



CAMVS

Quartier St Louis à Dammarie-les-Lys (77)

Proposition de solutions de gestion pour les impacts identifiés sur la zone est

Rapport RSSPIF02605

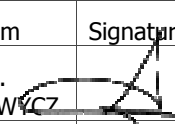
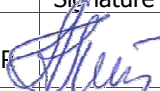
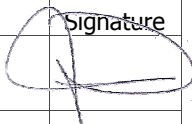
25/11/2013



CAMVS

Proposition de solution de gestion pour les impacts identifiés sur la zone est

Pour cette étude, le chef du projet est : A. OSNOWYCZ

Objet de l'indice	Date	Indice	Rédaction		Vérification		Validation	
			Nom	Signature	Nom	Signature	Nom	Signature
Rapport RSSPIF02605		01	A. OSNOWYCZ		A.PECQUEUR		JF KALCK	

Numéro de rapport :	RSSPIF02605
Numéro d'affaire :	X00113
N° de contrat :	CSSPIF120628
Domaine technique :	SP03 SP04
Mots clé du thésaurus	PLAN DE GESTION TECHNIQUES DE DEPOLLUTION

27, rue de Vanves – 92772 – Boulogne-Billancourt Cedex
Tél. +33 (0)1.46.10.25.77– Fax +33 (0)1.46.10.25.64 – agence.de.paris@burgeap.fr

SOMMAIRE

Synthèse non technique	5
Synthèse technique	6
1. Introduction	7
1.1 Objet de l'étude	7
1.2 Méthodologie générale et réglementation en vigueur	8
1.3 Documents connexes	8
2. Rappel du contexte environnemental	9
2.1 Localisation et description du site	9
2.2 Contexte géologique	12
2.3 Contexte hydrogéologique	12
3. Synthèse des impacts identifiés	12
3.1 Synthèse des résultats des études précédentes	12
3.2 Hypothèses d'études	15
3.3 Valeurs de référence	16
3.3.1 Pour les sols	16
3.3.2 Valeurs de référence pour l'air des sols	17
3.4 Impacts pris en compte	18
4. Impacts sur les eaux souterraines	23
4.1 Valeurs de référence	23
4.2 Impacts identifiés sur les eaux souterraines	23
5. Mesures de gestion envisageables	24
5.1 Introduction	24
5.2 Caractéristiques des impacts et possibilités de gestion	24
5.3 Descriptif des solutions proposées et de leur mise en œuvre	28
5.3.1 Biotertre (ou Biopile)	28
5.3.2 Volatilisation	29
5.3.3 Confinement des sols par couverture en surface	30
5.3.4 Confinement spécifique en alvéole étanche	31
5.3.5 Traitement hors site	32
5.4 Suivi du chantier et récolement	32
5.5 Estimation des volumes de terres pour chaque type de traitement	33
5.6 Estimation de l'impact financier de la gestion de la pollution	34
6. Conclusions et recommandations	37
7. Limites d'utilisation d'une étude de pollution	38

TABLEAUX

Tableau 1 : Synthèse des résultats des calcul d'EQRS	15
Tableau 2 : Caractéristiques des différentes catégories de terres	17
Tableau 3 : Synthèse des impacts identifiés	20
Tableau 4 : Bilan coût-avantages des techniques de traitement retenues	27

FIGURES

Figure 1 : Localisation de la zone étudiée	10
Figure 2 : Localisation des exploitant de la zone est	11
Figure 3 : Schéma conceptuel de la situation future du site (avant mise en œuvre des solutions de gestion)	14
Figure 4 : Synthèse des impacts pris en compte	22

Synthèse non technique

Dans le cadre du réaménagement et de la création de logements et de zones d'activités au sein d'un éco-quartier, au droit de l'actuel Quartier Saint-Louis à Dammarie-les-Lys (77), la Communauté d'Agglomération de Melun Val-de-Seine (CAMVS) a missionné BURGEAP pour déterminer les options de gestions envisageables et estimer en première approche l'impact financier du traitement des impacts identifiés sur la zone est.

Plusieurs études et diagnostics de recherche de pollution ont été réalisés sur les différents sites composant la zone est. Ils ont mis en évidence différents impacts principalement en hydrocarbures, en HAP, en BTEX et sur les analyses sur lixiviats.

Au total, 23 spots de terres impactées ont été identifiés comme nécessitant des travaux de traitement. Plusieurs types d'impacts sont identifiés :

- des impacts en hydrocarbures principalement lourds, pouvant être traités par traitement biologique ou sous certaines conditions être confinés car ils n'entraînent pas de risques sanitaires par inhalation des vapeurs ;
- des impacts en composés volatils, pouvant également être traités par traitement biologique mais qui engendreraient des risques sanitaires non négligeables pour les futurs occupants en cas de leur maintien en place ;
- des impacts en métaux, chlorures et fluorures sur lixiviats. Ces substances mobiles sont donc susceptibles de migrer avec les eaux d'infiltrations ; il convient donc de les confiner pour éviter toute migration. Le confinement des scories de sylvinite présent sur l'ancien site AFFIMET entre dans cette catégorie ;
- des impacts généralisés en métaux dans les remblais qui présentent de manière hétérogène des concentrations supérieures au bruit de fond géochimique. Compte tenu de l'hétérogénéité et du caractère généralisé de ces impacts, la solution de gestion la plus pertinente est de s'assurer dans le cadre du projet de la couverture pérenne de l'ensemble des sols par des dalles, de l'enrobé ou a minima 30 cm de terre saine pour éviter tout contact direct ou l'envol de poussières, et d'interdire la culture de végétaux consommables dans les terrains impactés.

Sur la base des caractéristiques des impacts identifiés, une première estimation des volumes potentiellement concernés par le traitement a été réalisée, et les solutions de gestion suivantes sont proposées :

- traitement des sols impactés en hydrocarbures et en autres substances volatiles par biotretre pour un volume estimé à environ 6 000 m³ pour un montant de l'ordre de 950 000 € HT ;
- réalisation d'un confinement technique des sols présentant des substances fortement lixiviables pour un volume de matériaux estimé à environ 8 000 m³ pour un montant de l'ordre de 800 000 € HT ;
- mise en place d'une couverture des sols présentant des teneurs élevées en métaux ; dans le cas de culture maraîchère, mise en place de sol sain sur a minima 1 m d'épaisseur.

A noter que les données d'entrée sont très partielles et ne permettent pas de statuer ni sur les volumes concernés ni sur la faisabilité des traitements envisagés. Pour disposer de données suffisamment précises et dimensionner les traitements, des études complémentaires sont à prévoir pour un montant de l'ordre de 150 000 € HT.

Synthèse technique

Client	CAMVS
Informations sur le site lui-même	<ul style="list-style-type: none"> • Adresse : Quartier Saint-Louis – Secteur Ouest à DAMMARIÉ-LES-LYS (77) • Superficie : 107 505 m² • Références cadastrales : Section AL : 116, 102, 109, 110, 112, 115, 28, 48, 30, 133, 76, 103, 107, 108, 111, 113, 114, 39, 78, 135, 134, 101, 100, 99, 98, 105, 106 • Propriétaires actuels : EPFIF, AFFIMET, Coopération Pharmaceutique Française, Etablissements Moncassin, Les copropriétaires de l'immeuble AL 116, SCI Les Lys, Port autonome de Paris, SCI de l'abattoir de Melun SCIAM, SCI Michelino, Commune de Dammarie les Lys • Usage et exploitant actuel : Exploitants multiples : blanchisserie, collecte de déchets et réparation de camions, récupération de déchets métalliques, fabrication de tuiles en béton, peinture, ravalement,... • Situation administrative : exploitant multiples Recensé au titre de la réglementation des ICPE selon les cas soumis à déclaration ou autorisation (dépôt de véhicules usagés, entrepôts de produits inflammables, stockage de pièces détachées, blanchisserie, abattoir privé)
Contexte de l'étude	Proposition des solutions de gestion des impacts et première estimation de l'impact financier en vue du réaménagement du site
Projet d'aménagement	Non défini. Type ZAC avec logement, activité commerciale et tertiaire
Géologie / hydrogéologie	<p>Les horizons suivants sont attendus au droit de la zone d'étude :</p> <ul style="list-style-type: none"> • des remblais sur une épaisseur d'environ 1 à 3 m ; • les Alluvions anciennes, constituées de sables et graviers, sur une épaisseur de 8 à 10 m ; • les Calcaires de Champigny, sur une épaisseur d'environ 15 m ; • les Marnes blanches de Pantin et Marnes bleues de Pantin. <p>Il existe une nappe dans les Alluvions anciennes et les Calcaires de Champigny ; son niveau est attendu vers 10 m de profondeur.</p>
Historique succinct	<ul style="list-style-type: none"> • Activité industrielle variée sur 80 ans, principalement fonderie, ateliers et laboratoire pharmaceutique
Impacts identifiés lors des précédentes études	<ul style="list-style-type: none"> • Présence généralisée de métaux dans les remblais en concentrations supérieures au bruit de fond géochimique ; • Sols impactés par les hydrocarbures totaux ; • Présence ponctuelle de BTEX ; • Présence de composés fortement lixiviables (notamment chlorures)
Schéma conceptuel	<ul style="list-style-type: none"> • Sources : sols impactés, nappe et air du sol contenant des composés volatils • Cibles : usagers futurs (résidents, travailleurs), nappe phréatique • Voies d'expositions : inhalation de vapeurs, contact direct avec les sols
Conséquences sur le projet / recommandations	<ul style="list-style-type: none"> • mesures de gestion et risques sanitaires : <ul style="list-style-type: none"> - Couverture des sols par des dalles, de l'enrobé ou a minima 30 cm de terre saine ; - Traitement des impacts en hydrocarbures et volatils en biotertre ; - Confinement des sols impactés en composés lixiviables ; • impact financier : <ul style="list-style-type: none"> - estimé de l'ordre de 2 000 000 € HT

1. Introduction

1.1 Objet de l'étude

Dans le cadre du réaménagement et de la création de logements et de zones d'activités au sein d'un éco-quartier, au droit de l'actuel Quartier Saint-Louis à Dammarie-les-Lys (77), la Communauté d'Agglomération de Melun Val-de-Seine (CAMVS) a missionné BURGEAP pour la réalisation de diagnostics afin de caractériser les pollutions présentes au droit du site.

Deux secteurs sont distingués : le secteur Est de 38 ha environ sur lequel plusieurs études environnementales ont déjà été menées qui ont conduit à un niveau de connaissance de la qualité du sous-sol jugé satisfaisant, et le secteur Ouest sur lequel des études sont en cours.

