est actuellement prévu sur le site. Les bâtiments de la partie exploitation ont été démolis, cette partie du site restera la propriété de SMAC et servira de zone de stockage.
Historique succinct	<ul style="list-style-type: none"> • avant 1957 : champs agricoles ; • 1961 : début de l'activité d'enrobage de gravillons (autorisée par l'arrêté du 16/01/1961) ; • 2014 : déclaration de cessation d'activité de l'exploitant.
Géologie / hydrogéologie	<ul style="list-style-type: none"> • des remblais sableux à sablo-graveleux marron clair à noirs de la surface jusqu'à globalement 1.00 m de profondeur et pouvant contenir des mâchefers : remblais R1 ; • des remblais marron clair à rouille contenant de nombreux mâchefers globalement rencontrés entre 1.00 et 2.00/2.50 m de profondeur : remblais R2, • sous-jacents à ces remblais, de alluvions récentes composés d'argiles et de tourbes, jusqu'à la profondeur de fin des sondages soit environ 2.50 m : sols R3, • Il existe une « nappe » perchée d'origine météorique de faible productivité circulant au sein des remblais présents sur le site. Son niveau a été relevé entre -1.73 et -2.20 m de profondeur lors des investigations. De par sa faible productivité, elle n'est pas exploitée dans les environs du site et n'est pas considérée comme un enjeu pertinent.
Impacts identifiés lors des précédentes études	<ul style="list-style-type: none"> • présence de sols impactés en hydrocarbures C₁₀-C₄₀ (et à moindre mesure en Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques et en BTEX) en surface et en profondeur notamment au droit de la cuve enterrée d'huile caloporteuse (jusqu'à 3.00 m de profondeur selon les sondages), ainsi qu'au droit de l'ancienne cuve aérienne de gasoil (jusqu'à 2.00 m de profondeur) et, à moindre mesure, au droit de l'ancienne cuve aérienne d'huile, de l'ancien atelier d'entretien mécanique et de l'aire des tri des déchets.
Nature des investigations réalisées	<ul style="list-style-type: none"> • 23 sondages de sols à la pelle mécanique (SC1 à SC3 et S4 à S23) jusqu'à globalement 2.00/2.50 m de profondeur.
Composés recherchés	<ul style="list-style-type: none"> • Sols : HCT, HAP, BTEX et 8 métaux lourds, • Tests réglementaires d'acceptation en ISDI selon l'AM du 12/12/14.

Impacts identifiés lors de cette étude	<ul style="list-style-type: none"> • Impact quasi-généralisé en métaux lourds dans les remblais historiques R1 et R2 rencontrés sur le site, • Impacts généralisés dans les remblais du site en HCT et plus localement en HAP et en BTEX avec présence de zone sources concentrées présentant des teneurs significatives en hydrocarbures C₁₀-C₄₀ (et notamment les fractions volatiles C₁₀-C₁₆), voir en HAP.
Schéma conceptuel initial	<ul style="list-style-type: none"> • Sources : sols impactés en métaux lourds, en hydrocarbures totaux C₁₀-C₄₀ et plus localement en BTEX, • Cibles : usagers actuels (travailleurs), • Voies d'expositions : inhalation de composés volatils, perméation de composés hydrocarbonés dans les canalisations d'eaux potable présentes sur le site.
Schémas conceptuels futurs étudiés dans le cadre de l'étude sanitaire	<ul style="list-style-type: none"> • Sources : sols impactés en métaux lourds et en hydrocarbures totaux C₁₀-C₄₀, • Cibles : usagers futurs (résidents), • Voies d'expositions : inhalation de composés volatils.
Conséquences sur le projet / recommandations	<ul style="list-style-type: none"> • mesures de gestion et risques sanitaires : purge des zones sources concentrées mises en évidence à l'issue du diagnostic complémentaire réalisé dans le cadre de cette étude. Cette purge permettra de rétablir la compatibilité sanitaire du site avec les usages futurs envisagés. • impact financier : évacuation des sols impactés en ISDND et en ISDD, remblaiement des fouilles par apport externe de matériaux sains. Le coût estimé de la dépollution complémentaire à réaliser est estimé à globalement 80 k€ HT (hors maîtrise d'œuvre et frais de contrôle).

1. Introduction

1.1 Objet de l'étude

Dans le cadre de la cessation d'activité de son site, la société SMAC a missionné BURGEAP pour la réalisation d'un diagnostic environnemental du milieu souterrain préalable au démantèlement des installations (rapport RESISO2723-01 du 07/08/2013).

Ce rapport a mis en évidence la présence, au droit de la partie exploitation du site, de sols impactés en hydrocarbures C₁₀-C₄₀ (et à moindre mesure en Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques et en BTEX) en surface et en profondeur notamment au droit de la cuve enterrée d'huile caloporteuse (jusqu'à 3.00 m de profondeur selon les sondages), ainsi qu'au droit de l'ancienne cuve aérienne de gasoil (jusqu'à 2.00 m de profondeur) et, à moindre mesure, au droit de l'ancienne cuve aérienne d'huile, de l'ancien atelier d'entretien mécanique et de l'aire des tri des déchets, où l'impact est notable en surface.

Les travaux de dépollution du site ont été réalisés en septembre 2015 sur la base d'un usage futur du site de type industriel conformément aux obligations réglementaires de l'exploitant (rapport SES LavalB393307053 de janvier 2016).

En parallèle de ces travaux de dépollution, et dans le cadre d'une réflexion sur la valorisation potentielle du foncier pour un usage plus sensible du type résidentiel, SMAC a missionné BURGEAP, pour la réalisation d'un diagnostic complémentaire du milieu souterrain et d'un plan de gestion générique du site afin de :

- compléter les informations relatives à l'état des milieux sols au droit du site par la réalisation de sondages à la pelle mécanique selon un maillage aléatoire sur les parties non investiguées du site, de prélèvements d'échantillons de sols au droit des fouilles réalisées et d'analyses en laboratoire ;
- d'étudier la pertinence technico-économique à réaliser une dépollution complémentaire du site sur la base d'un usage plus sensible au regard d'une Analyse des Risques Résiduels prédictive et des scénarios d'aménagements pré-sentis.

Les investigations menées sur le site en septembre 2015, les résultats des analyses effectuées et nos recommandations en termes de gestion des pollutions du site font l'objet du présent rapport.

1.2 Méthodologie générale et réglementation en vigueur

La méthodologie retenue par BURGEAP 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 AFNOR NF X 31-620 « Qualité du sol – Prestations de services relatives aux sites et sols pollués »** révisée en juin 2011, pour le domaine A : « Etudes, assistance et contrôle ».

Nous nous plaçons dans une prestation générale de type **EVAL 3** et **PG** , incluant les prestations élémentaires suivantes :

- A200 : Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les sols,
- A320 : Analyse des enjeux sanitaires.

L'étude est réalisée sur la base des connaissances techniques et scientifiques disponibles à la date de sa réalisation.

2. Contexte environnemental

2.1 Localisation et description du site

Le site étudié est localisé sur la commune de Bordeaux (33), au 39 cours Louis Fargue (cf. **figure 1**). Il correspond aux parcelles cadastrées n°75, 76, 77 et 78 de la section RM de la commune.

Le secteur d'étude se trouve en bordure de Garonne. L'altitude moyenne est d'environ 4 m NGF (Nivellement Général de la France), selon la carte IGN n°1536OT de BORDEAUX SUD MEDOC au 1/25 000^{ème}.

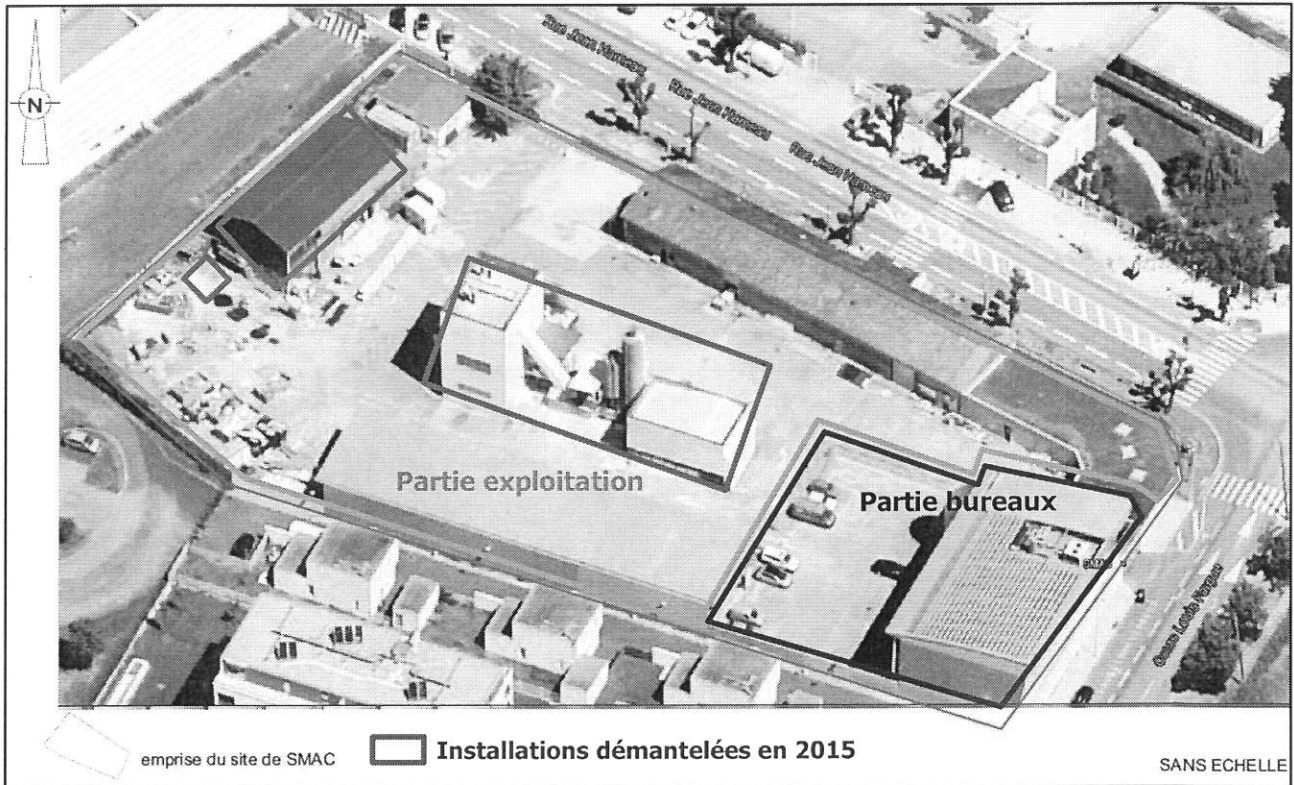
Figure 1 : Localisation géographique du site



Le site d'étude, propriété de SMAC, est divisé en deux parties distinctes (cf. **figure 2**):

- une partie exploitation qui fait l'objet de la cessation d'activité sur laquelle étaient présentes les anciennes installations de l'activité bitumineuse (cuve enterrée d'huile caloporteuse, cuve aérienne de bitume, atelier de stockage, etc.) qui ont été démantelées en aout 2015 ;
- une partie, toujours en activité, occupée par les bureaux de SMAC.

Figure 2 : Photo aérienne du site avant démolition des installations



2.2 Description des environs du site

Le site étudié est implanté dans un environnement urbain composé de bureaux, d'entrepôts et de zones résidentielles. Le site est délimité dans ses environs immédiats par :

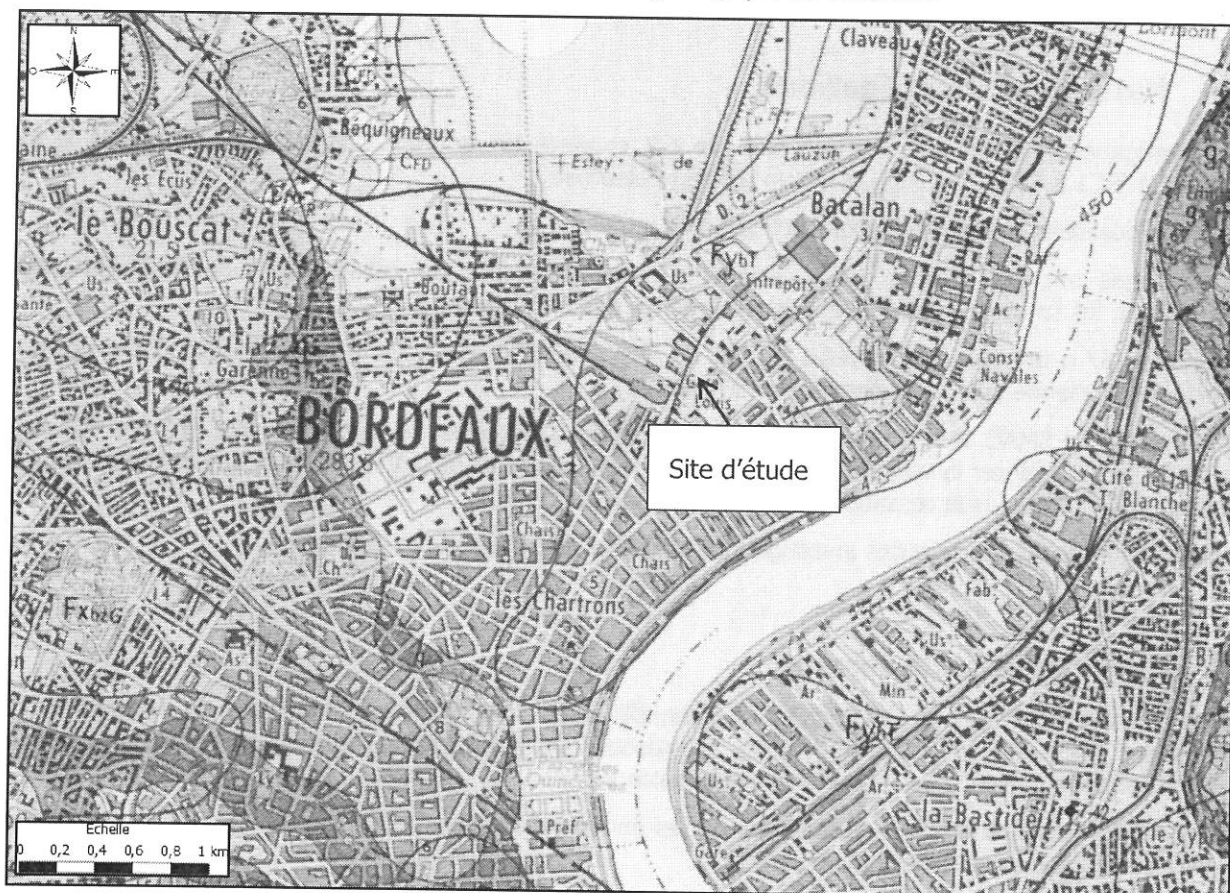
- une station d'épuration, à environ 250 m au nord,
- le cours Louis Fargue en limite est et la rue Jean Hameau en limite nord,
- des immeubles résidentiels et parkings au sud et à l'ouest,
- le collège Edouard Vaillant à 50 m au sud-est,
- des zones d'entrepôts de stockage ainsi que des immeubles de bureau au nord,
- les bassins à flot 1 et 2 à 450 m du site au nord-est,
- la Garonne à environ 1 km au sud-est du site.

2.3 Contexte géologique

D'après la carte géologique n°803 de BORDEAUX au 1/50 000^{ème} (cf. figure 3) et les données archivées sur le serveur de la banque de données Infoterre, la première formation géologique susceptible d'être rencontrée au droit de la zone d'étude sous d'éventuels remblais correspond à la formation quaternaire des argiles de Mattes (notée FybT) composée de tourbes et d'argiles bleuâtres à grisâtres et d'argiles tourbeuses.

Les investigations réalisées dans le cadre du diagnostic environnemental du milieu souterrain et qui ont fait l'objet du rapport BURGEAP RESISO2723-01 du 07/08/2013 ont mis en évidence, au droit du site, la présence de remblais entre globalement 0.20 et 2.00 m de profondeur au-dessus de ces terrains naturels (formation quaternaire).

Figure 3 : Extrait de la carte géologique de Bordeaux



2.4 Contexte hydrogéologique

D'après les données bibliographiques et la notice de la carte géologique n°803 de Bordeaux, le premier aquifère rencontré au droit du site correspond à la nappe des sables alluvionnaires présente sous la formation imperméable des argiles de Mattes. D'après la Banque de donnée du sous-sol, cette nappe serait présente, aux environs du site d'étude, entre - 6.00 et - 20.00 m de profondeur par rapport au niveau du sol.

Cette nappe est en relation directe avec la Garonne présente à environ 1 Km du site d'étude. Son sens d'écoulement théorique est, au droit du site, vers le Nord-Est.

De par la présence de remblais, des circulations d'eaux d'origine météorique sur le toit des argiles de Mattes sont susceptibles d'être rencontrées au droit du site. Dans le cadre de la cessation d'activité, un suivi de la qualité des eaux de cette nappe superficielle a été réalisé par la pose de quatre piézomètres de contrôle au droit du site entre 5.00 et 7.00 m de profondeur (rapport RESISO04645-01 du 27/04/2014 relatif à la campagne des hautes eaux).

Les niveaux d'eaux mis en évidence dans le cadre de cette étude étaient compris entre -1.73 et -2.20 m de profondeur par rapport à la surface actuelle du terrain.

3. Investigations sur les sols (A200)

3.1 Nature des investigations

Les investigations qui ont été menées sur site ont consisté en la réalisation de 23 sondages à la pelle mécanique (SC1 à SC3, S4 à S23) selon un maillage aléatoire.

Elles sont localisées en **figure 4** présentée ci-après.

Les sondages ont été réalisés par la société SES et suivis par un collaborateur de BURGEAP. Après prélèvement, les sondages ont été rebouchés avec les déblais de forage.

Le sondage S7 a fait l'objet d'un refus du fait de la présence d'un revêtement de surface d'une épaisseur importante (ancienne zone de déversement d'asphalte).

A la demande de SMAC, le sondage S15 qui était implanté à proximité de l'entrée du site, n'a pas été réalisé afin de ne pas détériorer la voie d'accès au site aux poids lourds transitant vers l'ancienne partie exploitation du site et servant depuis la cessation d'activité, de zone de dépôts.

Un reportage photographique des investigations réalisées est présenté en **annexe 1**.

3.2 Observations de terrain

Les terrains rencontrés ont été décrits et échantillonnés pour analyses chimiques en laboratoire. Les descriptions ont porté sur l'aspect général, la présence ou non d'indices visuels de pollution. Les fiches d'échantillonnage de sols sont présentées en **annexe 2**.

Au regard des observations réalisées au cours des investigations, la succession des formations géologiques au droit du site est globalement la suivante :

- un revêtement en enrobé et/ou bétonné d'une épaisseur comprise entre 0.10 et 0.90 m (S6),
- des remblais sableux à sablo-graveleux marron clair à noirs d'une épaisseur moyenne de 1.00 m pouvant contenir des mâchefers : **remblais R1** ;
- des remblais marron clair à rouille contenant de nombreux mâchefers : **remblais R2** globalement rencontrés entre 1.00 et 2.00 m de profondeur,
- des argiles tourbeuses noires correspondant aux terrains naturels de la formation des argiles de Mattes ou des remblais sablo-graveleux marron clair/rouille à noirâtres : **sols R3** rencontrés en dessous des 2.00 m de profondeur.

Lors de la réalisation des sondages complémentaires, il a été mis en évidence la présence d'une irisation et d'odeurs caractéristiques en composés hydrocarbonés des eaux présentes au droit des fouilles S9, S19 à S23.

Les indices organoleptiques rencontrés et les résultats des tests de terrain sont repris dans le tableau ci-après.

Seuls les échantillons ayant présenté une réaction positive à un test de terrain sont reportés ci-dessous ; l'intégralité des résultats figure dans les fiches d'échantillonnage de sols en **annexe 3**.

Tableau 1 : Indices organoleptiques et résultats des tests de terrain

Sondage	Profondeur (m)	Typologie de remblais	Indices organoleptiques	PID (ppmv)
S12	0,5-1	R1	couleur noire et odeur	0,5
S13	1,5-2	R3	couleur noire	2
S13	2,2-2,3	R2	couleur noire et odeur	30
S14	0,5-1	R1	couleur noire et odeur	30
S14	1,5-2	R2	couleur noire	2
S16	0,5-1,4	R1	couleur noire	1
S16	1,5-2	R2	couleur noire	0,2
S17	1-1,5	R2	couleur noire et odeur	10
S17	1,5-2	R2	couleur noire et odeur	50
S19	0,5-1	R1	couleur noire	0,6
S19	1,5-2	R2	couleur noire	2
S20	1-1,5	R2	couleur noire	10
S20	1,6-2,4	R3	couleur noire et odeur	60
S21	0,2-0,8	R1	couleur noire	2
S21	1-1,5	R2	couleur noire et odeur	30
S21	2,2-2,5	R3	couleur noire et odeur	80

3.3 Stratégie et mode opératoire d'échantillonnage

Pour chacun des sondages, après en avoir décrit la nature (structure et texture), ainsi que les caractéristiques organoleptiques, le collaborateur de BURGEAP a procédé au prélèvement des échantillons de sols selon le protocole détaillé ci-après :

- un échantillon pour chaque horizon lithologique homogène,
- un échantillon par mètre, si l'épaisseur de l'horizon dépasse 1.00 m,
- un échantillon de chaque niveau lithologique suspect.

Un niveau de sol est jugé suspect lorsqu'il présente des traces de souillures, des caractéristiques organoleptiques anormales (odeur, couleur, texture), des réponses positives aux tests de terrain ou qu'il renferme des matériaux suspects (briques, mâchefers...).

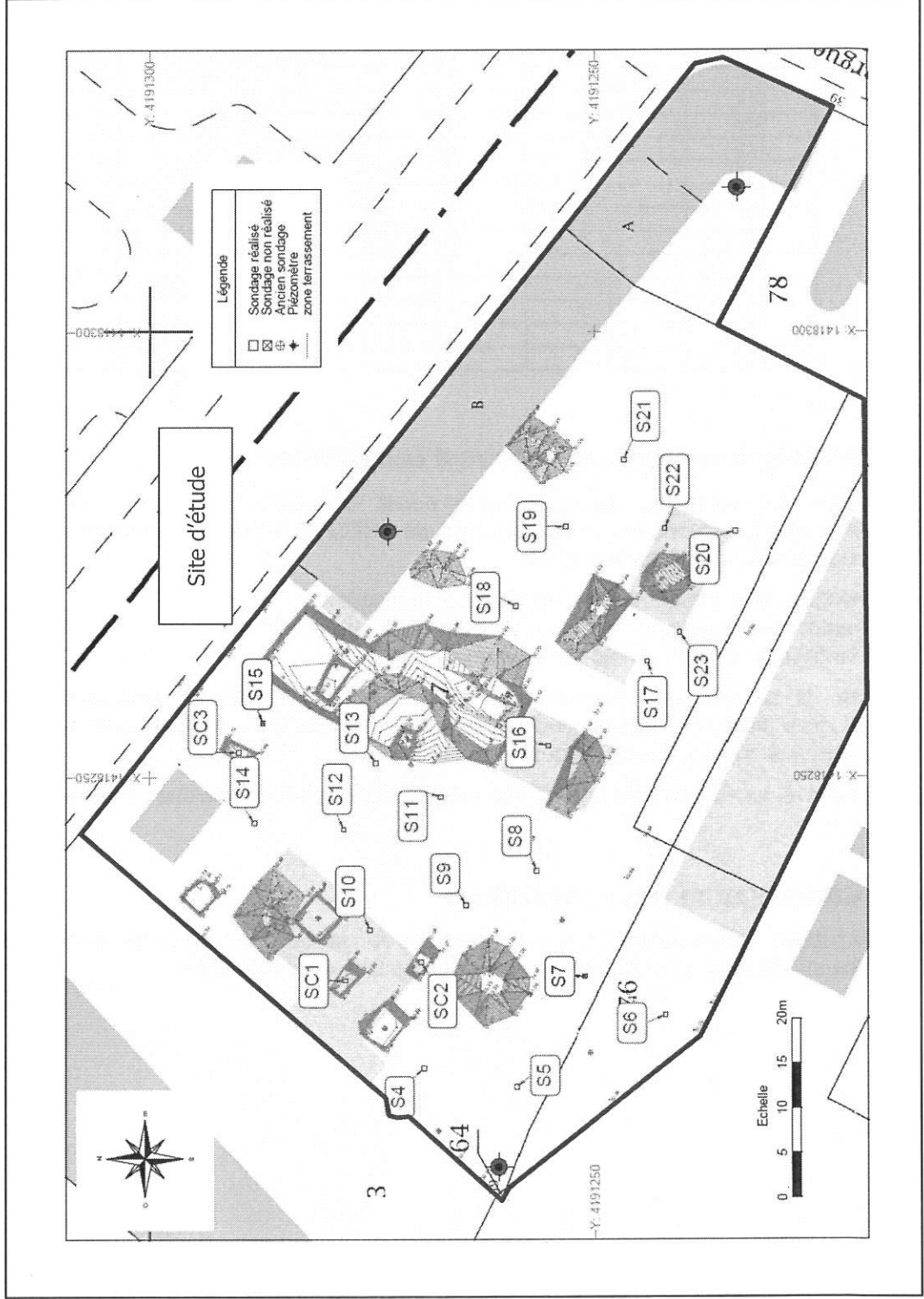
Une fois prélevé, les échantillons ont été conditionnés dans des bocaux d'une contenance de 370 ml.

3.4 Conservation des échantillons

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

- Diagnostic complémentaire du milieu souterrain et plan de gestion générique du site
- 3. Investigations sur les sols (A200)

Figure 4 : Plan d'implantation des sondages



3.5 Programme analytique sur les sols

Les analyses chimiques ont été réalisées par le laboratoire EUROFINs. Les échantillons envoyés au laboratoire ont été choisis en fonction des indices organoleptiques de terrain.

Les méthodes analytiques, les limites de quantification et le descriptif du flaconnage utilisé figurent en **annexe 4**.

Tableau 2 : Programme analytique sur les sols

Substances analysées	Nombre d'échantillons
	TOTAL
Hydrocarbures totaux (HCT C ₁₀ -C ₄₀)	43
Benzène, Toluène, Ethylbenzène et Xylènes (BTEX)	43
Hydrocarbures Aromatiques (HAP)	43
8 métaux et métalloïdes (Arsenic, Cuivre, Plomb, Zinc, Nickel, Mercure, Chrome et Cadmium)	43
Pack d'acceptation en Installation de Stockage pour Déchets Inertes (ISDI) conformément à l'arrêté ministériel du 12/12/2014	3

3.6 Valeurs de référence pour les sols

Conformément aux recommandations des circulaires ministérielles de février 2007, les concentrations dans les sols au droit de la zone d'étude ont été comparées à des concentrations caractéristiques du bruit de fond.

Ces valeurs de comparaison sont présentées dans les premières colonnes des tableaux de synthèse analytique.

Pour les **métaux et métalloïdes**, la gamme de concentrations qui sera utilisée pour comparaison est celle mise en évidence dans les sols naturels ordinaires (sans anomalie géochimique) par l'INRA (étude de Denis BAIZE, État au 18 août 2010¹). A défaut, nous utiliserons également les valeurs proposées par l'ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry).

Pour les **HAP**, en l'absence de données locales, les valeurs de référence qui seront utilisées sont extraites de l'ATSDR (Toxicological profile for PAHs, 1995 et 2005) et des fiches toxicologiques de l'INERIS pour des sols urbains.

Pour les autres composés, en l'absence de valeurs caractérisant le bruit de fond, un simple constat de présence ou d'absence a été réalisé en référence à des teneurs supérieures ou inférieures aux limites de quantification du laboratoire.

Parallèlement, afin d'appréhender la gestion de terres qui seront potentiellement excavées, les concentrations sur le sol brut et sur l'éluat du test de lixiviation ont été comparées :

- aux critères d'acceptation définis dans l'arrêté du 12 décembre 2014 relatif aux déchets inertes ;
- à la Décision du Conseil du 19 décembre 2002 « *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* ».

¹ <http://etm.orleans.inra.fr/gammes3.htm>

Tableau 3 : Caractéristiques des différentes catégories de terres

filiales associées	Installation de Stockage des Déchets Inertes (ISDI)	Comblement de carrière pour "terres sulfatées"	Installation de Stockage des Déchets Non Dangereux (ISDND)
Substances	Paramètres sur sol brut		
HAP (mg/kg)	$\Sigma(16\text{HAP}) < 50$	$\Sigma(16\text{HAP}) < 50$	$\Sigma(16\text{HAP}) < 500$
Métaux et métalloïdes (As, Cd, Cr, Hg, Ni, Pb, Zn) (mg/kg)	Seuils conformes aux arrêtés préfectoraux des installations de stockage	Seuils conformes aux arrêtés préfectoraux des installations de stockage	Seuils conformes aux arrêtés préfectoraux des installations de stockage
HCT (C10-C40) (mg/kg)	HCT < 500	HCT < 500	HCT < 5 000
COHV (mg/kg)	$\Sigma(\text{COHV}) < 2$	$\Sigma(\text{COHV}) < 2$ et TCE < 1	$\Sigma(\text{COHV}) < 10$
BTEX (mg/kg)	$\Sigma(\text{BTEX}) < 6$	$\Sigma(\text{BTEX}) < 6$	$\Sigma(\text{BTEX}) < 30$
PCB (mg/kg)	$\Sigma(7 \text{ PCB}) < 1$	$\Sigma(\text{PCB}) < 1$	$\Sigma(\text{PCB}) < 50$
Autres critères	absence d'indice organoleptique (couleur, odeur, déchets)	absence d'indice organoleptique (couleur, odeur, déchets)	Indifférents
tests de lixiviation	Paramètres sur éluats (ou lixiviats)		
lixiviation sur 24 h	tests de lixiviation conformes à l'arrêté du 12 décembre 2014	tests de lixiviation conformes à l'arrêté du 28 octobre 2010 sauf FS > 4 000 mg/kg et [SO4] > 1/2 [FS]	Tests de lixiviation conformes à la Décision du Conseil du 19 déc. 2002 pour les déchets non dangereux

valeur réglementaire

valeur non réglementaire mais parfois appliquée par les exploitants d'installations de stockage

(*) Selon la nature des composés présents, le choix d'une filière de type biotraitement peut ou non s'avérer pertinent.