Le présent rapport porte sur les possibilités de gestion des impacts identifiés sur le secteur Est.

Concernant les investigations sur les sols, de nombreuses études ont été menées par la société HPC Envirotec en 2007 et 2008. Les investigations réalisées permettent d'avoir une bonne appréciation de la qualité chimique des sols au droit des sites. La connaissance des sites investigués est jugée satisfaisante à ce stade du projet d'aménagement. Des investigations complémentaires pourront être nécessaires afin de définir plus précisément les contraintes dans le cadre des projets de construction, notamment pour définir des filières d'évacuation envisageables pour les déblais et de confirmer la compatibilité de l'état de la zone est avec le projet d'aménagement en terme des risques sanitaires.

Certaines parcelles restent toutefois en cours d'étude, notamment dans le cadre de la cessation d'activité sur les sites concernés.

Sur la base des éléments disponibles, la CAMVS souhaite disposer d'une description des solutions de gestion qui pourront être mises en œuvre, et d'une première évaluation de l'impact financier des travaux à prévoir.

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, notamment la circulaire du 8 février 2007 relative à l'implantation sur des sites pollués d'établissements accueillant des populations sensibles, 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 de type **EVAL phase 3 et Plan de Gestion**, dont les objectifs sont :

- de disposer des données nécessaires pour élaborer le Plan de Gestion pour l'emprise intérieure du site, avec une estimation réaliste de l'extension des zones polluées ;
- de choisir une stratégie de gestion, évaluer et justifier le choix retenu par un Bilan Coûts/Avantages ;
- de définir les précautions/restrictions d'usage à instituer après les travaux ;
- de définir le programme de surveillance après les travaux ;

Cette prestation globale inclut les prestations élémentaires suivantes :

- **A330** : Identification des différentes options de gestion possibles et réalisation d'un bilan coûts/avantages.

L'étude est menée avec les connaissances techniques et scientifiques disponibles à la date de sa réalisation.

1.3 Documents connexes

La présente étude est basée sur les données issues des documents suivants :

- Etude historique du Clos Saint-Louis - Rapport ATOS Environnement PL-A4196-RT01, en date du 13 Janvier 2005 ;
- Diagnostic Approfondi – GIP Quartiers Val de Seine – Site OMEGA sis av. des Frères Thibaud à DAMMARIE-LES-LYS (77) – Rapport HPC-F 2B/2.05.0480, en date du 22 Janvier 2007 ;
- Diagnostic Approfondi - GIP Quartiers Val de Seine – Site FRAMATEQ sis 951 quai Voltaire à DAMMARIE-LES-LYS (77) – Rapport HPC-F 2B/2.05.0480 b, en date du 7 Février 2007 ;
- Diagnostic Approfondi - GIP Quartiers Val de Seine – Site du PORT AUTONOME DE PARIS sis 951quai Voltaire à DAMMARIE-LES-LYS (77) – Rapport HPC-F 2B/2.05.0480 c, en date d'Avril 2007 ;
- Diagnostic Approfondi - GIP Quartiers Val de Seine – Site BORNHAUSER MOLINARI sis 951 quai Voltaire à DAMMARIE-LES-LYS (77) – Rapport HPC-F 2B/2.05.0480 d, en date du 13 Mai 2007 ;
- Diagnostic Approfondi - GIP Quartiers Val de Seine – Site AFFIMET sis 951 quai Voltaire à DAMMARIE-LES-LYS (77) – Rapport HPC-F 2B/2.05.0480 e, en date du 10 Mai 2007 ;
- Diagnostic Approfondi - GIP Quartiers Val de Seine – Site MONCASSIN sis 537 quai Voltaire à DAMMARIE-LES-LYS (77) – Rapport HPC-F 2B/2.05.0480 f, en date du 14 Mai 2007 ;
- Diagnostic Approfondi - GIP Quartiers Val de Seine – Site SCI LES LYS sis av. des Frères Thibaud à DAMMARIE-LES-LYS (77) – Rapport HPC-F 2B/2.05.0480 g, en date du 13 Aout 2008 ;
- Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS) - GIP Quartiers Val de Seine – Partie Est de la Zone Industrielle du Clos Saint Louis à DAMMARIE-LES-LYS (77) – Rapport HPC-F 2B/2.05.0480 g, en date du 18 Avril 2008 ;

- Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS) - GIP Quartiers Val de Seine – Site SCI LES LYS sis av. des Frères Thibaud à DAMMARIE-LES-LYS (77) – Rapport HPC-F 2B/2.05.0480 h, en date du 18 Mai 2009.

2. Rappel du contexte environnemental

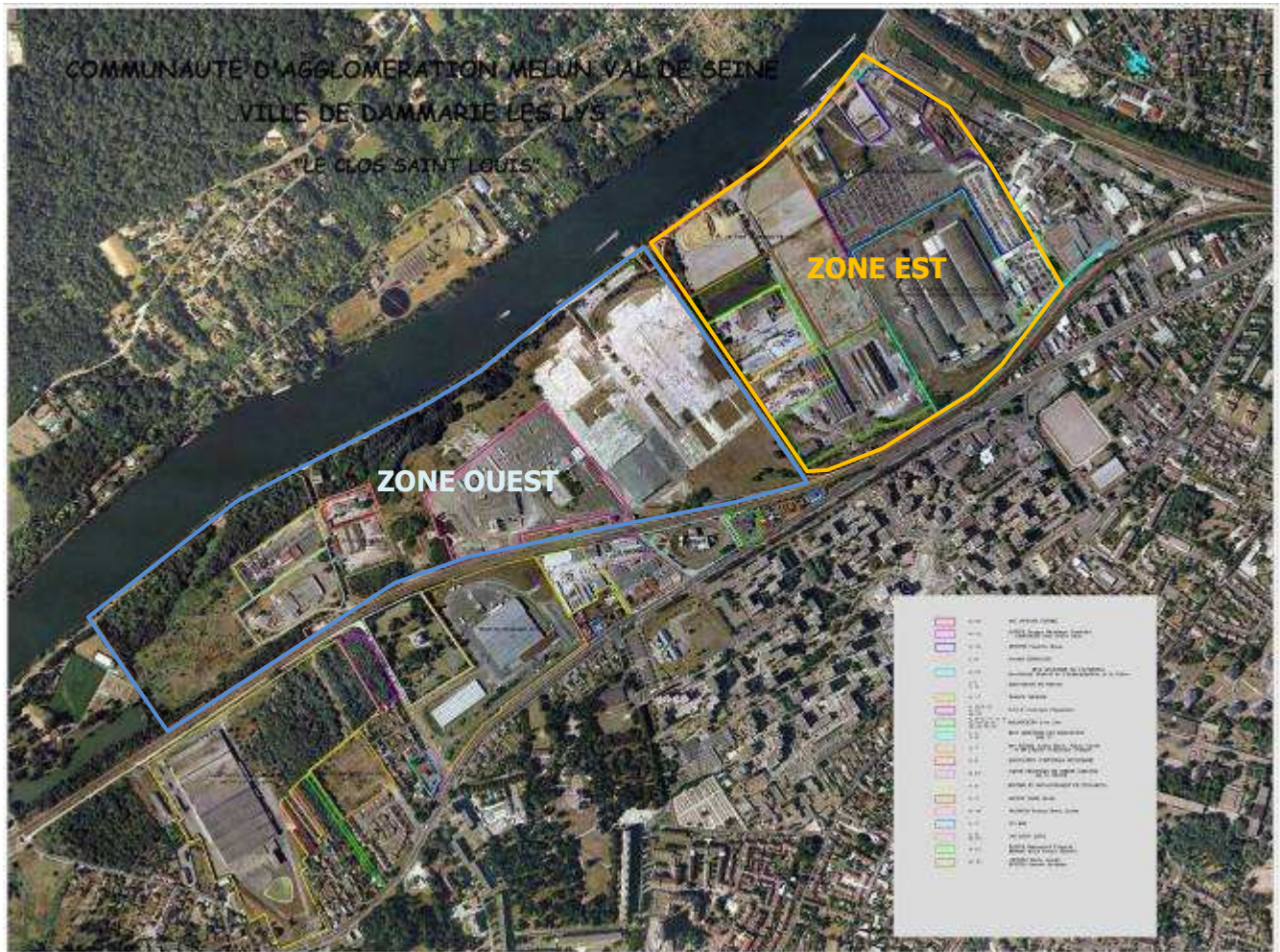
2.1 Localisation et description du site

Le Quartier Saint-Louis à Dammarie-les-Lys (77) présente un passif industriel significatif (fonderie, broyage de câbles, fabrication de matériaux en amiante-ciment...). Atouts majeurs du développement socio-économique de la Communauté d'Agglomération Melun Val de Seine (CAMVS), cette dernière souhaite reconquérir ces friches industrielles. Le projet vise à accueillir à terme plus de 4 000 logements et près de 150 000 m² d'activités (hôtels, groupes scolaires, bureaux, commerces...).

Dans le cadre de l'aménagement du Quartier Saint-Louis, la CAMVS souhaite réaliser des investigations et des études en matière de pollution, de géotechnique et d'hydrogéologie.

Deux secteurs sont distingués : le secteur Est de 38 ha environ sur lequel plusieurs études environnementales ont déjà été menées qui ont conduit à un niveau de connaissance de la qualité du sous-sol jugé satisfaisant, et le secteur Ouest sur lequel des études sont en cours.