ISDI - Installation de stockage de déchets inertes - Ancienne appellation : CET 3 ou CSDU 3

ISDND - Installation de stockage de déchets non dangereux - Ancienne appellation : CET 2 ou CSDU 2

ISDD - Installation de stockage de déchets dangereux - Ancienne appellation : CET 1 ou CSDU 1

Rappelons que les critères de définition des catégories ci-dessus n'ont pas tous de valeur réglementaire et que l'acceptation des terres dans un centre de stockage de déchets dépend de l'accord de l'exploitant ; les exploitants des installations de stockage restent les derniers décisionnaires quant à l'acceptation des terres au regard de leurs propres arrêtés préfectoraux.

3.7 Résultats et interprétation des analyses sur les sols

 L'ensemble des résultats d'analyse sont synthétisés dans un tableau en **annexe 5**. Les bordereaux des analyses réalisées dans le cadre de ce diagnostic sont présentés en **annexe 6**.

Les tableaux ci-après présentent l'ensemble des résultats obtenus par lithologie et par tranche de profondeur.

SC1		SC2	SC3	S4	S5	S6	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S16	S17	S18	S19	S20	
SC1-2		SC2-2	SC3-2	S4 (1-2)	S5 (1-2)	S6 (1-1,6)	S8 (1,5-2)	S9 (1,5-2)	S10 (1-2)	S11 (1,5-2)	S12 (1,5-2)	S13 (1,5-2)	S14 (1,5-2)	S16 (1,5-2)	S17 (1-1,5)	S18 (1,5-2)	S19 (1,5-2)	S20	
2		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2,2	2	2	2	1	
Remblais sablo-graveleux marron clair à rouille avec mâcheters		Remblais sablo-graveleux marron clair à rouille avec mâcheters	Remblais sablo-graveleux marron clair à rouille avec mâcheters	Remblais sableux gris-noirs avec mâcheters	Remblais sableux gris-noirs avec mâcheters	Remblais sableux gris-noirs avec mâcheters	Remblais sableux gris-noirs avec mâcheters	Remblais sableux gris-noirs avec mâcheters	Remblais sableux marron clair à rouille avec mâcheters	Remblais sablo-graveleux marron clair à rouille avec mâcheters	Remblais sablo-graveleux marron clair à rouille avec mâcheters	Remblais sablo-graveleux marron clair à rouille avec mâcheters	Remblais sablo-graveleux marron clair à rouille avec mâcheters	Remblais sableux noirs/ocres avec mâcheters	Remblais sableux noirs avec mâcheters	Remblais sableux gris/noirs avec briques et débris de verre	Remblais sableux noirs avec mâcheters	Remblais sableux gris/noirs avec mâcheters	
82,8	77,8	84,4	82,9	72	90,8	85,4	76,8	83,3	81,3	86	86,9	77	82,4	84,7	81,3	76,8	72,9	8	
44,5	32,7	36,2	45,3	54,6	44,3	12,7	26,6	42,7	29,7	65,2	42,8	49,5	45,5	55,9	41,4	13,8	54,6	3	
126	92,6	106	112	126	126	123	142	125	237	135	109	109	147	132	141	135	136	4	
3,42	4,12	2,82	4,62	5,35	1,23	2,43	4,18	5,27	2,66	4,07	4,67	4,92	4,67	3,25	1,84	2,04	3,09	1	
84,2	77,4	60	63,2	113	18,2	67,5	64,4	90,9	52,1	81,9	80,3	71,1	54,1	54,9	45,3	45,3	46	2	
1,520	1,240	910	1,210	1,340	1,53	1,930	1,080	978	1,560	1,510	946	791	1,220	1,220	790	1,110	2,310	2	
91	103	92,1	99,9	139	17,5	156	124	114	156	117	100	117	127	175	147	147	168	1	
2,600	3,480	1,900	3,710	3,340	4,38	2,400	3,440	2,750	2,440	4,210	3,460	2,750	2,260	3,020	1,420	2,160	2,100	5	
2,500	3,370	1,890	3,800	4,040	5,06	1,600	3,020	3,330	2,560	3,380	3,060	2,740	1,480	1,480	1,470	1,470	1,470	2	
3,22	1,88	1,05	1,61	1,79	1,06	0,84	1,59	1	1,07	1,07	3,88	1,68	0,9	10,6	0,97	0,36	0,36	1	
METAUX LOURDS																			
500	192	117	152	66,4	459	179	246	236	107	187	166	262	121	121	34,8	72,9	1,890	2	
19,2	14,4	55,3	8,49	10	17,7	14,8	2,93	10,2	3,26	10,2	6,83	69,5	19	6,44	12,20	4,52	600	2	
26,1	22,7	219	17,7	9,21	58,3	48,5	33,9	29,1	6,36	25	17,2	49,9	26,6	8,68	13,30	13	900	2	
75,7	46,9	247	56,1	26,6	149	62,9	104	38,7	60,6	60,6	65,4	65,4	40,9	10	41,4	24,9	302	2	
71,4	33	88,6	69,9	23,8	242	49,3	93,1	107	59,1	91,2	81,2	77,5	34,5	9,66	57	30,4	36,6	2	
HAP																			
1,3	0,32	0,3	<0,05	<0,05	0,36	0,069	0,063	<0,05	<0,05	0,15	0,17	0,17	0,062	0,26	<0,05	<0,05	0,092	0,16	2
0,29	0,17	3,5	0,15	<0,05	0,5	0,16	0,055	1,6	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,68	<0,05	<0,05	1,8	0,06	2
0,24	<0,05	0,95	<0,05	<0,05	0,4	<0,05	0,19	<0,05	<0,05	0,17	<0,05	0,36	<0,05	0,053	<0,05	<0,05	0,12	0,16	2
0,065	<0,05	1,6	<0,05	<0,05	0,28	<0,05	0,11	0,09	<0,05	0,1	<0,05	<0,05	<0,05	0,09	<0,05	<0,05	0,18	0,075	2
0,51	0,18	7,8	0,71	0,12	3,7	0,45	1,3	0,74	2,3	0,59	0,2	0,55	0,2	0,51	0,24	0,15	0,12	0,075	2
0,28	0,12	5,2	0,35	<0,05	1,6	0,19	0,3	1,3	1,3	<0,05	0,81	0,23	<0,05	0,51	<0,05	0,055	1,7	0,12	2
0,77	0,8	16	1,5	0,16	6	0,62	2	2,2	2,2	0,11	2,6	0,44	0,15	0,69	0,17	0,2	0,39	1,4	2
0,71	0,86	16	1,3	0,14	5,4	0,54	1,8	2,3	2,2	0,075	2,2	0,57	0,13	0,64	0,19	0,18	0,37	0,16	2
0,56	0,4	10	1,1	0,24	3,1	0,65	1,3	2,2	2,2	0,055	1,2	0,28	0,28	0,67	0,23	0,17	<0,068	0,16	2
0,77	0,67	14	1,6	0,43	3,9	0,87	1,6	2,9	0,066	1,8	0,26	0,26	0,33	0,91	0,24	<0,09	<0,09	0,16	2
1	1,7	13	2,5	0,53	3,9	1,7	1,6	3	0,16	2,2	2,2	0,63	0,45	1,5	0,24	0,21	<0,08	0,16	2
0,37	0,38	4,2	0,81	0,22	1,7	0,73	0,76	1	0,067	0,79	0,19	0,18	0,25	0,069	0,18	<0,052	<0,081	<0,081	2
0,52	0,76	8,4	1,6	0,13	2,4	0,66	1	2	0,088	1,5	0,3	0,3	0,24	<0,05	2,7	0,13	<0,068	0,16	2
0,18	0,23	2	0,48	0,062	0,55	0,21	0,28	0,73	<0,05	0,35	0,069	<0,05	0,069	<0,05	0,64	<0,077	<0,077	0,16	2
0,59	0,96	6	1,2	0,12	1,8	0,57	0,77	1,5	0,091	1,2	0,18	0,21	0,18	0,64	1,9	0,088	<0,077	<0,077	2
0,63	1,2	7,8	1,2	0,14	2,3	0,63	0,88	2	0,078	1,1	0,16	0,24	0,16	0,73	2,4	0,084	<0,079	<0,079	2
8,8	8,8	170	14,6	2,5	38	8,1	14	23,6	1,1	18,5	2,6	4,5	9	1,8	3,3	1,8	3,3	3,3	2
BTEX																			
<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	<0,05	<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	<0,05	<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	<0,05	<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	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25

6 traces métalliques dans les sols; Denis BAIZE, INRA. En italique : source = ATSDR

station en ISDI

Tableau 6 : Résultats d'analyses sur les sols R3 globalement présents entre 2.00 et 2.50 m de profondeur

R3: 2,00 - 2,50 m						
Sondage				S13	S20	S21
Echantillon				S13 (2.2-2.3)	S20 (1.6-2.4)	S21 (2.2-2.5)
Profondeur	m			2,2-2,3	1,6-2,4	2,2-2,5
Niveau d'eau dans la fouille	m			-	2,3	2,2
Lithologie		Bruit de fond (a)		Argile tourbeuse noire	Remblais sableux noirs avec mâchefers	Remblais sablo-graveleux gris/noirs avec mâchefers
		Arrêté du 12/12/14 (ISDI)				
Matière sèche	% P.B.			60,9	80	75,1
Refus pondéral à 2 mm	% P.B.			45,2	50,3	7,77
METAUX LOURDS						
Arsenic	mg/kg MS	25		54,9	118	189
Cadmium	mg/kg MS	0,45		0,97	2,73	2,58
Chrome	mg/kg MS	90		30,5	59,4	82,5
Cuivre	mg/kg MS	20		480	1 390	2 210
Nickel	mg/kg MS	60		63,3	132	174
Plomb	mg/kg MS	50		842	1 980	2 180
Zinc	mg/kg MS	100		1 380	1 740	1 410
Mercurure	mg/kg MS	0,1		1,22	1,07	0,65
HCT						
Indice Hydrocarbures (C10-C40)	mg/kg MS	LQ	500	4 670	4 110	8 880
HCT (nC10 - nC16)	mg/kg MS	LQ		3 330	1 370	3 140
HCT (>nC16 - nC22)	mg/kg MS	LQ		474	1 660	3 520
HCT (>nC22 - nC30)	mg/kg MS	LQ		511	867	1 890
HCT (>nC30 - nC40)	mg/kg MS	LQ		354	217	341
HAP						
Naphtalène	mg/kg MS	<i>0,15</i>		<i>340</i>	<i>0,25</i>	<i>0,09</i>
Acénaphthylène	mg/kg MS			4,5	1,6	<0,064
Acénaphthène	mg/kg MS			200	<0,32	0,70
Fluorène	mg/kg MS			45	0,54	0,63
Phénanthrène	mg/kg MS			110	3,1	1,40
Anthracène	mg/kg MS			49	2,2	0,60
Fluoranthène	mg/kg MS			34	6,4	0,30
Pyrène	mg/kg MS			26	6,2	0,61
Benzo(a)anthracène	mg/kg MS			14	4,3	<0,064
Chrysène	mg/kg MS			18	6,2	<0,084
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg MS			4,8	5,6	0,09
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS			1,8	1,6	<0,076
Benzo(a)pyrène	mg/kg MS			2,1	4,2	<0,064
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg MS			0,47	0,95	<0,072
Benzo(ghi)Pérylène	mg/kg MS			0,87	3,2	<0,072
Indeno (1,2,3-cd) Pyrène	mg/kg MS			1,9	3,5	<0,073
Somme des HAP	mg/kg MS	25	50	850	50,1	4,9
BTEX						
Benzène	mg/kg MS	LQ		<0,05	<0,05	<0,05
Toluène	mg/kg MS	LQ		<0,05	<0,05	<0,05
Ethylbenzène	mg/kg MS	LQ		0,38	<0,05	<0,05
m+p-Xylène	mg/kg MS	LQ		0,72	<0,05	<0,05
o-Xylène	mg/kg MS	LQ		0,49	<0,05	<0,05
Somme des BTEX	mg/kg MS	LQ	6	1,69	<0,25	<0,25

(a) Valeurs **en gras** : source = Teneurs totales en éléments traces métalliques dans les sols, Denis BAIZE, INRA. *En italique* : source = "*<*": Inférieur à la limite de quantification du laboratoire

Teneurs supérieures à la valeur seuil réglementaire d'acceptation en ISDI

Les cartographies des principales anomalies en composés organiques identifiés à l'issue des investigations de terrain sont présentées ci-après en **figure 5 à 7**.

Remblais R1

Les résultats d'analyses en laboratoire sur les échantillons de cette lithologie sur la tranche de globalement 0.20-1.00 m ont mis en évidence :

- concernant les **hydrocarbures totaux (C₁₀-C₄₀)** :

- leur présence au droit de l'ensemble des échantillons testés.
- trois échantillons présentent des teneurs supérieures à la valeur seuil de gestion de 500 mg/kg de MS des déchets inertes (ISDI) avec des concentrations comprises entre 640 et 5 170 mg/kg de MS (SC1-1, S13 (0.5-1), S18 (0.5-1) et S23-1).
 - l'étude des chromatogrammes montre une répartition globalement hétérogène des fractions carbonées avec une prédominance des fractions non volatiles C₁₆-C₄₀ pour les échantillons de remblais prélevés au droit des sondages S13 et S18.
 - concernant les remblais du sondage SC1 et S23, le chromatogramme montre une répartition avec une répartition plus homogène autour des fractions carbonées C₁₀-C₄₀ avec cependant une légère prédominance des fractions lourdes C₂₂-C₃₀ pour l'échantillon en SC1 ;
- hormis en S13 (teneurs inférieures à la limite de détection du laboratoire) la présence de composés de la famille des **HAP** sur l'ensemble des échantillons testés. Trois échantillons (SC1-1, S8 (0.5-1) et S9 (0.3-1.2)) présentent des teneurs supérieures au bruit de fond pris pour référence pour ces composés. A titre de comparaison, deux de ces trois échantillons présentent des teneurs significativement supérieures à la valeur seuil réglementaire de l'arrêté du 12/12/14 pour ces composés : SC1-1 : 190 mg/kg de MS et S9 (0.3-1.2) : 88 mg/kg de MS ;
- des composés de la famille des **BTEX** ont été identifiés au droit des échantillons SC1 et S23 à des teneurs inférieures à la valeur seuil ISDI pour ces composés. Les teneurs obtenues sur les autres échantillons prélevés au sein de cette lithologie sont inférieures à la limite de détection du laboratoire.