Figure 1 : Localisation de la zone étudiée

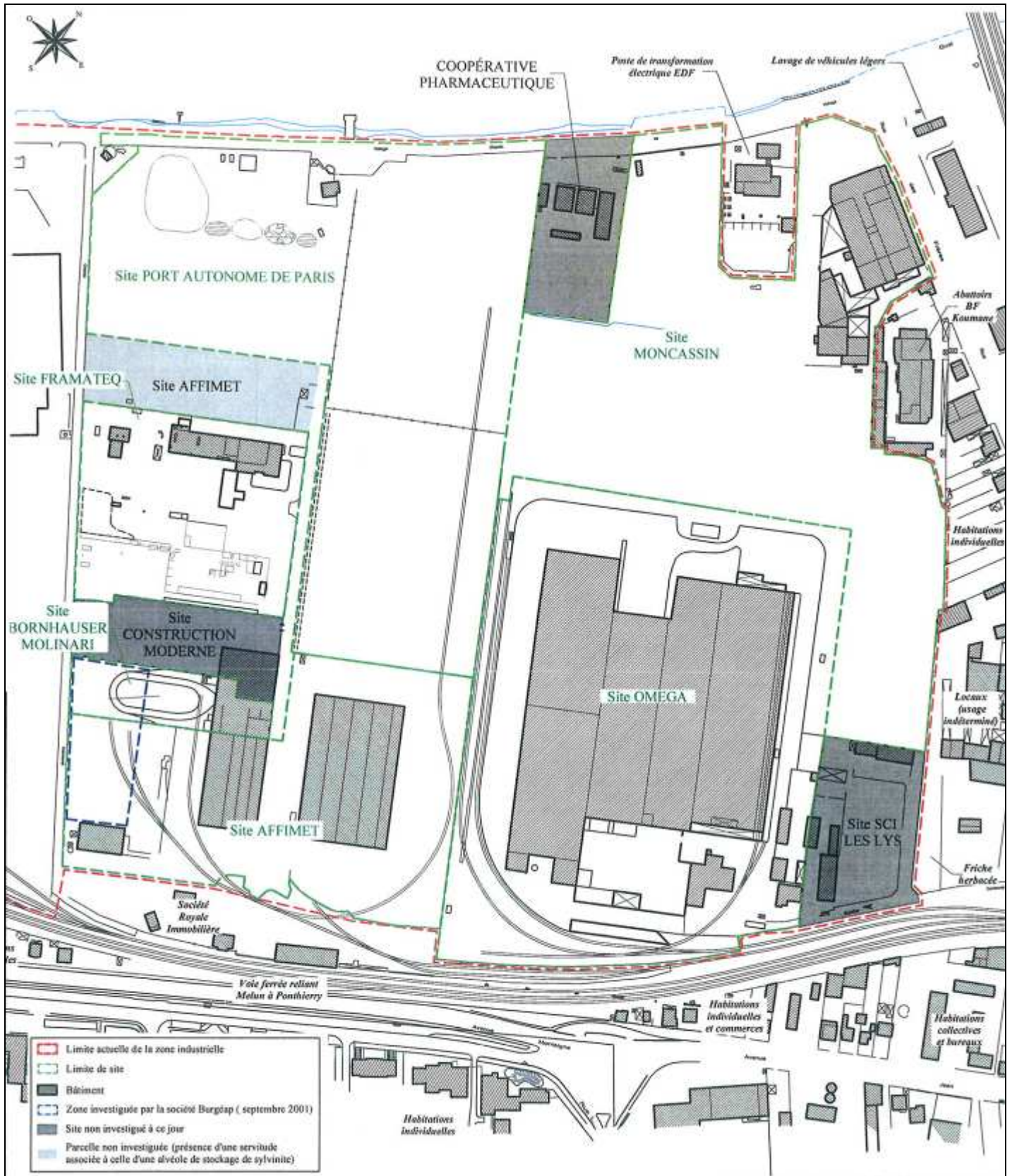


La zone est étudiée ici comprend les terrains exploités par les sociétés suivantes :

- AFFIMET ;
- PORT AUTONOME DE PARIS (PAP) ;
- FRAMATEQ (comprenant FRAMATEQ, Bétons de Paris et BORNHAUSER MOLINARI) ;
- MONCASSIN ;
- BORNHAUSER MOLINARI ;
- OMEGA (comprenant PSA, LAVANTOIL et MARCHETTO) ;
- SCI les Lys (comprenant IPA, DOST, AUTOCLEAN) ;
- SCI AM – Abattoir de Melun ;
- Société Coopérative Pharmaceutique ;
- Société Construction Moderne (MICHELINO)
- Société Royal Immobilière.

Les terrains des différents exploitants sont présentés sur la figure 2.

Figure 2 : Localisation des exploitant de la zone est



2.2 Contexte géologique

D'après la carte géologique au 1/25 000^{ème} de Melun, les coupes des sondages effectués à proximité du site et archivées sur le serveur de la BSS et les études menées au droit du site, les terrains naturels rencontrés, de haut en bas, sont les suivants :

- Remblais sur une épaisseur d'environ 1 à 3 m ;
- Alluvions anciennes, constituées de sables et graviers, sur une épaisseur de 8 à 10 m ;
- Calcaires de Champigny, sur une épaisseur d'environ 15 m ;
- Marnes blanches de Pantin et Marnes de bleues de Pantin.

2.3 Contexte hydrogéologique

D'après la carte hydrogéologique de Paris (DIFFRE, 1970) et les données de la BSS, la première nappe susceptible d'être rencontrée au droit du site est la nappe contenue dans les Alluvions anciennes et les Calcaires de Champigny sous-jacents. L'écoulement théorique de la nappe est du sud-est vers le nord-ouest. Cette nappe étant une nappe d'accompagnement de la Seine, son sens d'écoulement peut s'inverser suivant les saisons. Son niveau statique est attendu vers 10 m de profondeur. Elle est vulnérable aux impacts potentiels en provenance de la surface compte tenu de sa faible profondeur et de la présence de terrains superficiels perméables.

Aucun captage sensible n'est présent en aval du site. L'aval hydraulique immédiat du site est la Seine.

3. Synthèse des impacts identifiés

3.1 Synthèse des résultats des études précédentes

Sept diagnostics ont été réalisés au droit de la zone est. Ils ont concerné les sociétés AFFIMET, PORT AUTONOME DE PARIS (PAP), FRAMATEQ (comprenant FRAMATEQ, Bétons de Paris et BORNHAUSER MOLINARI), MONCASSIN, BORNHAUSER MOLINARI, OMEGA (comprenant PSA, LAVANTOIL et MARCHETTO), SCI les Lys (comprenant IPA, DOST, AUTOCLEAN).

Ces diagnostics ont mis en évidence :

- des impacts généralisés et diffus en métaux dans les remblais (cette problématique est courante dans ce type de sol), des teneurs particulièrement élevées ont été mesurées localement, en plomb et en cuivre ;
- des impacts épars principalement en hydrocarbures, mais aussi plus ponctuellement en HAP, PCB et en chlorure et fluorure sur lixiviat.

Sur la base des données recueillies, deux Evaluations Quantitatives des Risques Sanitaires (EQRS) ont été réalisées par HPC Envirotec en avril 2008 et mai 2009. La première concerne l'ensemble du secteur Est, hors sites Construction Moderne, Coopérative pharmaceutique et SCI Les Lys, non investigués à la date du rapport. La seconde concerne uniquement le site de la société SCI les Lys. Les EQRS ont été menées pour 5 scénarios différents à savoir :

- un scénario de type résidentiel individuel de plain-pied avec jardins privés, avec la présence d'adultes et d'enfants ;
- un scénario de type résidentiel collectif de plain-pied avec espaces verts, avec la présence d'adultes et d'enfants ;
- un scénario de type tertiaire de plain-pied pour un usage de type bureaux, avec présence d'adultes seuls ;

- un scénario de type commercial de plain-pied avec espaces verts, avec la présence d'adultes et d'enfants ;
- un scénario de type groupe scolaire de plain-pied avec espaces verts, avec la présence d'adultes et d'enfants.

Les voies d'exposition retenues sont :

- l'inhalation de composés volatils et de poussières,
- l'ingestion de sols et de poussières,
- le contact cutané,
- l'ingestion de légumes autoproduits,
- l'ingestion et le contact cutané avec l'eau des canalisations traversant les sols impactés.

Le schéma conceptuel présenté sur la figure 3 illustre les différents modes d'exposition retenus.

L'EQRS sur les 6 sites investigués a conclu à :

- l'existence de risques sanitaires systémiques non cancérigènes (avec seuil d'exposition) et cancérigènes (sans seuil d'exposition) pour les futurs résidents des logements individuels avec jardins privatifs et des logements collectifs avec espaces verts (adultes et enfants), supérieurs aux limites acceptables selon la réglementation en vigueur, induits par une exposition par ingestion de sols, de poussières et de légumes autoproduits (concentrations en PCB, en arsenic et en plomb dans les sols des futurs jardins non compatibles avec des futurs usages) ;
- l'absence de risques sanitaires systémiques non cancérigènes (avec seuil d'exposition) et cancérigènes (sans seuil d'exposition) pour les futurs employés et les usagers des futurs commerces et du groupe scolaire (adultes et enfants) et pour les futurs employés du secteur tertiaire (adultes) (l'état du milieu souterrain compatible avec les usages projetés).

Celle sur la SCI LES LYS a conclu à :

- l'existence de risques sanitaires systémiques non cancérigènes (avec seuil d'exposition – $QD > 1^1$) et cancérigènes (sans seuil d'exposition – $ERI > 1.10^{-5}^2$) pour les futurs résidents en logements individuels avec jardins privatifs et des logements collectifs avec espaces verts (adultes et enfants) et pour les futurs usagers des commerces et du groupe scolaire, supérieurs aux limites acceptables, induits par une exposition par ingestion de sols, de poussières et de légumes autoproduits (concentrations en HAP, en arsenic, en plomb et en hydrocarbures aromatiques C>21-35 dans les sols superficiels des jardins privatifs et espaces verts non compatibles avec des futurs usages).

Le tableau ci-après synthétise les résultats des calculs de risques sanitaires.

¹ QD : Quotient de Danger, résultats des calculs de risques sanitaires pour les substances dites à seuils ou non cancérigène. Le risque est jugé acceptable si cette valeur calculée est inférieure à 1.

² ERI : Excès de Risque Unitaire, Résultats des calculs de risques sanitaires pour les substances dites sans seuil ou cancérigène. Le risque est jugé acceptable si la valeur calculée est inférieure à 1.10^{-5} .

Figure 3 : Schéma conceptuel de la situation future du site (avant mise en œuvre des solutions de gestion)

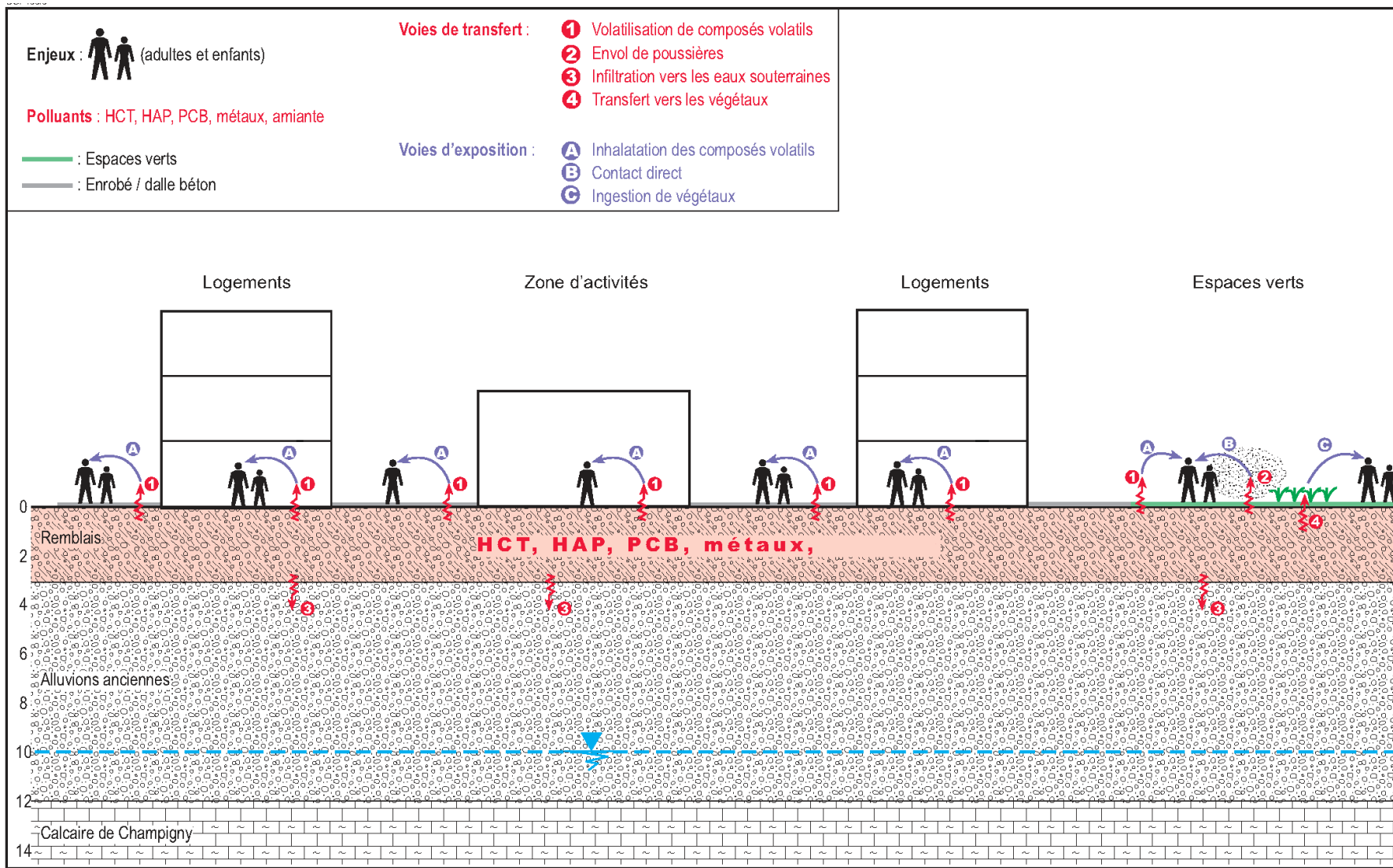


Tableau 1 : Synthèse des résultats des calcul d'EQRS

Scénario	Acceptabilité des ERI	Acceptabilité des QD	Substance et exposition tirant le risque
Zone est Hors SCI les Lys			
Résidentiel avec jardin privatif	NON	NON	Dépassement des seuils pour l'ingestion de légumes pour adulte et enfant : • Arochlor 1254 QD > 1 ERI > 10-5 • Risques inférieurs au seuil mais élevés pour l'arsenic et plomb
Résidentiel collectif avec Espaces Verts	NON	NON	Dépassement des seuils pour les enfants par ingestion de sol pour l'arochlor 1254, l'arsenic et le plomb
Tertiaire	OUI	OUI	Dépassement des seuils en cas de prise en compte d'hypothèses majorantes (notamment prise en compte des concentrations maximales mesurées et d'un taux d'ingestion de sol majorant pour l'arsenic)
Commercial	OUI	OUI	Dépassement des seuils en cas de prise en compte d'hypothèses majorantes (notamment prise en compte des concentrations maximales mesurées et d'un taux d'ingestion de sol majorant pour le Pb et l'arsenic)
Groupe scolaire	OUI	OUI	Dépassement des seuils en cas de prise en compte d'hypothèses majorantes (notamment prise en compte des concentrations maximales mesurées et d'un taux d'ingestion de sol majorant pour le Pb et l'arsenic)
SCI les Lys			
Résidentiel avec jardin privatif	NON	NON	Inacceptables pour l'ingestion de sol et/ou de légumes. Restent inacceptables même avec des hypothèses minorantes.
Résidentiel collectif avec Espaces Verts	NON	NON	Inacceptables pour l'ingestion de sol et/ou de légumes. Devient acceptable avec des hypothèses minorantes.
Tertiaire	?	?	Dépassement des seuils en cas de prise en compte d'hypothèses majorantes (notamment prise en compte des concentrations maximale mesurées et d'un taux d'ingestion de sol majorant pour l'arsenic)
Commercial	NON	NON	Inacceptables pour l'ingestion de sol et/ou de légumes
Groupe scolaire	NON	NON	Inacceptables pour l'ingestion de sol et/ou de légumes

3.2 Hypothèses d'études

Au regard des résultats des études menées, plusieurs hypothèses de départ sont formulées afin d'aborder la gestion des impacts identifiés. Il est considéré que :

- A l'issue de l'aménagement et de la construction de la zone, il a été considéré que l'ensemble des terrains sera couvert par des bâtiments, de l'enrobé ou toute autre couverture ou a minima 30 cm de terre saine. Ceci permet de s'affranchir des risques sanitaires liés à l'ingestion de poussière et au contact direct avec les sols impactés qui induisent les risques inacceptables notamment en raison de la présence de métaux ;

- la culture de végétaux comestibles n'est pas envisagée au droit de la zone, les risques sanitaires engendrés par la consommation de végétaux produits sur site étant la principale source de risques sanitaires selon les calculs d'EQRS. L'implantation de jardins potagers pourra toutefois être envisagée en cas de la mise en place d'une couche d'a minima 1 m de terre saine pour la culture des végétaux ;
- les possibilités de gestion proposées ne prennent pas en compte les cas particuliers comme l'implantation d'établissement sensibles qui le cas échéant devraient faire l'objet de dispositions constructives spécifiques basées sur des données plus précises, conformément à la circulaire du 08 février 2007 relative à l'implantation sur les sols pollués d'établissements accueillant des populations sensibles. Ces dispositions spécifiques devront être définies au cas par cas en accord avec l'administration.

Les solutions proposées sont basées sur les données disponibles au jour de l'étude. Ces données sont très partielles et ne permettent pas de caractériser précisément les impacts tant en importance qu'en extension verticale et horizontale. En outre, il ne peut être exclu l'existence des impacts non identifiés.

Les propositions de gestion et les quantités considérées sont donc une estimation présentant un aléa important. Des études complémentaires devront être menées pour justifier la faisabilité de ces propositions et définir précisément les volumes concernés.

A ce stade, les volumes ont été estimés sur la base du nombre de sondages et des analyses disponibles sur la zone autour des impacts ainsi que sur l'emprise de la source de pollution supposée à l'origine de l'impact.

3.3 Valeurs de référence

3.3.1 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 extraite d'une étude réalisée par M. Baize³ (INRA) basée sur des prélèvements d'échantillons de surface de sols agricoles en Ile de France (départements 77,78, 91 et 95). Le 95ème percentile de la distribution des concentrations mesurées a été retenu. Ces valeurs sont issues d'une note CIRE du 3 juillet 2006, proposant aux DDASS franciliennes des « seuils de sélection » pour sélectionner les éléments traces métalliques pour le calcul des risques. Cette note ne traite pas de l'arsenic, pour lequel la valeur retenue est basée sur les valeurs de cette même étude pour le territoire français (sol sans anomalie géochimique).

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 pourraient être excavées pour la réalisation des différents aménagements projetés, les concentrations sur le sol brut et sur l'éluat du test de lixiviation ont été comparées (tableau 4) :

- aux critères d'acceptation définis dans l'arrêté du 28 octobre 2010 relatif aux déchets inertes ;

³ Teneurs totales en éléments traces métalliques dans les sols, Denis BAIZE, 1997

- aux valeurs couramment utilisées par les exploitants de centres de traitement de déchets. Il s'agit ici de données issues de notre expérience et de notre connaissance du marché local.

Tableau 2 : Caractéristiques des différentes catégories de terres

catégories	A1	A2	B1	B2	C
filiales associées	Installation de Stockage des Déchets Inertes (ISDI)	Comblement de carrière pour "terres sulfatées"	Installation de Stockage des Déchets Non Dangereux (ISDND)	Bio-traitement	Installation de Stockage des Déchets Dangereux (ISDD)
Substances	Paramètres sur sol brut				
HAP (mg/kg)	$\Sigma(16\text{HAP}) < 50$	$\Sigma(16\text{HAP}) < 50$	$\Sigma(16\text{HAP}) < 500$	$\Sigma(16\text{HAP}) < 5\ 000$	$\Sigma(16\text{HAP}) < 500$
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	Seuils conformes aux arrêtés préfectoraux des installations de stockage	Indifférents sauf Hg < 100
HCT (C10-C40) (mg/kg)	HCT < 500	HCT < 500	HCT < 5 000	HCT < 100 000	HCT < 50 000
COHV (mg/kg)	$\Sigma(\text{COHV}) < 2$	$\Sigma(\text{COHV}) < 2$ et TCE < 1	$\Sigma(\text{COHV}) < 10$	$\Sigma(\text{COHV}) < 100\ 000$	$\Sigma(\text{COHV}) < 100$
BTEX (mg/kg)	$\Sigma(\text{BTEX}) < 6$	$\Sigma(\text{BTEX}) < 6$	$\Sigma(\text{BTEX}) < 30$	$\Sigma(\text{BTEX}) < 100\ 000$	$\Sigma(\text{BTEX}) < 200$
PCB (mg/kg)	$\Sigma(\text{PCB}) < 1$	$\Sigma(\text{PCB}) < 1$	$\Sigma(\text{PCB}) < 50$	$\Sigma(\text{PCB}) < 50$	$\Sigma(\text{PCB}) < 50$
Critères organoleptiques	absence d'indice organoleptique (couleur, odeur, déchets)	absence d'indice organoleptique (couleur, odeur, déchets)	Indifférents	Indifférents	Indifférents
tests de lixiviation	Paramètres sur éluats (ou lixiviats)				
lixiviation sur 24 h	tests de lixiviation conformes à l'arrêté du 28 octobre 2010	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 (métaux, fraction soluble, fluorures et COT)	Tests de lixiviation conformes à la Décision du Conseil du 19 déc. 2002 pour les déchets non dangereux (métaux, fraction soluble, fluorures et COT)	Tests de lixiviation conformes à la Décision du Conseil du 19 déc. 2002 pour les déchets dangereux (métaux, fraction soluble, fluorures et COT)

Les valeurs en gras sont des critères réglementaires.