Remblais R2

Les résultats d'analyses en laboratoire sur les échantillons de cette lithologie sur la tranche de globalement 1.00-2.00 m ont mis en évidence :

- concernant **les hydrocarbures totaux (C₁₀-C₄₀)** :
 - leur présence au droit de l'ensemble des échantillons testés.
 - sept échantillons présentent des teneurs supérieures à la valeur seuil de gestion de 500 mg/kg de MS des déchets inertes (ISDI) avec des concentrations comprises entre 610 et 3 020 mg/kg de MS.
 - l'étude des chromatogrammes montre une répartition globalement hétérogène des fractions carbonées avec une prédominance des fractions non volatiles C₁₆-C₃₀ pour les échantillons de remblais prélevés au droit des sondages SC3, S20, S22 et S23.
 - concernant les remblais des sondages S17 (1.5-2) et S19 (1.5-2), le chromatogramme montre une répartition avec une répartition des fractions carbonées volatils C₁₀-C₄₀ avec cependant une légère prédominance des fractions lourdes C₁₀-C₂₂ ;
- concernant **les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)** :
 - la présence de composés de la famille des HAP sur l'ensemble des échantillons testés.
 - quatre échantillons (SC3-1, S6 (1-1.6), S17 (1.5-2) et S20 (1-1.5)) présentent des teneurs supérieures au bruit de fond pris pour référence pour ces composés. A titre de comparaison, deux de ces quatre échantillons présentent des teneurs significativement supérieures à la valeur seuil réglementaire de l'arrêté du 12/12/14 pour ces composés : SC3-2 : 120 mg/kg de MS et S20 (1-1.5) : 330 mg/kg de MS ;
- des teneurs en **BTEX** inférieures à la limite de détection du laboratoire pour l'ensemble des échantillons testés.

Sols R3

Les résultats d'analyses en laboratoire sur les échantillons de cette lithologie en dessous des 2.00 m de profondeur ont mis en évidence :

- la présence d'hydrocarbures totaux au droit de l'ensemble des échantillons testés à des teneurs supérieures à la valeur seuil de gestion de 500 mg/kg de MS des déchets inertes (ISDI) avec des concentrations comprises entre 4 110 et 8 880 mg/kg de MS. L'étude des chromatogrammes montre une répartition globalement hétérogène des fractions carbonées avec une prédominance des fractions volatiles C₁₀-C₁₆ voire légèrement plus lourdes C₁₀₋₂₂ ;
- la présence de composés de la famille des HAP sur l'ensemble des échantillons testés. Deux échantillons (S13 (2.2-2.3) et S20 (1.6-2.4) présentent des teneurs supérieures au bruit de fond pris pour référence pour ces composés et supérieures à la valeur seuil réglementaire de l'arrêté du 12/12/14 pour ces composés : S13 (2.2-2.3) : 850 mg/kg de MS et S20 (1.6-2.4) : 50.1 mg/kg de MS ;
- la présence de BTEX (toluène, éthylbenzène et xylène) au droit de l'échantillon S13 (2.2-2.3) à une concentration inférieure à la valeur seuil réglementaire de l'arrêté du 12/12/14 pour ces composés. Les teneurs obtenues sur les deux autres échantillons testés sont inférieures à la limite de quantification du laboratoire.

Les résultats d'analyses en laboratoire réalisés sur les échantillons testés montrent la présence quasi-généralisée d'une pollution en métaux lourds (notamment en arsenic, cadmium, cuivre, nickel, plomb et mercure) de l'ensemble des échantillons testés (R1, R2 et R3) à des teneurs significativement supérieures aux bruits de fonds pris pour référence pour ces éléments.

Les investigations complémentaires et analyses réalisées ont mis en évidence la présence de zones sources concentrées en composés hydrocarbonés au droit des remblais R1 et R2 voir des remblais R3 et pouvant présenter une contrainte sanitaire aux usages envisagés dans le cadre de la reconversion du site :

- ◆ **R1 (+/-) 0.20-1.00 m de profondeur :**
 - SC1 (HCT : 1 810 mg/kg de MS et BTEX : 0.8 mg/kg de MS),
 - S4 (BTEX : 1.3 mg/kg de MS),
 - S9 (HAP : 88 mg/kg de MS),
 - S23 (HCT : 5 170 mg/kg de MS et BTEX : 0.05 mg/kg de MS).
- ◆ **R2 (+/-) 1.00-2.00 m de profondeur :**
 - SC3 (HCT : 610 mg/kg de MS et HAP : 120 mg/kg de MS),
 - S17 (HCT : 3 020 mg/kg de MS),
 - S19 (HCT : 1 890 mg/kg de MS),
 - S20 (HCT : 2 010 mg/kg de MS et HAP : 330 mg/kg de MS),
 - S22 (HCT : 1 750 mg/kg de MS),
 - S23 (HCT : 1 590 mg/kg de MS).
- ◆ **R3 : au-delà des 2.00 m de profondeur :**
 - S13 (HCT : 4 670 mg/kg de MS, HAP : 850 mg/kg de MS et BTEX : 1.69 mg/kg de MS),
 - S20 (HCT : 4 110 mg/kg de MS et HAP : 50.1 mg/kg de MS),
 - S21 (8 880 mg/kg de MS).

Les **Figures 5 à 7** ci-après présentent une synthèse des résultats analytiques obtenus dans le cadre des investigations complémentaires réalisées.

Figure 5 : Localisation des impacts en composés organiques dans les remblais superficiels du site R1 (+/-0.00-1.00 m)

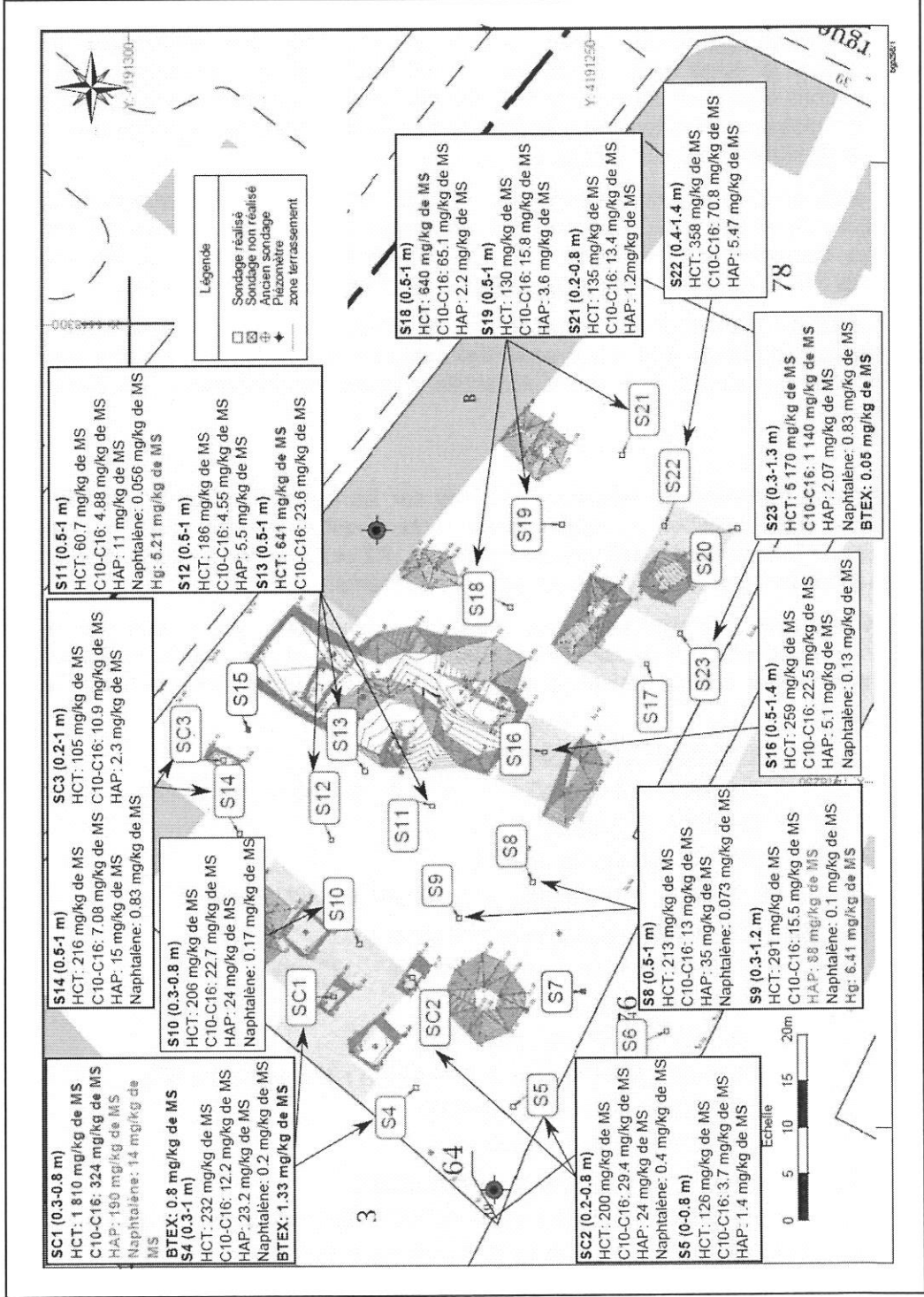
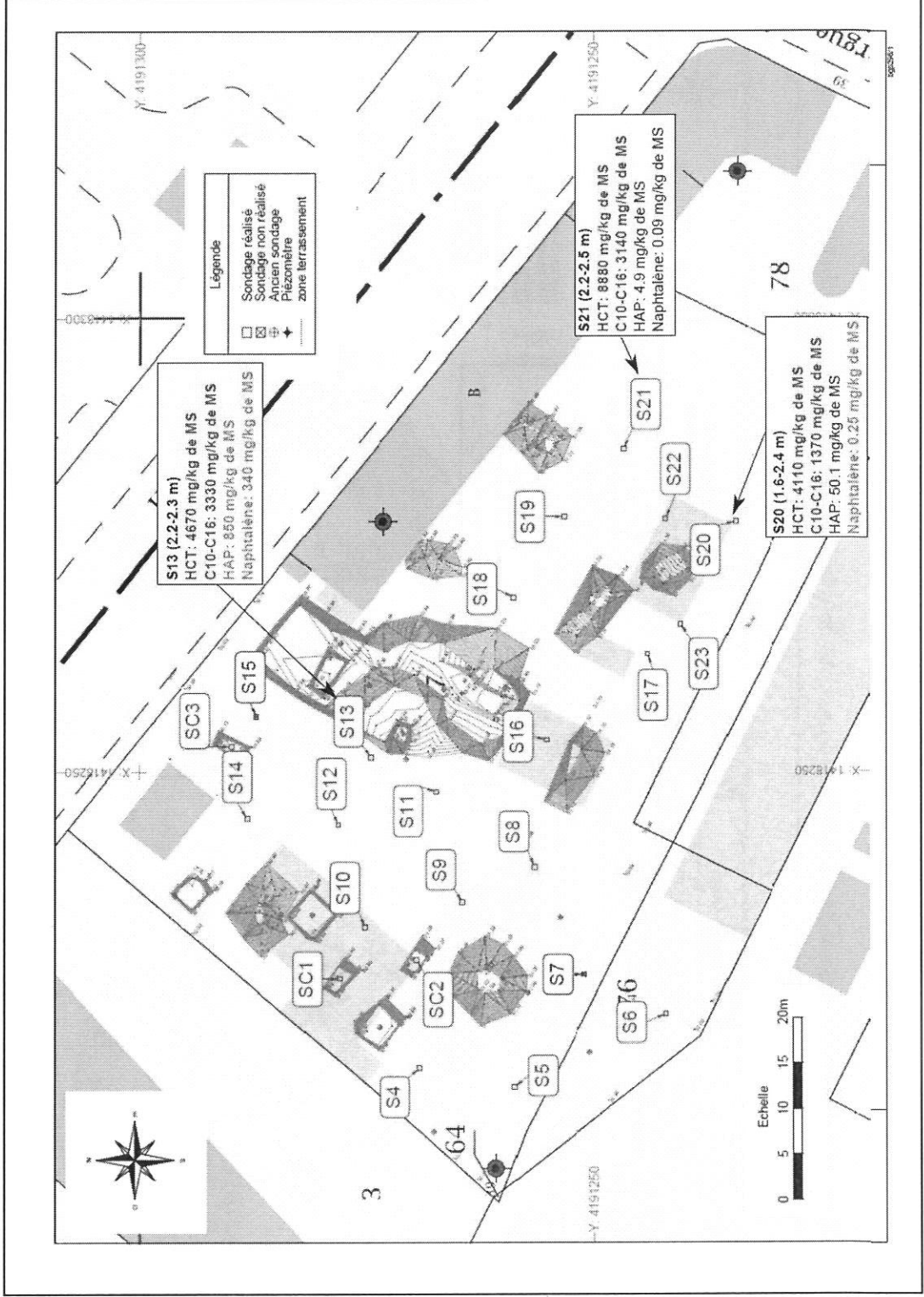


Figure 7 : Localisation des impacts en composés organiques dans les sols saturés R3 du site (+/-2.00-2.30 m)