ISDI : Installation de Stockage de Déchets Inertes (anciennement Classe 3)

ISDND : Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux (anciennement Classe 2)

ISDD : Installation de Stockage de Déchets Dangereux (anciennement Classe 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 centres d'enfouissement restent les derniers décisionnaires quant à l'acceptation des terres au regard de leurs propres arrêtés préfectoraux.

3.3.2 Valeurs de référence pour l'air des sols

Air atmosphérique

Les concentrations mesurées seront comparées :

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

- aux valeurs de bruit de fond : percentiles 95 issus de la campagne de mesures de l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur (OQAI) dans les logements français ;
- aux valeurs de bruit de fond : minimum et maximum issus des mesures dans des écoles et lieux de garde du VITO (Flanders indoor exposure survey (2005-2007)).

Air des sols

Nous ne disposons pas de valeur réglementaire, ni de valeur de bruit de fond pour l'interprétation des concentrations dans l'air des sols. Ainsi, dans les limites exposées ci-après, les valeurs de comparaison retenues seront les mêmes que celles retenues pour l'air atmosphérique.

Cette comparaison est réalisée dans le seul objectif de hiérarchiser les données sur la qualité de l'air des sols au regard de ses impacts sanitaires, l'air des sols ne pouvant être assimilé à l'air atmosphérique.

En cas de dépassement de ces valeurs guides, une estimation des transferts vers l'air ambiant sera nécessaire pour conclure quant aux incidences sanitaires de la présence de telles concentrations. En revanche, en cas de non dépassement ou pour des concentrations du même ordre de grandeur entre l'air des sols et les valeurs guides pour l'air atmosphérique, on peut conclure que les concentrations mesurées ne sont pas susceptibles de présenter des risques pour la santé des futurs utilisateurs du site. En effet, lors d'un transfert de gaz entre les sols et l'air atmosphérique, un abattement d'au minimum 1 à 2 ordres de grandeur (en fonction du contexte) est attendu.

Ces valeurs de comparaison sont présentées dans les premières colonnes du tableau présentant les résultats d'analyse.

3.4 Impacts pris en compte

Sept diagnostics ont été réalisés sur la zone est. Ils ont concerné les sociétés AFFIMET, PORT AUTONOME DE PARIS (PAP), FRAMATEQ (comprenant FRAMATEQ, Bétons de Paris et BORNHAUSER MOLINARI), MONCASSIN, BORNHAUSER MOLINARI, OMEGA (comprenant PSA, LAVANTOIL et MARCHETTO), SCI les Lys (comprenant IPA, DOST, AUTOCLEAN).

Les Sociétés SOCIETE COOPERATIVE PHARMACEUTIQUE, CONSTRUCTION MODERNE (MICHELO), SCI AM – Abattoir de Melun SOCIETE ROYALE IMMOBILIERE, sont en cours de cessation d'activité. Dans ce cadre des diagnostics et des travaux de remise en état sont en cours de réalisation.

Lors de la réalisation des investigations de terrain, les zones concentrées de pollution en hydrocarbures se retrouvent entre 0 et 3 m de profondeur. Les sols impactés au droit des zones sources de pollution ont été identifiés comme étant essentiellement des remblais sableux à limoneux.

Les impacts en hydrocarbures listés ci-après sont majoritairement des hydrocarbures très faiblement volatils (fraction carbonée C > 16).

Concernant les HAP et les PCB, ceux-ci sont détectés au droit de plusieurs sondages à des concentrations relativement faibles et inférieurs aux critères d'acceptation en ISDI. Les PCB ne sont pas considérés comme volatils. Parmi les HAP, seul le naphthalène est considéré comme volatil.

Sur le site AFFIMET, un confinement de résidus de scories de sylvinite⁴ a été réalisé. Environ 33 000 m³ de ce matériaux sont stockés sur une alvéole étanche répondant aux spécifications techniques pour les stockages de déchets industriels spéciaux. Des restrictions d'usage mentionnées dans l'arrêté préfectoral du 8 octobre 1991 interdisent tout usage pouvant remettre en cause l'intégrité du confinement. La prise en compte de ce confinement est étudiée dans les paragraphes suivants.

Concernant les concentrations sur lixiviat dépassant les critères d'acceptation en ISDI, l'ensemble des paramètres d'acceptation n'a jamais été analysé sur le même échantillon. Les dépassements des critères sur lixiviats observés concernent l'arsenic, le plomb, les chlorures, les fluorures et les sulfates.

⁴ La **sylvinite** est un minerai de potasse. C'est un mélange de sylvite (KCl, ou chlorure de potassium) et halite (NaCl, ou chlorure de sodium).

A noter la particularité des dépassements mesurés sur le site PAP, notamment en chlorures et fluorures, qui peuvent être rattachés à la présence de l'ancien terril AFFIMET. L'extension horizontale et verticale de résidus de scories de sylvinite peut donc être importante. La valeur mesurée au droit de FP7 pour les chlorures est particulièrement élevée et est supérieure au critère d'acceptation en ISDD.

Les valeurs mesurées sur l'échantillon SA10 sont également importantes, avec un dépassement des critères d'acceptation en ISDD pour le plomb. Toutefois les analyses portent sur une couche restreinte de sols et ne sont a priori pas représentatives d'un volume conséquent.

Dans le tableau ci-après sont considérés comme impacts :

- les concentrations en métaux particulièrement élevées appelant à envisager un traitement. Les concentrations en métaux supérieur au bruit fond géochimique naturel ne sont pas listées ;
- les concentrations en composés supérieures aux critères d'acceptation en ISDI tels que définis dans l'Arrête Ministériel du 28/10/10 ;
- les concentrations en composés volatils susceptibles d'entraîner des risques sanitaires non négligeables pour les futurs usagers.

La synthèse des impacts pris en compte est présentée sur la figure 4.

Les données d'entrée sont partielles et ne permettent pas toujours de déterminer précisément l'extension des impacts. L'estimation de l'extension des zones impactées a été faite sur la base des hypothèses suivantes :

- existence d'analyses sur les sondages voisins et sur les échantillons sus-jacent et sous-jacent ;
- emprise de la source identifiée comme à l'origine des impacts ;
- lithologie et indice organoleptiques observés lors des sondages (épaisseur des remblais, apparence des sols...) ;
- caractéristiques de l'impact (concentration, type de polluant...).

Dans un certain nombre de cas le dimensionnement des impacts a été défini en partie sur la base de choix arbitraires en vue d'obtenir une estimation qui se veut réaliste mais qui est soumise à un aléa fort. Des diagnostics complémentaires doivent être menés pour définir plus précisément l'extension des impacts identifiés.

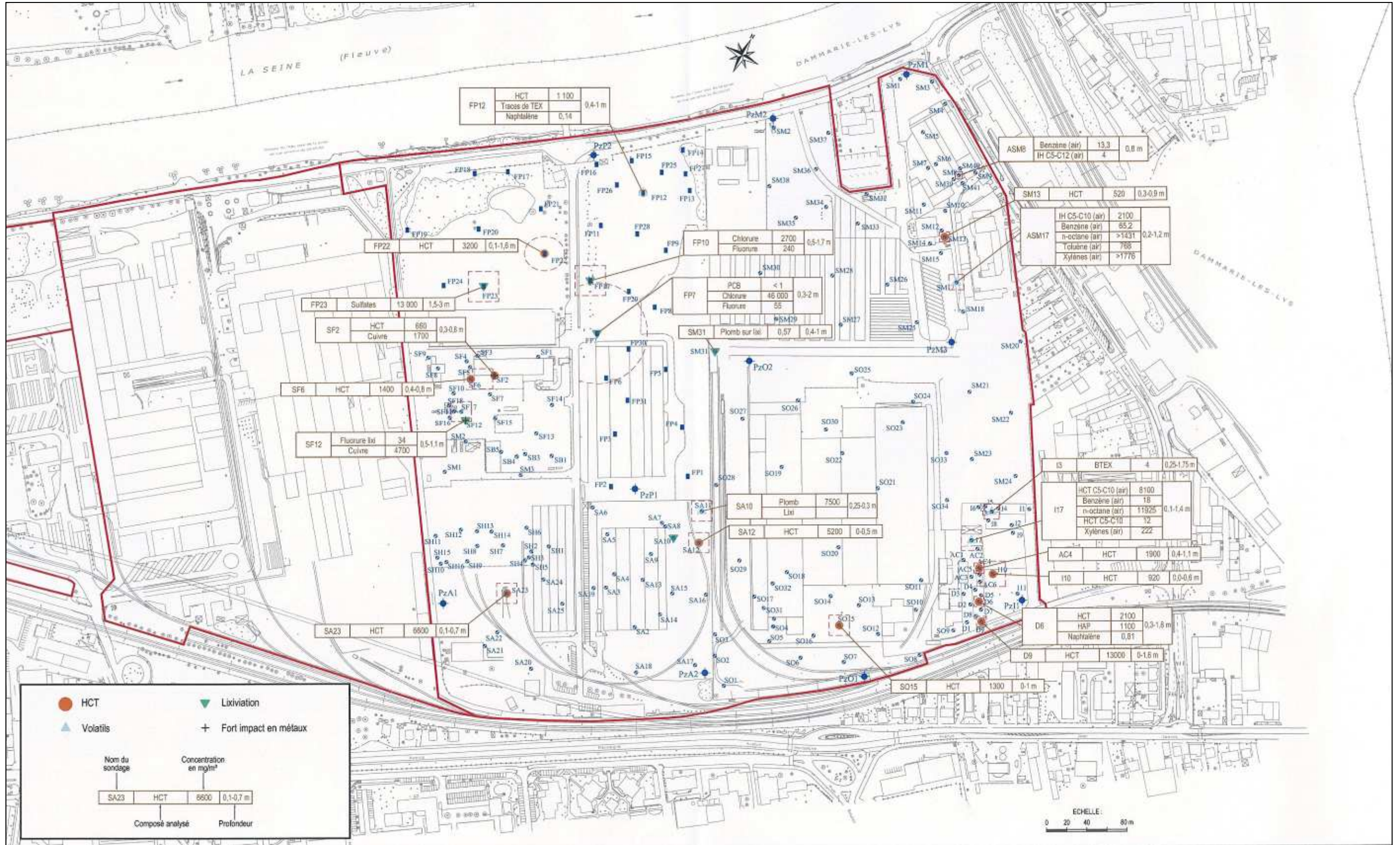
Tableau 3 : Synthèse des impacts identifiés