3.8 Résultats et interprétation des tests d'acceptation en ISDI

Tableau 7 : Résultats d'analyses des tests d'acceptations en ISDI

Lithologie	Bruit de fond (b)	Valeurs limite d'acceptation en ISDI (arrêté du 12/12/14)	Valeurs limite d'acceptation en ISDND	SC2-2	S9 (0.3-1.2)	S19 (1.5-2)
				Remblais sablo-graveleux marron clair à rouille avec mâchefers	Remblais sableux noirs	Remblais sableux noirs avec mâchefers
Profondeur	m			1,00-2,00	0,30-1,20	1,50-2,00
Matière sèche	% P.B.			77,8	88,6	72,9
Refus pondéral à 2 mm	% P.B.			32,7	46,4	54,6
ANALYSES SUR BRUTS						
Carbone Organique Total (a)	mg/kg MS	30 000		117 000	81 000	147 000
Métaux lourds						
Arsenic	mg/kg MS	25		92,6	140	136
Cadmium	mg/kg MS	0,45		4,12	8,31	3,09
Chrome	mg/kg MS	90		77,4	78,1	46
Cuivre	mg/kg MS	20		2 020	1 110	2 310
Nickel	mg/kg MS	60		103	142	168
Plomb	mg/kg MS	50		3 480	4 770	2 100
Zinc	mg/kg MS	100		3 570	5 600	1 470
Mercurure	mg/kg MS	0,1		1,88	6,41	0,36
HCT						
HCT (nC10 - nC16)	mg/kg MS	LQ		14,4	15,5	650
HCT (>nC16 - nC22)	mg/kg MS	LQ		22,7	55,6	900
HCT (>nC22 - nC30)	mg/kg MS	LQ		46,9	152	302
HCT (>nC30 - nC40)	mg/kg MS	LQ		33	67,3	36,6
Indice Hydrocarbures (C10-C40)	mg/kg MS	LQ	500	117	291	1 890
HAP						
Naphtalène	mg/kg MS	<i>0,15</i>		<i>0,32</i>	0,1	<i>0,17</i>
Acénaphthylène	mg/kg MS	LQ		0,17	0,07	0,06
Acénaphthène	mg/kg MS	LQ		<0,05	0,31	0,16
Fluorène	mg/kg MS	LQ		<0,05	0,23	0,08
Phénanthrène	mg/kg MS	LQ		0,18	3,7	0,12
Anthracène	mg/kg MS	LQ		0,12	0,93	1,40
Fluoranthène	mg/kg MS	LQ		0,80	7,1	0,39
Pyrene	mg/kg MS	LQ		0,86	7,2	0,37
Benzo(a)anthracène	mg/kg MS	LQ		0,40	7	<0,068
Chrysène	mg/kg MS	LQ		0,67	13	<0,09
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg MS	LQ		1,70	22	<0,08
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS	LQ		0,38	3,3	<0,081
Benzo(a)pyrene	mg/kg MS	LQ		0,76	7,5	<0,068
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg MS	LQ		0,23	1,9	<0,077
Benzo(ghi)Pérylène	mg/kg MS	LQ		0,96	5,5	<0,077
Indeno (1,2,3-cd) Pyrène	mg/kg MS	LQ		1,20	7,9	<0,079
Somme des HAP	mg/kg MS	25	50	8,85	88	3,36
PCB						
PCB 28	mg/kg MS	LQ		<0,01	<0,01	<0,01
PCB 52	mg/kg MS	LQ		<0,01	<0,01	<0,01
PCB 101	mg/kg MS	LQ		<0,01	<0,01	<0,01
PCB 118	mg/kg MS	LQ		<0,01	<0,01	<0,01
PCB 138	mg/kg MS	LQ		<0,01	<0,01	<0,01
PCB 153	mg/kg MS	LQ		<0,01	<0,01	<0,01
PCB 180	mg/kg MS	LQ		<0,01	<0,01	<0,01
SOMME PCB (7)	mg/kg MS	LQ	1	<0,07	<0,07	<0,07
BTEX						
Benzène	mg/kg MS	LQ		<0,05	<0,05	<0,05
Toluène	mg/kg MS	LQ		<0,05	<0,05	<0,05
Ethylbenzène	mg/kg MS	LQ		<0,05	<0,05	<0,05
o-Xylène	mg/kg MS	LQ		<0,05	<0,05	<0,05
m+p-Xylène	mg/kg MS	LQ		<0,05	<0,05	<0,05
Somme des BTEX	mg/kg MS	LQ	6	<0,25	<0,25	<0,25
ANALYSES SUR ELUATS						
Fraction soluble (c)	mg/kg MS		4000	<2000	<2000	<2000
Carbone Organique par oxydation (COT)	mg/kg MS		500	70	61	<51
Chlorures (Cl)	mg/kg MS		800	20	29	102
Fluorures	mg/kg MS		10	13	<3,00	40,6
Sulfates	mg/kg MS		1000	219	301	630
Indice phénol	mg/kg MS		1	<0,50	<0,50	<0,51
Métaux lourds						
Arsenic	mg/kg MS		0,5	<0,20	<0,20	<0,20
Baryum	mg/kg MS		20	1,30	1,97	0,63
Chrome	mg/kg MS		0,5	<0,10	0,16	<0,10
Cuivre	mg/kg MS		2	0,74	1,00	<0,20
Molybdène	mg/kg MS		0,5	<0,10	<0,10	0,45
Nickel	mg/kg MS		0,4	<0,10	0,10	<0,10
Plomb	mg/kg MS		0,5	1,78	4,19	<0,10
Zinc	mg/kg MS		4	1,74	3,56	<0,20
Mercurure	mg/kg MS		0,01	0,00	0,01	<0,001
Antimoine	mg/kg MS		0,06	0,13	0,30	
Cadmium	mg/kg MS		0,04	<0,002	0,01	<0,002
Selenium	mg/kg MS		0,1	<0,01	<0,01	0,03
				ISDND	ISDND	ISDND

(a) [Pour l'acceptation en ISDI], une valeur limite plus élevée peut être admise, à condition que la valeur limite de 500 mg/kg de matière sèche soit respectée pour le carbone organique total sur éluat, soit au pH du sol, soit pour un pH situé entre 7,5 et 8

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

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

LQ : Limite de quantification du laboratoire

concentration supérieure aux valeurs limites d'acceptation en ISDI et inférieure aux limites d'acceptation en ISDND

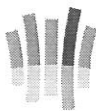
concentration supérieure aux valeurs limites d'acceptation en ISDND et inférieure aux limites d'acceptation en ISDI

**BURGEAP**

Les tests réglementaires d'acceptation en ISDI montrent une non-conformité des remblais R1 et R2 identifiés au droit des sondages SC2 et S9 pour les paramètres HAP sur brut et/ou fluorures et/ou plomb/zinc/mercure sur lixiviats. Dans le cadre d'éventuels travaux de terrassement réalisés sur le site, les remblais excavés devront être évacués à minima vers une ISDND ou assimilée.

Les résultats obtenus sur l'échantillon de remblais R2 prélevé au droit du sondage S19 présente une non-conformité à cette analyse réglementaire pour les paramètres HCT sur brut et fluorures et antimoine sur lixiviats. Au regard de la concentration obtenue en antimoine, et en cas de travaux de terrassement, ces sols devront être envoyés à minima vers une ISDD ou assimilée.

Réf : CESISO142257 / RESISO05114-01	
MICE / JBL / SPE	
11/02/2016	Page 27/49



BURGEAP

4. Synthèse des impacts et mise à jour du schéma conceptuel

4.1 Synthèse des impacts dans les différents milieux

4.1.1 Milieu sol

Les investigations réalisées ont mis en évidence les impacts suivants :

- la présence d'une contamination notable et généralisée en métaux lourds de l'ensemble des remblais présents au droit du site d'étude (R1, R2 et à moindre mesure R3) ;
- la présence d'un impact généralisé en HCT et en HAP au sein de l'ensemble des remblais R1, R2 et R3 avec la présence ponctuelle de composés de la famille des BTEX. Au sein des échantillons testés, l'ensemble des résultats obtenus a mis en évidence la présence de zones sources concentrées par ces composés au droit des remblais :

◆ **R1 (+/-) 0.20-1.00 m de profondeur :**

- SC1 (HCT : 1 810 mg/kg de MS et BTEX : 0.8 mg/kg de MS),
- S4 (BTEX : 1.3 mg/kg de MS),
- S9 (HAP : 88 mg/kg de MS),
- S23 (HCT : 5 170 mg/kg de MS et BTEX : 0.05 mg/kg de MS).

◆ **R2 (+/-) 1.00-2.00 m de profondeur :**

- SC3 (HCT : 610 mg/kg de MS et HAP : 120 mg/kg de MS),
- S17 (HCT : 3 020 mg/kg de MS),
- S19 (HCT : 1 890 mg/kg de MS),
- S20 (HCT : 2 010 mg/kg de MS et HAP : 330 mg/kg de MS),
- S22 (HCT : 1 750 mg/kg de MS),
- S23 (HCT : 1 590 mg/kg de MS).

◆ **R3 : au-delà des 2.00 m de profondeur :**

- S13 (HCT : 4 670 mg/kg de MS, HAP : 850 mg/kg de MS et BTEX : 1.69 mg/kg de MS),
- S20 (HCT : 4 110 mg/kg de MS et HAP : 50.1 mg/kg de MS),
- S21 (8 880 mg/kg de MS).

4.1.2 Milieu eaux souterraines

Le site du site d'étude fait l'objet d'un suivi réglementaire des eaux souterraines par la réalisation de deux campagnes de prélèvements en période de hautes et de basses eaux (rapport de synthèse BURGEAP RESISO05375-01) conformément aux demandes institutionnelles de la DREAL en date du 21/10/2014, afin de s'assurer de l'absence de migration hors du site des pollutions identifiées dans le périmètre de l'installation.

Ces campagnes de prélèvements n'ont pas mis en évidence la présence notable d'une pollution provenant du site vers l'extérieur de celui-ci. L'ensemble des résultats de ces deux campagnes ont mis en évidence la présence d'arsenic en sur l'ensemble des ouvrages prélevés (en basses et hautes eaux) ainsi que la présence de traces de benzène en aval hydraulique lors de la campagne de basses eaux à des teneurs supérieures aux valeurs limites des eaux potables de l'arrêté du 11/01/07 pour ces paramètres.

Au regard de ce constat et des travaux de réhabilitation qui ont été réalisés sur le site de novembre à décembre 2015, il est probable que l'enlèvement des zones sources concentrées identifiées sur le site à l'issue des différentes investigations réalisées devrait contribuer à l'amélioration de la qualité de ce milieu.

Réf : CESISO142257 / RESISO05114-01	
MICE / JBL / SPE	
11/02/2016	Page 28/49



BURGEAP

4.2 Schéma conceptuel à l'issue du diagnostic – état actuel

Le schéma conceptuel initial peut être mis à jour à l'issue du diagnostic. Il est présenté en **figure 8** pour l'usage actuel du site.

▸ SOURCES DE POLLUTION

Les sources potentielles de pollution identifiées suite aux investigations de terrain sont :

- milieu sol : remblais R1, R2 et à moindre mesure R3, impactés en métaux lourds, en HCT et à moindre mesure en BTEX et en HAP.

▸ ENJEUX A CONSIDERER

Les enjeux à considérer **sur site** sont les usagers actuels du site (population d'adultes).

A ce stade, il n'y a pas d'enjeu à considérer **hors site**.

▸ VOIES DE TRANSFERTS DE LA SOURCE SOL VERS LES AUTRES MILIEUX

Au droit des zones recouvertes par des bâtiments ou un revêtement spécifique, la voie de transfert à considérer est la volatilisation des composés volatils.

▸ VOIES D'EXPOSITIONS

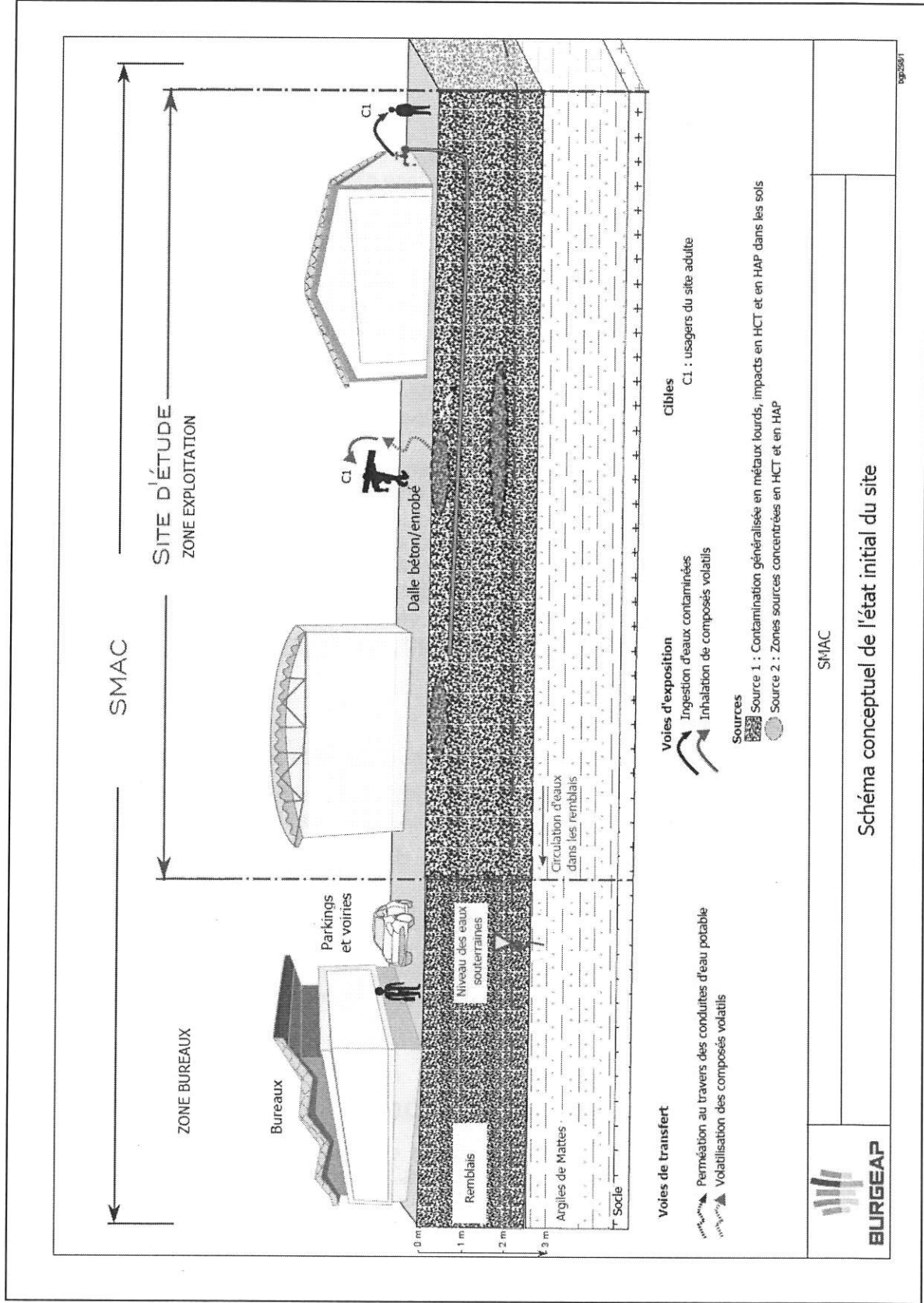
Sur site :

L'ensemble du site étant recouvert, la seule voie d'exposition à considérer est l'inhalation de composés organiques volatils depuis les sols.

Les usagers peuvent être exposés par usage des eaux ayant transité dans les canalisations implantées dans les sols pollués.

Réf : CESISO142257 / RESISO05114-01	
MICE / JBL / SPE	
11/02/2016	Page 29/49

Figure 8 : Schéma conceptuel de l'état initial du site



5. Plan de gestion générique (PG)

5.1 Objectifs généraux

Ce chapitre présente les mesures techniques et organisationnelles proposées pour la gestion générique des impacts en l'absence d'un projet clairement défini sur la zone d'étude.