Sondage	Impacts	[C] ⁵	Prof.	Volume	Commentaire
Site Port Autonome de Paris					
FP22	HCT	3 200	0,1-1,6	2 000	Emplacement d'une ancienne zone remaniée – volume estimé sur la base d'un ovoïde d'environ 40 m de diamètre impacté entre 0,1 et 1,5 m de profondeur. Extension mal déterminée. Pas d'hydrocarbures volatils
FP12	HCT	1100	0,4-1	50	Zone de souillure en hydrocarbures – volume estimé sur la base d'un ovoïde de 10 m de diamètre impacté entre 0,4 et 1 m. Pas d'information sur l'extension verticale en dessous de 1 m
	Ethylbenzène	0,1			
	Naphtalène	0,14			
FP7	Chlorure	46 000	0,3 - 2	4 000	Zone de stockage. Volume estimé par d'un demi-cercle de 50 m. Extension verticale inconnue estimée à 2 mètres. Chlorures > ISDD
	Fluorure	55			
FP10	Chlorure	2 700	0,5 - 1,7	1 800	Associé à la présence d'un ancien terriil et de zone de stockage. Présence de mâchefers et résidus de brûlage. Extension verticale et horizontale inconnue. Volume estimé sur la base d'une maille de 30 x 30 sur 2 mètres de profondeur. Fluorures >ISDND
	Fluorure	240			
FP23	Sulfates	13 000	1,5-3	1 350	Extension latérale et verticale inconnue. Volume estimé sur la base d'un impact de 30 x 30 x 1,5 mètre de profondeur
Site MONCASSIN					
SM13	HCT	520	0,3-0,9	100	Pas de volatils
ASM17	HCT C5-C10 (air)	2100	0,2-1,2	225	Associé à une ancienne aire de livraison et de stockage de carburant. Extension horizontale inconnue, pas d'impact sur l'échantillon sous-jacent. Volume estimé sur la base d'un impact de 15 x 15 sur 1 mètre de profondeur
	Benzène (air)	65,2			
	n-octane (air)	>1431			
	Toluène (air)	768			
	Xylènes (air)	>1776			
ASM 8	Benzène (air)	16,3	0,8	25	Impact non retrouvé au droit des sondages à proximité immédiate. A priori limité, estimé sur la base d'une surface de 5 x 5 m sur un mètre de profondeur
	IH C5-C12 (air)	4			
SM31	Plomb sur lixi	0.57	0.4-1	-	[C] > ISDI – Extension non définie. Le dépassement constaté est de faible ampleur, il est donc par la suite négligé. En cas de mouvement de terre, il conviendra toutefois de confirmer ou d'infirmer son existence
SCI les LYS					
I10	HCT	920	0,0-0,6	625	Stockage de véhicules - Extension verticale et horizontale inconnue. Volume estimé sur la base d'une extension de 25x25 sur un mètre de profondeur
I3	Benzène	0,3	0,25-1,75	450	Associé à stockage divers et usage de solvants. Extension horizontale et verticale inconnue. Volume estimé sur la base d'un impact de 15x15 sur 2 mètres d'épaisseur.
	Toluène	1,2			
	Ethylbenzène	3,4			
	Xylène Totaux	2,21			
I7	HCT C5-C10	12	0-1,4	400	Associé à une zone de stockage de véhicules. Volume estimé sur la base d'une zone de 20x20 sur 2 mètres de profondeur
	Benzène	0,25			
	Toluène	0,9			
	Ethylbenzène	0,08			
	Xylènes	0,55			
	Naphtalène	0,23			
	n-octane (air)	11,925			

⁵ Concentrations exprimées en Mg/kg_{MS} pour les sols et les analyse sur lixiviat et en mg/m³ pour les analyses sur l'air du sol

Sondage	Impacts	[C] ⁵	Prof.	Volume	Commentaire
	Xylène (air)	222			
	C5-C10 (air)	8 100			
	Benzène (air)	18			
D6	HCT	2100	0,3-1,8	200	Associé à un stockage de pièces mécaniques. Volume estimé sur la base d'un impact de 10x10 sur 2 mètres de profondeur Compatible avec évacuation en Biotraitement hors site. 0,03 mg/m ³ de Naphtalène dans l'air du sol
	HAP	1100			
	Naphtalène	0,81			
D9	HCT	13 000	0-1,6	300	Associé à une aire de stockage de fût sur béton. Hydrocarbures lourd absence de volatils. Extension verticale et horizontale inconnue. Volume calculé sur la base d'un impact de 10x10 sur 3 m de profondeur
	Toluène	0,43			
AC4	HCT	1 900	0,4-1,1	100	Associé à une aire de lavage extension horizontale inconnue. Volume estimé sur la base d'une extension de 10x10 sur 1m de profondeur
OMEGA					
SO15	HCT	1 300	0-1	800	Associé à un stockage de carcasses de véhicules et de pièces huileuses sur palettes. Volume estimé sur la base d'une surface de 20x20 sur 2m de profondeur. La surface est étendue en raison d'autres sources potentielles à proximité (sans données analytiques).
Site AFFIMET					
SA23	HCT	6 600	0,1-0,7	400	Associé à l'ancienne cisailleuse. Volume estimé sur la base d'un impact de 20x20 sur 1 mètre d'épaisseur. Echantillon sous-jacent non impacté
SA12	HCT	5 200	0-0,5	200	Associé à des stockages divers. Pas d'impact sur la tranche inférieure. Volume estimé sur la base d'un impact de 20x20 sur 50 cm d'épaisseur
SA10	Plomb	7 500	0,25-0,3	10	Impact sur une faible épaisseur, associé à la présence de mâchefers. Dépassement des critères ISDND pour As et Hg, ISDD pour le plomb Pb, Ni, et ISDI pour les chlorures et fluorures
	Lixiviation				
SA11	Toluène	0,54	0.2-0.8	400	Associé à une zone de stockage. Volume estimé par une zone impactée de 20 x 20 sur un mètre d'épaisseur
	Xylènes totaux	1,17			
FRAMATEQ					
SF2	HCT	660	0,3-0,8	400	Associé à une ancienne fonderie, des ateliers et une aire de lavage. Volume estimé par un impact de 20 x20 sur 1 mètre de profondeur
	Cuivre	1 700			
SF6	HCT	1 400	0,4-0,8		
SF12	fluorure (lixivi)	34	0,5-1,1	400	Extension verticale et horizontale inconnue. Volume estimé sur la base d'un impact de 20x20 sur 1 m
	Cuivre	4 700			

Figure 4 : Synthèse des impacts pris en compte



4. Impacts sur les eaux souterraines

4.1 Valeurs de référence

Pour le milieu « eaux souterraines », il n'existe pas de définition de bruit de fond.

Les concentrations mesurées seront comparées aux valeurs limites définies pour les eaux brutes potabilisables en annexe 2 de l'arrêté du 11 janvier 2007.

Nous retiendrons également comme référentiel de comparaison l'arrêté du 17 décembre 2008 « *établissant les critères d'évaluation et les modalités de détermination de l'état des eaux souterraines* ».

Etant donné que la nappe n'est pas exploitée pour la production d'eau potable, la comparaison aux valeurs limites des eaux souterraines pour la production d'eau potable n'est pas pertinente ces valeurs peuvent toutefois être utilisées à titre indicatif.

4.2 Impacts identifiés sur les eaux souterraines

Dans le cadre de l'étude de pollution – diagnostic approfondi réalisée par la société HPC Envirotec en 2007, un total de 12 piézomètres a été posé au droit de la zone est (11 en 2007 et 1 en 2008).

Une campagne de prélèvements et d'analyses des eaux souterraines a été réalisée en juin 2007 sur les 11 ouvrages existants.

Le programme analytique portait sur :

- Hydrocarbures totaux ;
- Métaux et metalloïdes,
- COHV ;
- BTEX.

Les résultats d'analyses mettent en évidence la présence de traces d'hydrocarbures totaux, de métaux et metalloïdes, de COHV et de BTEX au droit de 4 piézomètres.

Cette campagne de prélèvement conclue à l'absence d'impacts significatifs sur les eaux souterraines.

A noter toutefois que sur la Zone ouest, deux zones de contamination des eaux souterraines sont identifiées : au sud-ouest de l'ancien terroir du site AFFIMET et au droit de l'ancienne décharge du site EVERITE.

La première contamination est de type alcaline et est due au lessivage de l'ancien crassier exploité par AFFIMET et qui contenait de la sylvinite (NaCl et KCl). La seconde contamination est due à l'exploitation de la décharge du site Everite et se caractérise par la présence de nombreuses substances : chlorures, ammonium, métaux lourds (As, Ni, Fe), solvants chlorés et traces de plusieurs familles d'hydrocarbures.

Aucun élément n'est disponible sur l'extension actuelle de cette contamination du fait du manque de données sur le suivi de la qualité des eaux souterraines. En outre, l'impact des modifications des conditions d'exploitation des nappes suite aux arrêts des pompages des sociétés AFFIMET et EVERITE n'est pas connu.

Par ailleurs, une zone de contamination des eaux souterraines peut exister au nord-est de la zone d'étude suite à la pollution, maintenant traitée, du site SPDA.

5. Mesures de gestion envisageables

5.1 Introduction

Ce chapitre présente les mesures de gestion techniques et organisationnelles proposées pour la gestion des sols impactés identifiés au droit du site. Celles-ci sont à ce jour définies dans les grands principes et non arrêtées dans le détail.

Ces mesures de gestion sont déduites des observations des chapitres précédents, de la nécessité de réhabilitation du site pour accueillir bâtiments à usage d'habitations et peuvent comprendre :

- des travaux de traitement des sources, qui pourront être mis en œuvre au droit des sources sol recensées ;
- des prescriptions constructives si nécessaire (recouvrement des terres, mise en place d'un vide-sanitaire) ;
- des mesures de surveillance des milieux : suivi de la qualité des eaux souterraines si nécessaire ;
- la proposition de restrictions d'usage éventuelles.