L'objectif du plan de gestion générique est de définir les modalités de gestion, au regard de la qualité environnementale du site, afin qu'il soit compatible avec les différents usages envisagés.

Les objectifs généraux de la réhabilitation du site ont été déterminés en référence à la note ministérielle du 8 février 2007 « sites et sols pollués - modalités de gestion et de réaménagement des sites pollués », et à la circulaire du 8 février 2007 : « relative aux Installations Classées, Préventions de la pollution des sols et Gestion des sols pollués ».

Le présent plan de gestion générique se base sur l'étude technico-économique et sur l'Analyse des Risques Sanitaires prédictive définies dans le cadre de la réalisation des principes constructifs suivants :

- bâtiments collectifs sur vide sanitaire ;
- bâtiments collectifs avec parking fermé en rez-de-chaussée ;
- bâtiments collectifs avec parking ouvert en rez-de-chaussée.

Au regard du passif environnemental du site (impact quasi-généralisé en métaux lourds des remblais présents sur le site), de la faible superficie du site (+/- 6 000 m²) et des aménagements présents ou qui pourront être potentiellement réalisés dans le secteur d'étude, la réalisation d'habitations individuelles avec jardins privatifs potentiels (trop de restriction d'usages imputables à la présence de remblais de mauvaise qualité environnementale) n'a pas été retenu comme étant un usage pertinent.

Ces objectifs généraux seront les suivants :

1. vérifier et rétablir si nécessaire la compatibilité entre les teneurs du site et les usages envisagés;
2. traiter autant que techniquement et économiquement possible la (les) source(s) concentrée(s) mise(s) en évidence, indépendamment de toute notion de risque,
3. le traitement des zones sources laissant, dans de nombreux cas, subsister une pollution résiduelle, il s'agira :
 - ◆ de maîtriser et surveiller sur le long terme la migration de la pollution résiduelle vers l'extérieur du site,
 - ◆ d'instituer des dispositions constructives, des précautions et/ou des restrictions d'usage garantissant que la pollution résiduelle ne génère pas de risque sanitaire vis-à-vis des usages et de la nappe.

5.2 Analyses des enjeux sanitaires (A320)

Conformément aux textes ministériels pour la gestion des sites et sols pollués du 8 février 2007, la compatibilité entre les teneurs résiduelles et les usages futurs du site doivent être vérifiées sur le plan sanitaire.

L'analyse des risques résiduels (ARR) consiste donc à vérifier que l'état des milieux sera compatible avec les usages envisagés par le présent plan de gestion pour les usages futurs étudiés :

- scénario 1 : bâtiment de logements collectifs sur vide sanitaire ;
- scénario 2 : bâtiment de logements collectifs sur un niveau de sous-sol ;
- scénario 3 : bâtiment de logements collectifs de plain-pied avec un niveau de parking en rez-de-chaussée ouvert.

L'ARR qui repose sur le schéma conceptuel final est réalisée :

- *a priori* (avant la réalisation des travaux de réhabilitation). Dans ce cas, lors du récolement à l'issue des travaux, les concentrations résiduelles mesurées et les caractéristiques des aménagements prévus seront comparées aux données d'entrée de la présente ARR afin de statuer sur la bonne mise en œuvre du plan de gestion ;
- *a posteriori* (après la réalisation des travaux de réhabilitation). Dans ce cas, à l'issue des travaux, les concentrations résiduelles mesurées lors du récolement et les caractéristiques des aménagements prévus seront intégrées à l'ARR afin de statuer sur la compatibilité entre les pollutions résiduelles et les usages.

L'ARR est ici réalisée *a priori*, en considérant la purge des zones sources concentrées, en considérant les teneurs résiduelles mesurées sur le site dans le cadre des études environnementales réalisées et les scénarios d'aménagement envisagés sur le site.

Sur la base des teneurs résiduelles en composés hydrocarbonés qui resteront dans les sols, et de la purge des zones sources concentrées, cette étude montre une compatibilité sanitaire à la réalisation de l'ensemble des scénarios envisagés sur le site.

Les schémas conceptuels du site, pour chacun des usages envisagés, sont présentés dans l'ARR en **Annexe 6**.

5.3 Principes d'aménagement retenus

Complémentaire à la purge des zones sources concentrées identifiées sur le site conformément aux circulaires en matière de Sites et Sols Pollués, il conviendra de mettre en place des mesures élémentaires d'aménagement au regard de la mauvaise qualité environnementale de l'ensemble des remblais présents sur le site en métaux lourds et des impacts résiduels en composés hydrocarbonés subsistants à l'issue des travaux de réhabilitation. Ces mesures sont posées comme hypothèses pour l'analyse des risques sanitaires et sont décrites dans les paragraphes qui suivent.

5.3.1 Recouvrement du site

Afin de supprimer le contact direct pour les futurs usagers et au regard de la présence d'un impact généralisé en métaux lourds dans les remblais présents sur le site et des éventuelles pollutions résiduelles qui resteront en place (HAP et HCT), tous projets d'aménagement réalisés devra obligatoirement mettre en œuvre un recouvrement des sols en place par un minimum de 0,30 m de matériaux sains ou d'une barrière physique de type dalle bétonnée, enrobée, etc.

5.3.2 Gestion des canalisations d'eau potable

Dans le cas où des canalisations d'eau potable devraient être réalisées, celles-ci devront être métalliques ou mises en place dans une tranchée d'une section remplie de matériaux propres rapportés ou provenant des zones non polluées.

5.4 Gestion des zones sources concentrées

Conformément aux circulaires ministérielles relatives à la gestion des sites et sols pollués (février 2007), les zones sources concentrées de pollution par des composés hydrocarbonés (notamment BTEX, hydrocarbures totaux C₁₀-C₁₆ et à moindre mesure en HAP) pouvant présenter une contrainte sanitaire aux futurs usages envisagés devront être purgées.

5.4.1 Généralités des différentes modalités de gestion

► PRINCIPES

A l'issue de différentes études réalisées sur le site, il est nécessaire de prendre des mesures de gestion des pollutions des sols. D'une manière générale, ces mesures peuvent consister en :

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

SMAC souhaite connaître le coût de dépollution du site afin de rendre celui-ci compatible avec les usages étudiés (bâtiments collectifs avec niveau de sous-sol, sur vide sanitaire ou avec parking extérieur en rez-de-chaussée).

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

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

On définira donc la « dépollution d'un site » comme l'objectif de réhabilitation de ce site en vue de son usage futur. Il s'agira alors d'admettre de conserver sur le site une pollution résiduelle qui n'induirait pas de risques sanitaires inacceptables pour les futurs usagers du site ou pour son environnement.

En outre, la circulaire ministérielle du 08/02/2007 indique que « Lorsque des pollutions métalliques non susceptibles de présenter un impact environnemental sont présentes sur le site à aménager, dans la mesure où les sols pollués seront recouverts par des constructions ou des « terres propres » en épaisseur suffisante, ces pollutions ainsi confinées, dont la dissémination n'est plus possible, ne présentent plus de risques sanitaires pour les personnes. Par contre, il est essentiel de garder la mémoire de leur présence en instaurant des servitudes pour éviter que des travaux ne viennent les ramener à la surface. La mise en place de membranes géotextiles ou de dispositifs de couleur délimitant l'horizon des terres impactées du site avant leur recouvrement par des terres non polluées de recouvrement apparaît nécessaire ».

► NOTION SOURCE – TRANSFERT – CIBLE

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

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

Réf : CESISO142257 / RESISO05114-01	
MICE / JBL / SPE	
11/02/2016	Page 33/49

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

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

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

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

- agir sur la source consiste à réduire ou éliminer le stock de polluants en éliminant des déchets, en traitant les sols ou la nappe phréatique, en contrôlant les rejets ;
- supprimer une voie de transfert, cela peut par exemple consister à confiner une pollution dans un « sarcophage » étanche ou étancher un sol pollué avec de la terre saine, un revêtement de bitume, ou construire un sous-sol ou un vide sanitaire.

► SOURCES CONCENTREES

Sur la base des principes édictés dans les circulaires ministérielles de février 2007 relatives à la gestion des sites pollués, la réhabilitation d'un site nécessitera dans tous les cas de procéder à des travaux ayant a minima pour objectif de traiter les « sources concentrées » ou foyers à savoir :

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

La notion de « forte concentration » dépend de la qualité générale du site. On définira une forte concentration comme étant une valeur significativement plus élevée que la moyenne observée sur le site. Une « forte concentration » peut également définir un seuil à partir duquel les risques sanitaires deviennent inacceptables.

5.4.2 Définition des zones sources à traiter

Les zones sources sont définies comme étant des zones limitées dans l'espace qui présentent les anomalies de concentrations les plus grandes.

Nous avons donc considéré comme zone source, les zones présentant les teneurs en composés organiques (notamment les plus volatils au regard de la voie d'exposition considérée) les plus importantes dans les sols pouvant présenter une non-compatibilité sanitaire à la reconversion du site d'un industriel à un usage plus sensible de type résidentiel avec habitations collectives : hydrocarbures C₁₀-C₄₀ (et notamment la fraction volatile C₁₀-C₁₆), en HAP ainsi qu'en composés aromatiques volatils (BTEX).

Le **tableau 8** suivant précise les caractéristiques des sondages et zones sources au droit du site.

Réf : CESISO142257 / RESISO05114-01	
MICE / JBL / SPE	
11/02/2016	Page 34/49

Tableau 8 : Synthèse statistique des concentrations en composés hydrocarbonés mis en évidence dans les sols

Paramètre statistique		Min	Max	Moy	Méd
Indice Hydrocarbures (C10-C40)	mg/kg MS	34,8	8880	995,0	232
Somme des HAP	mg/kg MS	1,1	850	47,5	8,45
Somme des BTEX	mg/kg MS	0,05	1,69	1,0	1,05

Tableau 9 : Caractéristiques des zones sources

Zone source	Typologie de remblais	Profondeur (m)	Polluant principal	Concentration maximale dans les sols (mg/kg)	Surface (m ²)	Volume (m ³)	Tonnage (T)
SC1	R1	0,00-1,00	HCT/HAP/BTEX	1810 /190/0,8	25	25	45
	R2	1,00-2,00	HAP (naphtalène)	1,3	25	25	45
SC3	R2	1,00-2,00	HAP	120	25	25	45
S4	R1	0,00-1,00	BTEX	1,3	25	25	45
S13	R3	2,00-2,50	HCT/HAP/BTEX	4670/850/1,69	25	12,5	22,5
S17	R2	1,00-2,00	HCT	3020	25	25	45
S19	R2	1,00-2,00	HCT	1 890	25	25	45
S20	R2	1,00-2,00	HAP/HCT	330/2010	25	25	45
S20	R3	2,00-2,50	HCT/HAP (naphtalène)	4110/0,25	25	12,5	22,5
S22	R2	1,00-2,00	HCT	1750	25	25	45
S21	R3	2,00-2,50	HCT	8880	25	12,5	22,5
S23	R1	0,00-1,00	HCT/BTEX	5170/0,05	25	25	45
	R2	1,00-2,00	HCT	1590	25	25	45
TOTAL						287,5	517,5

Concernant ces estimations :

- les extensions verticales des contaminations ont été définies sur la base des résultats d'analyses et des indices organoleptiques relevés lors des investigations ;
- les extensions latérales des zones sources concentrées ont été définies sur la base des résultats d'analyses et des indices organoleptiques notés lors des investigations et à défaut à une emprise de 5x5 m soit 25 m²;
- concernant les volumes, il a été considéré des m³ en place (terres non foisonnées) ;
- la masse volumique retenue pour les terres est de 1,8 t/m³.

Les plans de terrassements prévisionnels sont présentés ci-après.

Figure 9 : Plan de terrassement des remblais R1 (+/-0.00 à 1.00 m de profondeur)

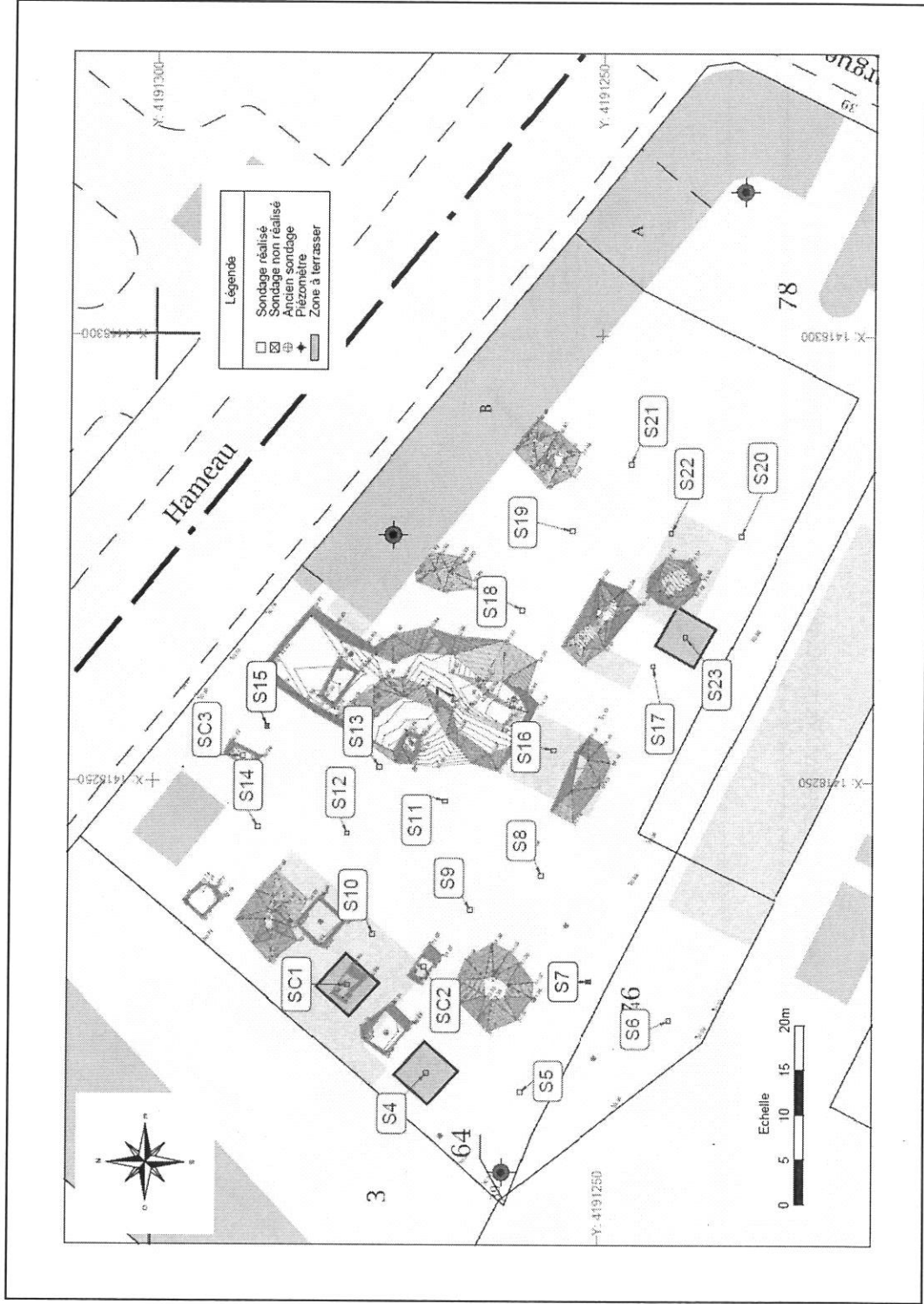
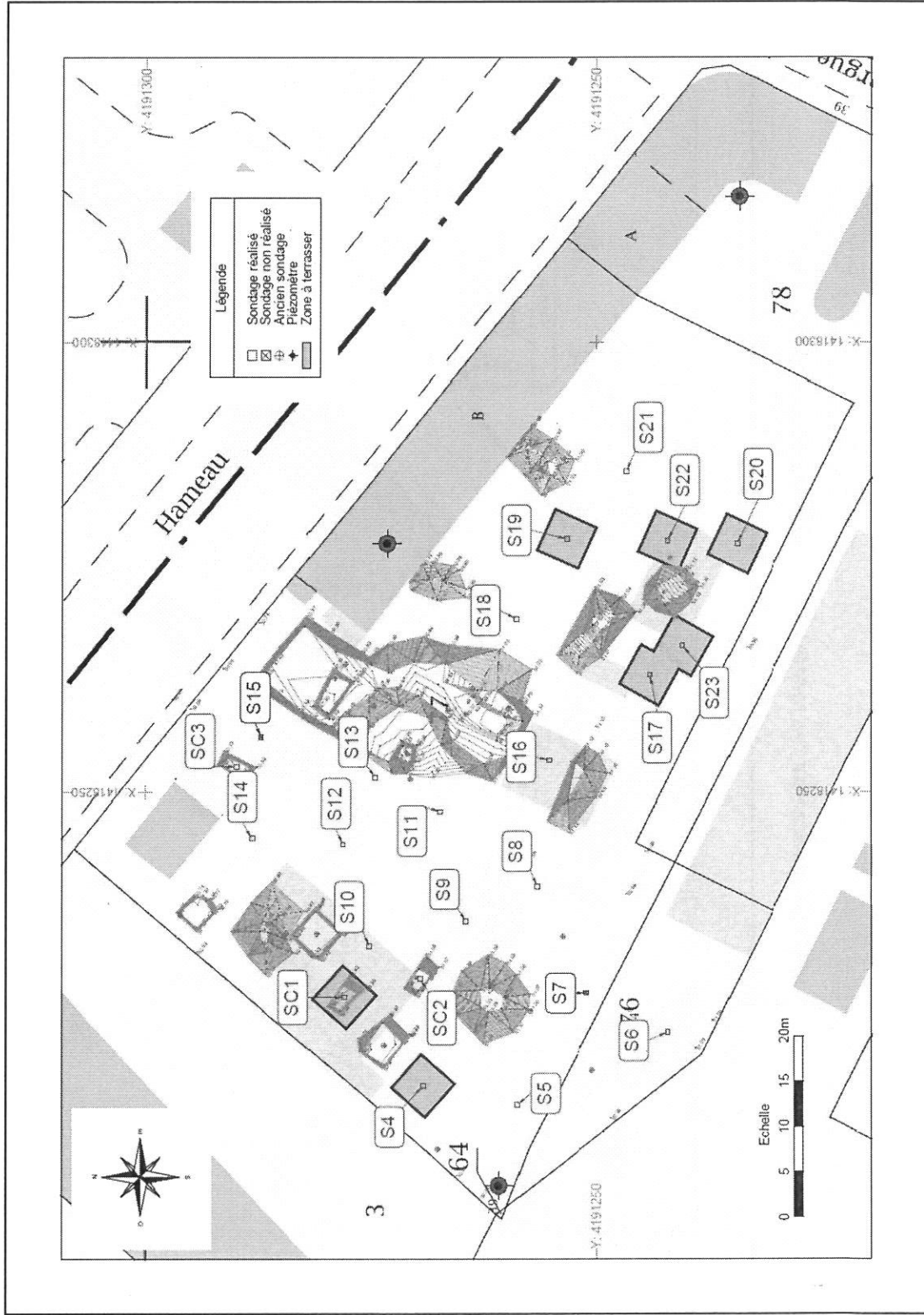


Figure 10 : Plan de terrassement des remblais R2 (+/-1.00 à 2.00 m de profondeur)



5.4.3 Bilan coût/avantages

Les techniques de traitement des sols possibles sont de trois types :

- hors site : traitement dans une filière en dehors du site après excavation des matériaux ;
- in-situ : traitement des matériaux en place (sans excavation) ;
- sur site : traitement sur le site après excavation des matériaux.

► CHOIX DE LA TECHNIQUE DE TRAITEMENT

Au regard des points suivants :

- faibles volumes de terres impactées (290 m³) et répartition hétérogène en profondeur des pollutions mis en évidence ;
- absence de place disponible pour réutiliser les terres du site (sous confinement) ou pour traitement biologique sur site par exemple, le site étant destiné, dans un premier temps, à servir de zone de stockage à la suite de la cessation d'activité de l'exploitant ;
- la volonté de l'exploitant de gérer rapidement la problématique pollution.

Il apparaît que la seule technique adaptée pour traiter les impacts au droit du site est **l'excavation et l'élimination hors site en filière autorisée.**

Ce mode de traitement est le plus rudimentaire puisque les terres polluées sont décaissées et éliminées dans un centre de traitement autorisé. Le centre peut être, selon les concentrations identifiées, un centre de stockage de déchets dangereux (ISDD), un centre de stockage de déchets non dangereux (ISDND) ou un centre de biotraitement ou filières équivalentes.

Ce mode de traitement a l'avantage d'un délai court (moins d'une semaine) et d'une efficacité certaine : dans les zones terrassées, les excavations permettent d'identifier et de traiter toutes les sources de pollution éventuellement non identifiées par le diagnostic et de délimiter les zones impactées qui ne l'ont pas été lors du diagnostic.

Ce mode de traitement a l'inconvénient d'un coût plus élevé que certaines techniques de traitement sur site ou in-situ, non adaptées dans le cas présent.

En comparaison aux techniques de traitement sur site, il présente un bilan environnemental défavorable (notamment le bilan carbone), lié aux transports routiers des terres.

► DETAIL TECHNIQUE DE LA METHODE PAR EXCAVATION

Au regard des résultats obtenus dans le cadre des études environnementales précédemment réalisées sur le site, les sols impactés seront terrassés et évacués en Installation de Stockage pour Déchets Dangereux (ISDND) ou en Installation de Stockage pour Déchets Dangereux (ISDD). De ce fait, nous envisageons la purge des zones sources concentrées présentes au droit :

- des remblais R1 et R2 : SC1 et S23,
- des remblais R1 : S4,
- des remblais R2 : SC3, S17, S19, S20 et S22.

- la purge des sols R3 lorsqu'ils présentent des indices organoleptiques de contamination en composés hydrocarbonés jusqu'au niveau de la nappe présente sur le site.

Il s'agit dans un premier temps :

1. de terrasser les remblais R1 des zones sources SC1, S4 et S23 entre 0,00 et 1,00 m de profondeur environ et de les évacuer en flux tendu ou de les stocker provisoirement sur site en vue de leur évacuation. Ce stockage provisoire nécessitera la réalisation d'une aire de stockage dans les règles de l'art (géomembrane, couverture ou abris contre les intempéries) et d'un suivi de la traçabilité des mouvements de terres ;
2. de décaisser les remblais R1 des zones sources SC3, S17, S19, S20 et S22 entre 0,00 et 1,00 m de profondeur (sols impactés en métaux lourds mais ne présentant pas de dépassements des seuils sanitaires en composés hydrocarbonés) et de les stocker provisoirement sur géomembrane. Une fois ces travaux préparatoires réalisés, terrasser les remblais R2 des zones sources SC1, SC3, S17, S19, S20, S22 et S23, de 1,00 m à globalement 2,00/2,50 m et de les évacuer en flux tendu ou de les stocker provisoirement sur site en vue de leur évacuation ;
3. de charger les terres et de les évacuer par transport routier déclaré vers un centre autorisé (ISDD ou ISDND ou filière équivalente), ayant accepté au préalable de recevoir les terres. Il est recommandé de réaliser un suivi qualité des opérations pour garantir une traçabilité du devenir des terres ;
4. de remblayer l'ensemble des zones décaissées par les remblais R1 (2) qui ont été stockés préalablement sur le site lors des travaux préparatoire jusqu'à globalement – 1,00 m de profondeur par rapport à la cote actuelle du terrain puis par des matériaux sains d'apport extérieur en garantissant leur propriété géotechnique en vue de l'aménagement futur ;
5. de réaliser une réfection des sols, après compactage, par un revêtement de type enrobé.

Une demande préalable d'acceptation des terres ou déchets doit être faite auprès des centres avant évacuation. En cas d'acceptation, le centre émet un certificat d'acceptation préalable (CAP).

► ESTIMATION DU COUT DE TRAITEMENT DES ZONES SOURCES

D'après les résultats d'analyses, les terres impactées des zones sources peuvent être évacuées en ISDND ou en ISDD.

D'après ces éléments, le **tableau 9** en page suivante présente les filières d'élimination possibles pour chaque zone source.

Tableau 10 : Filières d'élimination possible pour les zones sources du site

Zone source	Profondeur (m)	Polluant principal	Concentration maximale dans les sols (mg/ka)	Filière d'élimination possible
SC1	0,00-1,00	HCT/HAP/BTEX	1810 /190/0,8	ISDND
	1,00-2,00	HAP (naphtalène)	1,3	ISDND
SC3	1,00-2,00	HAP	120	ISDND
S4	0,00-1,00	BTEX	1,3	ISDND
S13	2,00-2,50	HCT/HAP/BTEX	4670/850/1,69	ISDND
S17	1,00-2,00	HCT	3020	ISDND
S19	1,00-2,00	HCT	1 890	ISDD
S20	1,00-2,00	HAP/HCT	330/2010	ISDND
S20	2,00-2,50	HCT/HAP (naphtalène)	4110/0,25	ISDND
S22	1,00-2,00	HCT	1750	ISDND
S21	2,00-2,50	HCT	8880	ISDD
S23	0,00-1,00	HCT/BTEX	5170/0,05	ISDD
	1,00-2,00	HCT	1590	ISDND

Les coûts unitaires de traitement ou d'acceptation de ces filières sont présentés dans le **tableau 10**. Les coûts liés aux opérations de terrassement et de transport y sont indiqués à titre indicatif.

Tableau 11 : Coûts unitaires d'évacuation et de traitement des terres polluées

Filière d'évacuation ou de traitement	Prix d'évacuation ou de traitement / tonne (en € HT)	Transport / tonne (en € HT)	Terrassement en m ³ (en € HT)
ISDND	80 (1)	10 (2)	10
ISDD	160 (1)		

(1) Ce prix tient compte de la TGAP 2015

(2) Ce prix est valable pour des sites de stockage localisés dans un rayon de 100 km maximum autour du site

Tableau 12 : Coûts unitaires d'achat de matériaux sains

Matériaux	Prix d'achat / tonne (en € HT)	Transport / tonne (en € HT)	Terrassement en m ³ (en € HT)
Matériaux sains d'apport	10	10	10

Sur la base de ces prix unitaires et des volumes calculés, les estimations des coûts de gestion des zones sources sont détaillées dans le **tableau 12** ci-après.

Tableau 13 : Estimation des travaux de gestion des zones sources

Zone source	Volume (m ³)	Tonnage (t)	Filière d'évacuation		Transport (€ HT)	Terrassement (€ HT)	Coût total (€ HT)
			ISDND	ISDD			
SC1	25	45	3 600	-	450	450	4 500
	25	45	-	7 200	450	450	8 100
SC3	25	45	3 600	-	450	450	4 500
S4	25	45	3 600	-	450	450	4 500
S13	12,5	22,5	1 800	-	225	225	2 250
S17	25	45	3 600	-	450	450	4 500
S19	25	45	-	7 200	450	450	8 100
S20	25	45	3 600	-	450	450	4 500
S20	12,5	22,5	1 800	-	225	225	2 250
S22	25	45	3 600	-	450	450	4 500
S21	12,5	22,5	1 800	-	225	225	2 250
S23	25	45	3 600	-	450	450	4 500
	25	45	-	7 200	450	450	8 100
TOTAL	287,5	517,5	34 200	14 400	5 175	5 175	62 550

Tableau 14 : Estimation des coûts de remblaiement des zones réhabilitées

Matériaux	Volume (m ³)	Tonnage (t)	Coût d'achat (€ HT)	Transport (€ HT)	Terrassement (€ HT)	Coût total (€ HT)
Terre végétale	287,5	517,5	5 175	5 175	5 175	15 525

Le coût total des travaux de dépollution des zones sources est estimé à environ 80 k€ HT (hors maîtrise d'œuvre et frais de contrôle).

5.4.4 Processus de traitement des zones sources

► EXCAVATION

Un piquetage des zones sources devra être réalisé par un géomètre, ainsi qu'un relevé topographique initial pour permettre la détermination des cubatures.

Les excavations seront réalisées à l'aide d'une pelle mécanique. Compte tenu de la faible profondeur des fouilles, aucun blindage n'est prévu mais des talus de pente 1/1 devront être réalisés.

► PROTECTION DES FOUILLES

Après excavation et en attendant de remblaiement, les fouilles seront protégées des éventuelles intrusions par la mise en place de barrières anti-émeute (type barrière HERAS). Les barrières devront être attachées entre elles.

► CONTROLE DES TRAVAUX DE DEPOLLUTION

Des prélèvements de sols des fonds et des bords de la fouille devront être réalisés et les échantillons prélevés devront être analysés par un laboratoire certifié pour les analyses de sols.

Ces analyses permettront de s'assurer que l'ensemble des terres impactées dépassant les seuils sanitaires ont été évacuées et que les parois et fond de fouille soient conformes aux objectifs de réhabilitation définis dans le cadre de l'étude sanitaire.

► OBJECTIFS DE TRAITEMENT

L'ARR prédictive a montré la compatibilité du site avec le projet, en considérant notamment les teneurs résiduelles maximales dans les sols à l'issue de la purge des zones sources concentrées.