Les techniques de traitement sont de trois types :

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

Les paramètres concernant la lithologie du sol ainsi que la nature des polluants sont des points essentiels quant au choix de(s) technique(s) à mettre en œuvre. D'autres paramètres (planning de réalisation des équipements, place disponible, budget) sont aussi des contraintes fortes dans les choix des techniques finalement retenues.

Au vu du volume estimé de sols impactés, de la variabilité des impacts, de la dispersion des zones sources de pollution et de la complexité de mise en œuvre des techniques de traitement *in-situ*, celles-ci ne sont pas pertinentes.

5.2 Caractéristiques des impacts et possibilités de gestion

Impacts en métaux

Concernant les impacts diffus en métaux (hors spots de concentrations élevées), les concentrations élevées en métaux sont une problématique générale des remblais. L'hétérogénéité et la répartition généralisée de ces impacts ne permet pas d'envisager un traitement proprement dit. Toutefois les métaux n'induisent un risque sanitaire pour les futurs usagers que par contact direct (ingestion des sols, inhalation de poussière et contact cutané) ou bioaccumulation dans les végétaux (seul le mercure possède des formes volatiles mais il n'est pas détecté au droit de la zone est à des concentrations anormales). Un recouvrement des terrains par des dalles béton, de l'enrobé ou 30 cm de terre saine, couplé à l'interdiction des jardins potagers, permet de supprimer le risque pour les futur usagers. En outre, sur la base des analyses réalisées, les métaux présents sont peu mobilisables. Il n'y a donc pas de risques significatifs de leur migration par lixiviation vers la nappe.

Imposer dans le cadre des projets de construction le recouvrement des sols est donc la solution de gestion la plus pertinente pour la gestion des impacts diffus en métaux.

En ce qui concerne les jardins potagers, ils pourraient être envisagés dans le cas d'un apport de terre saine sur à minima 1 m d'épaisseur.

Pour ce qui concerne les spots de concentrations particulièrement élevées en plomb et cuivre (SA10, SF2 et SF12), il est en revanche recommandé de procéder à leur traitement afin de limiter les risques sanitaires et de migration potentiels. Il n'existe pas de solution simple pour abattre les concentrations en métaux présents dans les sols. La solution la plus efficace pour supprimer ces impacts compte tenu des volumes relativement restreints (environ 800 m³ en première approche) reste l'excavation et l'évacuation en filière appropriée.

L'ensemble des paramètres définis par l'arrêté du 28 octobre 2010 relatif aux installations de stockage de déchets inertes n'a pas été réalisé. Nous prendrons l'hypothèse sur la base des analyses disponibles d'une acceptabilité des terres en ISDND pour les spots SF2 et SF12. Le spot en SA10 présente des dépassements des critères d'acceptation en ISDD ; il devra être évacué vers une filière spécialisée type inertage ou vitrification. L'option d'un confinement spécifique sur site peut également être envisagée afin de limiter les coûts et le transfert de terres impactées hors site.

Impact en hydrocarbures

Concernant les impacts en hydrocarbures totaux (HCT), ils sont pour la totalité composés de fractions carbonées très peu volatiles (C>16). Du point de vue de la gestion des risques sanitaires, ils peuvent rester en place sous une couverture au même titre que les métaux. Toutefois, en accord avec les recommandations ministérielles qui préconisent le traitement d'une source concentrée et circonscrite, nous recommandons d'envisager un traitement à minima pour les sources présentant les concentrations les plus importantes (HCT > 2500 mg/kg_{MS}).

Dans la majorité des cas, les hydrocarbures peuvent être dégradés par des traitements biologiques (de type biotertre, landfarming ou compostage, cf. §5.3) avec des taux abattements satisfaisants. Ces traitements peuvent être relativement facilement mis en œuvre sur site, ce qui permet d'éviter l'évacuation de terres, mais nécessitent une place disponible pour une durée de 6 à 12 mois. Compte tenu des faibles contraintes en termes de place disponible et de temps de traitement, cette solution apparaît la plus pertinente en termes de rapport efficacité / coût de traitement.

Si cette technique n'est pas mise en œuvre, les hydrocarbures identifiés peuvent être à moindre coût confinés sur site, de préférence sous voirie pour limiter les risques de lixiviation et de migration vers la nappe. En cas d'évacuation hors site ils peuvent être orientés vers des centres de bio traitement ce qui s'avérerait plus onéreux et générerait des flux de camions mais aurait l'avantage de supprimer rapidement et totalement les impacts (cette solution est généralement retenue lorsque les impacts sont traités en phase construction lors de la réalisation de sous-sols par exemple).

Impacts en composés volatils

Les impacts en composés volatils (BTEX, Naphtalène, hydrocarbures C5-C12) engendrent des risques sanitaires pour les futurs usagers par inhalation de vapeurs. Ces risques ne sont pas supprimés par la mise en place d'une couverture, et les calculs de risques sanitaires mettent en évidence les risques engendrés non négligeables.

Les composés volatils de par leurs caractéristiques intrinsèques peuvent être traités par simple volatilisation par brassage. L'efficacité de cette technique est grandement dépendante de la nature des sols. En outre, elle doit inclure un dispositif de récupération et de traitement des gaz pour éviter la libération des composés dans l'atmosphère.

Le traitement par procédé biologique sur site est également envisageable. Dans le cas présent, étant donné que les impacts en hydrocarbures sont majoritairement couplés à des impacts en hydrocarbures plus lourds

(qui ne peuvent être traités par volatilisation), le traitement des impacts en substances volatiles couplé à celui des hydrocarbures lourds par traitement biologique sur site paraît la solution la plus pertinente.

Impact en HAP

Les investigations mettent en évidence des impacts éparses et d'importance limitée en HAP sauf au droit du sondage D6 au droit duquel la concentration totale en HAP atteint 1 100 mg/kg MS.

Les HAP peuvent également être dégradés par les traitements biologiques, toutefois avec une efficacité moindre qui peut être compensée par une durée de traitement plus longue. Si un bio traitement est mis en place, il apparaît pertinent d'y associer les terres impactées en HAP identifiées au droit du sondage D6.

Pour les impacts identifiés de faible ampleur, les HAP (hors Naphtalène) étant considérés comme non volatiles, la mise en place d'une couverture du sol supprimera les voies d'exposition pour les futurs usagers au même titre que pour les métaux.

Impacts en PCB

Des impacts d'importance limitée en PCB ont été mis en évidence. Les PCB sont faiblement volatils, la couverture des sols permettra donc de supprimer la voie d'exposition des futurs usagers. Au vu des concentrations mesurées, les PCB détectés ne nécessitent pas de traitement spécifique.

Impacts sur lixiviat

Les analyses sur lixiviat mettent en évidence principalement 3 impacts distincts :

- FP7/FP10FP23, à proximité du confinement AFFIMET : des concentrations élevées en chlorures et fluorures sur lixiviat dont l'origine est a priori à relier à la présence passée de terrils. Les volumes concernés sont mal connus et peuvent potentiellement être importants ;
- SA10, correspondant à une couche de mâchefer : des concentrations en métaux sur lixiviat importantes (supérieures aux critères d'acceptation en ISDD) et d'extension a priori limitée ;
- SF12 : une concentration en fluorures sur lixiviats associées à une concentration en cuivre élevée.

Compte tenu des valeurs mesurées qui imposent des filières d'évacuation onéreuses et des volumes importants, l'évacuation hors site de ces sols n'apparaît pas une solution économiquement acceptable. En outre le site accueille un confinement de scorie de sylvinite dont la problématique est également principalement la lixiviation de chlorure ; il apparaît pertinent de traiter ces impacts de manière similaire. Ces sols non inertes pourraient donc être confinés sur site avec des contraintes spécifiques pour un coût acceptable.

Compte tenu des substances et des concentrations identifiées dans les sols, des hypothèses rappelées dans les paragraphes précédents et des considérations ci-dessus, les techniques de réhabilitation théoriquement envisageables en première approche sur le site sont présentées dans le tableau 4.

Tableau 4 : Bilan coût-avantages des techniques de traitement retenues

Techniques	Principe de traitement	Nature des polluants concernés	Avantages	Inconvénients	Argumentaire sur l'adéquation de la technique à la problématique	Durée
Excavation et volatilisation sur site Ou venting in situ	Extraction des composés volatils par brassage Ou mise en place de drains (venting)	Toutes les molécules volatiles	Envisageable pour des quantités intermédiaires Intéressant pour limiter les couts d'élimination hors site	Nécessité de disposer de place sur le site pour effectuer le traitement si traitement par étalement, sinon prévoir un confinement sous un chapiteau pour récupération des composés volatilisés En cas de mise en place d'un système de venting in situ les gaz doivent être récupérés et traités.	Adaptés pour les impacts identifiés en BTEX principalement. Non adapté aux hydrocarbures lourds. Dans le cas présent les volumes impactés en hydrocarbures volatils sont faibles, l'intérêt de cette technique est donc faible.	3 mois
Bioterre ou land farming	Biodégradation des composés	Produits pétroliers (gazoil, fuel, kérozène), COHV, COV	Meilleur contrôle des paramètres que les processus de traitement biologiques in situ Intéressant pour limiter les couts d'élimination hors site	L'hétérogénéité des sols peut interférer dans le transfert d'air. Nécessité de disposer de place sur le site pour effectuer le traitement. Traitement long Efficacité variable en fonction des composés traités, des caractéristiques des sols...	Les impacts en hydrocarbures identifiés sur site son globalement modérés et la nature des sols est globalement compatible avec le traitement. A l'échelle du projet, la durée du traitement et la place nécessaire ne sont pas pénalisantes. Cette technique représente un bon rapport cout/efficacité de traitement pour les impacts en HCT et BTEX identifiés. En revanche, les hydrocarbures identifiés sont majoritairement des hydrocarbures lourds ce qui entraine une durée de traitement longue	6 à 24 mois
Confinement sur site	Excavation et confinement sous une capsule étanche	Composés non volatils	Coûts faibles	Conservation de la pollution sur site Usage des surfaces limité Nécessite la mise en place de servitudes et de restrictions d'usages Nécessite la garantie de la pérennité du confinement réalisé Mise en place d'une surveillance de la qualité des eaux souterraines Contraintes en cas d'interventions futures Dévaluation du terrain Responsabilités légales	Adapté pour éviter la migration de composés Adapté pour des volumes conséquents lorsque qu'il n'existe pas de solution de traitement simple Le site accueille déjà un confinement technique pour les scories de sylvinite de l'activité AFFIMET	Quelques mois
Elimination hors site des terres	Excavation des terres, chargement et transport des terres vers une filière appropriée	Tous polluants en fonction de leurs concentrations	Envisageable pour des quantités raisonnables Elimination définitive sans incertitudes liées à l'hétérogénéité des sols	Coûts prohibitifs des filières hors site Mauvais bilan carbone.	Elimination complète des pollutions Permet de traiter les pollutions pour lesquelles il n'existe pas de traitement sur site pertinent	Quelques mois

5.3 Descriptif des solutions proposées et de leur mise en œuvre

5.3.1 Biotertre (ou Biopile)⁶

Principe

Le traitement par biotertre consiste à mettre des sols pollués en tas en vue d'un traitement biologique. Pour ce faire, les sols pollués font généralement l'objet d'un amendement et les conditions dans le biotertre sont contrôlées (aération, ajouts de nutriments ...).