Tableau 15 : Valeurs seuils de réhabilitation

Paramètre	Sols	
	Concentrations retenues (mg/kg)	Echantillons
Indice hydrocarbures C10-C40	679	S21 (1,0-1,5 m)
Fraction C ₁₀ -C ₁₂	141,2	S13 (2,2-2,3 m) ⁽¹⁾
Fraction C ₁₂ -C ₁₆	294,4	
HAP		
Naphtalène	0,83	S14 (0,5-1,0 m)
BTEX		
Benzène	< LQ	- ⁽²⁾
Toluène		
Ethylbenzène		
Xylènes		

⁽¹⁾ : Découpage par tranche la plus pénalisant issu de l'échantillon S13 (2,2-2,3 m) présentant des fractions C₁₀-C₁₂ et C₁₂-C₁₆ représentant respectivement 20,8 et 43,5 % des hydrocarbures mesurés.

⁽²⁾ : A l'issue des travaux de dépollution l'ensemble des points ayant présenté des traces en BTEX auront été purgés.

Compte tenu du mode de dépollution retenu, ces travaux seront limités à globalement 0.50 m au maximum sous le niveau de la nappe perchée.



BURGEAP

► ELIMINATION HORS SITE DES TERRES IMPACTEES

L'entreprise de travaux sera responsable de l'obtention des certificats d'acceptation préalable (CAP) et de la conformité des déchets livrés avec les seuils d'acceptation des filières retenues.

En cas de demande des centres de traitement ou installations de stockage de déchets, l'entreprise pourra être amenée à réaliser des analyses complémentaires.

► REMBLAIEMENT

Les fosses créés suite à l'excavation et à l'évacuation des déblais impactés seront remblayées par des matériaux sains avec compactage spécifique ou objectifs de portance.

► HYGIENE ET SECURITE

L'entreprise devra fournir un PPSPS spécifique au chantier. Même s'il n'y a pas de co-activité, une coordination sécurité est souhaitable au regard de l'exiguïté des zones à terrasser et de leurs positionnements à proximité du centre-ville.

Outre les risques liés aux opérations de terrassement et aux risques toxiques, les principaux risques à prendre en compte sont :

- salissures de la voirie pouvant générer des accidents de circulation ;
- nuisances au voisinage : vibrations / bruits / odeurs / poussières.

5.4.5 Préconisations spécifiques aux travaux de gestion des terres

► CONTROLE DES TRAVAUX

Conformément aux prescriptions des circulaires ministérielles de février 2007, les travaux d'assainissement des sols seront contrôlés par un organisme extérieur (assistant à maître d'ouvrage ou maître d'œuvre par exemple).

► RECOLEMENT

A l'issue des travaux de traitement, un dossier de récolement devra être rédigé. Il comprendra, à minima, les éléments suivants :

- le détail des opérations réalisées ;
- le bilan des déchets éliminés hors site ;
- les types d'analyses effectuées sur les différents milieux, ainsi que la localisation précise des prélèvements de contrôle ;
- un plan indiquant les teneurs résiduelles dans les sols en place.

► MESURES DE PROTECTION DES TRAVAILLEURS

Compte tenu des impacts constatés, nous préconisons le strict respect des consignes habituelles d'hygiène et de sécurité du domaine du BTP lors de la réalisation du chantier de gestion des terres impactées, afin de réduire, autant que possible le contact avec les sols et les polluants dispersés dans l'air.

L'entreprise devra intégrer dans le PPSPS les mesures spécifiques liées aux travaux de dépollution.

Les recommandations en termes d'équipements de protection individuelle en présence de sols potentiellement pollués sont les suivantes :

- port de chaussures ou bottes de sécurité ;
- port de gants ;
- si besoin, port de masque respiratoire filtrant pour limiter l'inhalation de poussières.

Réf : CESISO142257 / RESISO05114-01	
MICE / JBL / SPE	
11/02/2016	Page 43/49

**BURGEAP**

Les équipements de protection individuelle seront mis à la disposition des différents intervenants. Leurs modalités d'utilisation feront l'objet d'une séance d'information spécifique donnée à chaque intervenant sur site.

En cas de découverte inopinée de polluants volatils (terres présentant des indices organoleptiques de pollution (odeurs, couleurs, irisation...)), le port de masque respiratoire filtrant adapté au produit identifié, filtrant les gaz et les particules sera prescrit.

► LIMITATION DES NUISANCES

L'entreprise devra porter une attention particulière afin de limiter au maximum les nuisances que pourraient occasionner les travaux de dépollution envers les riverains.

Ainsi, les mesures suivantes seront mises en place lors de réalisation des travaux de dépollution :

- nettoyage régulier des éventuelles salissures sur la voirie afin d'éviter la dispersion de la pollution ;
- limitation des nuisances au voisinage concernant les poussières et odeurs :
 - bâchage des camions après chargement des terres polluées ;
 - arrosage des pistes de circulation afin d'éviter l'envol de poussières par temps sec.

Réf : CESISO142257 / RESISO05114-01	
MICE / JBL / SPE	
11/02/2016	Page 44/49

6. Conservation de la mémoire

Afin de garantir l'adéquation entre les usages et l'état des milieux, la nécessité de la conservation de la mémoire des pollutions résiduelles, par la mise en œuvre de servitudes ou de restrictions d'usage, devra être examinée après la fin des opérations de réaménagement du site.

Toute nouvelle construction devra prendre en compte les pollutions résiduelles qui subsisteront éventuellement et, le cas échéant, mettre en œuvre des mesures constructives appropriées.

En lien avec les mesures de gestion retenues (cf. paragraphes précédents) et en fonction des concentrations résiduelles, des servitudes devront probablement être envisagées afin de garantir dans le temps le respect de ces règles et recommandations. Les objectifs de ces servitudes sont les suivants :

- l'assurance de la protection de la santé humaine et de l'environnement au cours du temps (dont les éventuelles précautions pour la réalisation de travaux d'affouillement, passage de canalisations d'eau, etc.) ;
- l'assurance qu'une éventuelle modification de l'usage ne sera possible que si elle est conforme aux définitions des servitudes ou si elle s'accompagne de nouvelles études et/ou de travaux garantissant la compatibilité avec cet usage ;
- la protection du propriétaire du site lors d'éventuels changements d'usage des sols qui ne seraient pas de son fait. Ces éventuels changements d'usage de site pourraient résulter par exemple de modifications de la politique locale d'urbanisme ou de décisions de propriétaires successifs du site ;
- la pérennité de la maintenance ou la surveillance du site.

Les servitudes concernent :

- l'utilisation des sols sur site en définissant les autorisations et interdictions concernant le type d'activité et de construction ou la nécessité de réaliser des études complémentaires ;
- l'utilisation du sous-sol en définissant les procédures à respecter en cas d'affouillements, de plantations, de pose de canalisation.

6.1 Types de servitudes à mettre en œuvre

La restriction d'usage en matière de sols pollués est une limitation du droit de disposer de la propriété d'un terrain. Cette limitation attachée à une parcelle consiste en un ensemble de recommandations, de précautions, voire d'interdictions sur la manière d'utiliser, d'entretenir, de construire ou d'aménager, compte tenu de la présence de substances polluantes dans les sols. Pour informer durablement les propriétaires successifs d'un terrain pollué, ces règles ont vocation à être transcrites dans les documents habituellement consultés au moment de l'acquisition ou de l'aménagement des terrains : la conservation des Hypothèques et les documents d'urbanisme tels que le plan local d'urbanisme (PLU) notamment.

Le Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie (MEDE) a identifié cinq outils permettant de conserver la mémoire de ces pollutions, soit au niveau de la conservation des Hypothèques, soit au niveau des plans locaux d'urbanisme (PLU) ou plans d'occupation des sols (POS). Ces outils sont :

- la servitude d'utilité publique (SUP) ;
- le porter à connaissance (PAC) et le projet d'intérêt général (PIG) ;
- la restriction d'usage conventionnelle au profit de l'Etat (RUCPE) ;
- la restriction d'usage entre parties (RUP).

Ces divers outils ont des bases juridiques très différentes, mais ont en commun de permettre la conservation de l'information sur la présence de substances polluantes.

Le choix du type de servitudes sera à discuter en fonction des objectifs du Maître d'Ouvrage qui devra s'assurer que les précautions d'utilisation décidées au moment de la réhabilitation initiale sont formalisées puis attachées durablement au terrain. C'est le rôle qui est assigné aux restrictions d'usage dont l'objet est triple.:

- informer : il est essentiel que la connaissance des risques résiduels soit accessible, en particulier à tout acquéreur ou utilisateur potentiel des terrains ;
- encadrer : la réalisation de travaux sur un site pollué peut mobiliser ou rendre accessible des pollutions laissées en place pouvant ainsi générer des risques pour l'environnement ou la santé des utilisateurs du site. Il est donc parfois nécessaire de fixer certaines précautions préalables à toute intervention sur le site (par exemple, caractérisation de la pollution susceptible d'affecter la zone des travaux, maintien en place d'un confinement...). Ceci permet également d'imposer sur le long terme, par exemple, un entretien du site afin d'en maîtriser les risques. C'est le cas notamment pour l'entretien de la végétation dont le développement non maîtrisé peut endommager un confinement ;
- pérenniser : la Conservation des Hypothèques et/ou l'intégration de l'information aux documents d'urbanisme assurent la conservation et la mise à disposition de l'information sans limite de temps.

6.2 Contenu des restrictions à mettre en œuvre

Pour ce projet, nous proposons que ces servitudes soient de type « servitude d'utilité publique ». Elles seront portées aux actes notariés et aux hypothèques pour garantir leur pérennité.

Les restrictions d'usage retenues sont synthétisées dans le **tableau 15**.

En cas de découverte d'une pollution ponctuelle en phase chantier, il conviendra également de mettre en place une procédure de gestion adaptée.

Nous recommandons également une identification pérenne de ce rapport dans les documents d'urbanisme et fonciers est indispensable au niveau du « service de conservation des hypothèques » afin de pouvoir préciser à tout nouvel acheteur de l'état de pollution sur site et des limites de réalisation de cette étude.

Tableau 16 : Restrictions d'usage à mettre en œuvre

Restrictions relatives aux usages des sols	Restrictions relatives aux usages du sous-sol	Restrictions relatives aux usages des eaux souterraines
<p>Usages autorisés :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Réalisation d'un de logement collectif ; - Réalisation d'espaces verts collectifs ; - Réalisation de parking et voiries ; - Réalisation de sous-sols. <p>Usages non autorisés sans étude complémentaire :</p> <p>Ceux qui ne sont pas mentionnés ci-dessus.</p> <p>D'une manière générale, tout changement d'usage</p>	<p>Usages autorisés :</p> <ul style="list-style-type: none"> - aménagement des espaces verts collectifs à condition de mise en place d'une couche de terre végétale saine de 0,30 mètre d'épaisseur minimum ; - pose des canalisations d'amenée d'eau potable en PVC ou en fonte dans une tranchée d'une section de terres propres rapportées. <p>Prescriptions particulières :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mise en place d'un grillage/membrane avertisseur(se) entre les terres restant sur le site 	<p>Usages non autorisés sans étude complémentaire :</p> <p>Tout usage, sous réserve d'une étude spécifique préalable confirmant l'adéquation entre l'usage projeté et l'état des milieux.</p>

nécessitera la réactualisation d'une étude des risques sanitaires et le cas échéant la rédaction d'un nouveau plan de gestion des terres impactées	et les terres saines qui seront apportées ; - Gestion appropriée des déblais en cas de terrassement et traçabilité du devenir des déblais ; - Confinement des terres non inertes sous voirie / parking/bâtiment.	
--	--	--

7. Conclusions et recommandations

Dans le cadre de la cessation d'activité de son site, la société SMAC a missionné BURGEAP pour la réalisation d'un diagnostic environnemental du milieu souterrain préalable au démantèlement des installations (rapport RESISO2723-01 du 07/08/2013).

Ce rapport a mis en évidence la présence, au droit de la partie exploitation du site, de sols impactés en hydrocarbures C₁₀-C₄₀ (et à moindre mesure en Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques et en BTEX) en surface et en profondeur notamment au droit de la cuve enterrée d'huile caloporteuse (jusqu'à 3.00 m de profondeur selon les sondages), ainsi qu'au droit de l'ancienne cuve aérienne de gasoil (jusqu'à 2.00 m de profondeur) et, à moindre mesure, au droit de l'ancienne cuve aérienne d'huile, de l'ancien atelier d'entretien mécanique et de l'aire des tri des déchets, où l'impact est notable en surface.

Les travaux de dépollution du site ont été réalisés en septembre 2015 sur la base d'un usage futur du site de type industriel conformément aux obligations réglementaires de l'exploitant (rapport BURGEAP RESISO05521-01 de février 2016).

A l'issue de ces travaux de dépollution, et dans le cadre d'une réflexion de valorisation foncière future de son site, SMAC a missionné BURGEAP, pour la réalisation d'un diagnostic complémentaire du milieu souterrain et d'un plan de gestion générique du site afin de :

- compléter les informations relatives à l'état des milieux sols au droit du site par la réalisation de sondages à la pelle mécanique selon un maillage aléatoire, de prélèvements d'échantillons de sols au droit des fouilles réalisées et d'analyses en laboratoire ;
- d'étudier la pertinence technico-économique à réaliser une dépollution complémentaire du site sur la base d'un usage plus sensible au regard d'une Analyse des Risques Résiduels prédictive et des scénarios d'aménagements pré-sentis :
 - bâtiment de logements collectifs sur vide sanitaire ;
 - bâtiment de logements collectifs sur un niveau de sous-sol ;
 - bâtiment de logements collectifs de plain-pied avec un niveau de parking en rez-de-chaussée ouvert.

Les investigations ont consistés en la réalisation de vingt-deux (22) sondages à la pelle mécanique jusqu'à la profondeur de 2,00/2,50 m, de prélèvements d'échantillons de sols et d'analyses en laboratoire.

Les résultats des investigations complémentaires ont mis la présence d'un impact quasi-généralisés en métaux lourds dans les remblais du site ainsi que la présence de zones sources concentrées en composés hydrocarbonés.

Conformément aux circulaires ministérielles relatives à la gestion des sites et sols pollués (février 2007), le présent plan de gestion générique considère la purge des zones sources concentrées de pollution en composés hydrocarbonés (notamment BTEX, hydrocarbures totaux C₁₀-C₁₆ et naphthalène) pouvant présenter une contrainte sanitaire aux futurs usages envisagés.

L'étude sanitaire réalisée dans le cadre de cette étude a montré une compatibilité sanitaire de l'ensemble des usages projetés à l'issue de la purge de ces zones sources concentrées identifiées dans le cadre des diagnostics environnementaux réalisés.

Le coût total des travaux de dépollution des zones sources concentrées afin de rendre le site compatible avec les usages étudiés, a été estimé à environ 80 k€ HT (hors maîtrise d'œuvre et frais de contrôle).

Réf : CESISO142257 / RESISO05114-01	
MICE / JBL / SPE	
11/02/2016	Page 48/49

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

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

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

3- Le diagnostic rend compte d'un état du milieu à un instant donné. Des évènements ultérieurs au diagnostic (interventions humaines ou phénomènes naturels) peuvent modifier la situation observée à cet instant.