Cette technique est couramment employée sur les sites présentant des hydrocarbures volatils à semi-volatils biodégradables. Le biotertre est très largement utilisé pour les dépollutions sur site, procédé simple, robuste et de mise en œuvre assez facile.



Le procédé nécessite au préalable une excavation des sols. Ils sont alors soumis à un prétraitement sur une plateforme de prétraitement (homogénéisation, criblage, amendement de matière organique ou structurante si nécessaire ...). Ils sont ensuite mis en andains sur une plateforme de traitement. Les tas sont d'une manière générale d'une hauteur inférieure à 3 m (afin d'éviter le compactage). Des drains sont installés pour la récupération des eaux et la circulation de l'air, ainsi qu'un système d'aspersion pour l'apport de nutriment.



Les eaux récupérées circulent en circuit fermé dans le système. L'air récupéré est quant à lui traité à l'aide de biofiltre ou de charbon actif avant rejet dans l'atmosphère. La biodégradation est contrôlée (température, taux d'humidité, nutriments, oxygène, pH).

Les biopiles sont recouvertes par une géomembrane imperméable afin de limiter les infiltrations d'eaux pluviales, les rejets non contrôlés de polluants dans l'atmosphère, le maintien/l'augmentation de la température.

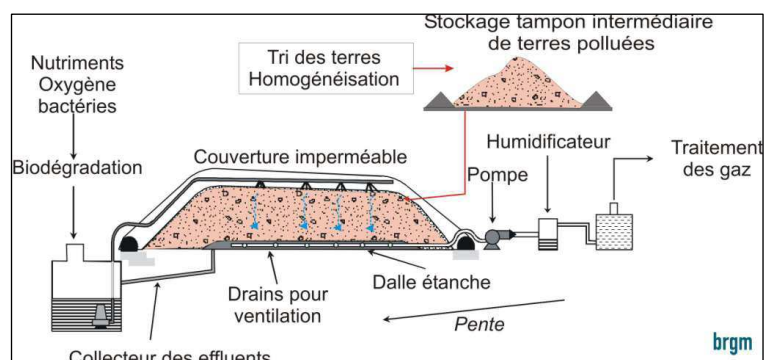
Il faudra envisager de réserver une surface d'environ 2 000 m² pour traiter un volume d'environ 5 000 m³ pour une durée d'environ 6 à 12 mois.

Afin d'optimiser le traitement, il est conseillé de le démarrer à la sortie de l'hiver, la température influant fortement sur la vitesse du métabolisme bactérien. Par ailleurs, l'humidité doit rester supérieure à 80 %, ce qui nécessite l'humidification des sols traités.

En outre, le coût de cette solution est relativement peu sensible aux variations de volumes traités ce qui permet de limiter les aléas financiers en cas de volumes plus importants.

Applicabilité

Le traitement par biotertre s'applique à des sols pollués par les produits pétroliers de type gasoils, fuels, kérosène. Les COHV, COV, pesticides, certaines coupes pétrolières lourdes (HAP, huiles organiques...) peuvent aussi, dans certaines conditions, être traités mais avec des rendements épuratoires plus faibles.



⁶ Etabli sur la base du rapport du BRGM « quelles techniques pour quels traitements – Analyse coûts-bénéfices », BRGM/RP – 58609 – FR de juin 2010

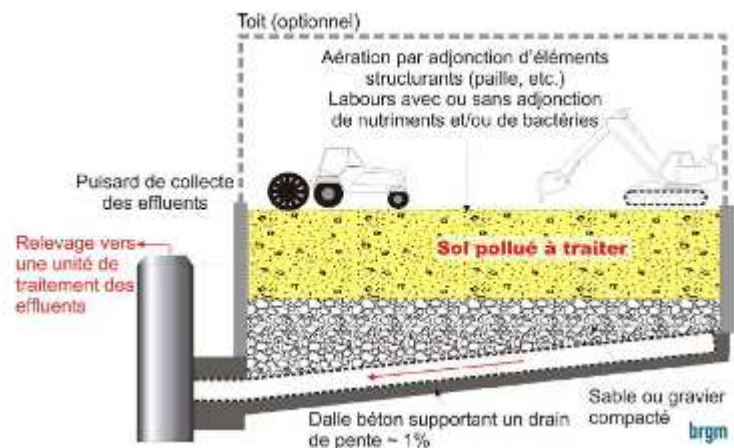
Les traitements par bioterre s'appliquent de préférence à des teneurs inférieures à 15 000 - 20 000 mg/kg de HCT pour les produits pétroliers « classiques ».

L'efficacité dépend :

- du type de sols (des sols argileux ou avec une forte proportion de carbone organique sont plus difficiles à traiter),
- du type d'hydrocarbures présents (les hydrocarbures lourds sont plus difficiles à traiter),
- de la qualité de la flore microbienne, les conditions météorologiques (la chaleur favorise le développement microbien).

Une efficacité moindre peut dans la plupart des cas être compensée par un temps de traitement plus long.

Le Landfarming est une variante dans laquelle les terres sont étalées plutôt qu'être mises en andains. Dans certaines conditions, cette technique peut s'avérer plus appropriée, toutefois elle nécessite des surfaces importantes.



5.3.2 Volatilisation

Principe

Cette technique tire parti du caractère volatil des composés qui par un brassage efficace des sols sont libérés dans l'air. L'air contaminé est ensuite récupéré et traité sur charbon actif par exemple.

Les terres doivent être au préalable excavées, puis le brassage peut être réalisé soit à l'aide d'une installation fixe alimentée par une chargeuse, soit par étalement et brassage par un système mobile tracté.

Dans tous les cas, le dispositif de brassage doit être équipé d'un système de récupération de l'air. Dans le cas d'un brassage fixe, l'air peut être récupéré sous un chapiteau sous dépression.



Applicabilité

Cette technique ne s'applique qu'aux composés particulièrement volatils (COV). Son efficacité dépend :



- du type de sol (sols sableux dégazeront fortement alors que la technique sera peu efficace sur des sol argileux),
- des concentrations à traiter (un abattement important peut être obtenu facilement pour les concentrations élevées, les concentrations résiduelles pouvant être plus difficiles à résorber).

Dans le cas présent, cette technique apparaît d'un intérêt limité compte tenu des impacts relativement peu importants et de l'existence concomitante de composés non volatils. Toutefois, d'une relative facilité de mise en œuvre, elle peut être envisagée s'il est décidé de ne traiter que les composés volatils.

5.3.3 Confinement des sols par couverture en surface

Cette solution consiste en une couverture des sols impactés par une dalle béton, une couche d'enrobé ou une couche de terre saine d'une épaisseur variable en fonction de l'usage, pour éviter le contact direct avec les sols. Cette solution ne s'applique qu'aux substances non volatiles et/ou peu ou non lixiviables.

Un déplacement des sols impactés peut être envisagé afin de les regrouper ou de les confiner sous les zones à usage le moins sensible :

- sous voiries : les terres impactées pourront être réutilisées sous voiries (sous réserve de la validité de leurs propriétés géotechniques). Leur mise en place s'accompagnera de la pose d'un grillage avertisseur entre les terres impactées et la couche de forme ;
- sous les espaces verts ou en merlon paysager : leur mise en place s'accompagnera d'une « enveloppe » des terres par un géotextile et par une couverture par une couche de terre végétale saine (30 cm).

La réutilisation de terres polluées sous voiries, sous les espaces verts paysagers ou en merlon implique la nécessité de mettre en place des servitudes ou des restrictions d'usage explicitées dans les actes de vente des terrains et inscrites aux hypothèques de façon à en garder la mémoire. Le dossier des servitudes devra comporter :

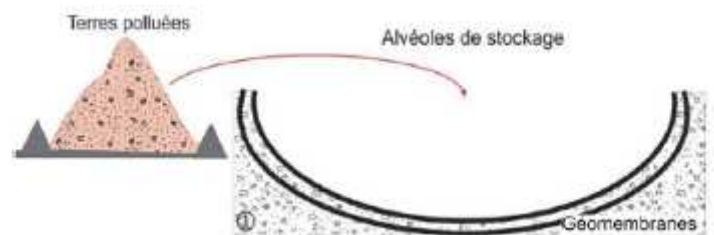
- cartographie des zones où les sols impactés ont été confinés ;
- garantie du maintien du confinement effectué et interdiction de réaliser des travaux d'excavation dans les zones de confinement (par exemple, contrainte au niveau des réseaux enterrés qui devront être placés hors zones de confinement) ;
- mise en place d'une surveillance de la qualité des eaux souterraines en aval hydraulique du confinement ;
- réalisation d'études en cas de changement ultérieur d'usage ou de la configuration du site, pour vérifier la compatibilité du projet avec la qualité des terres confinées.

5.3.4 Confinement spécifique en alvéole étanche

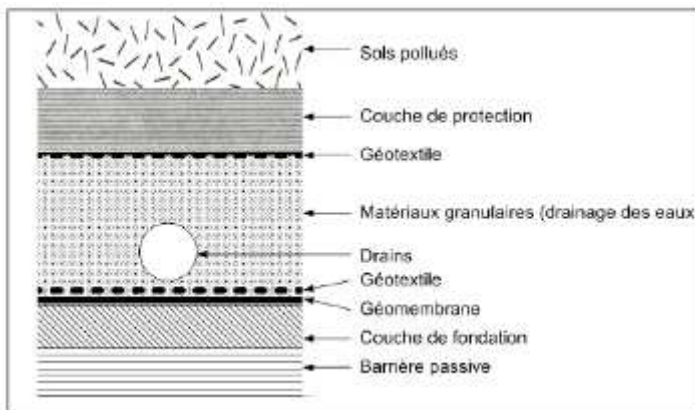
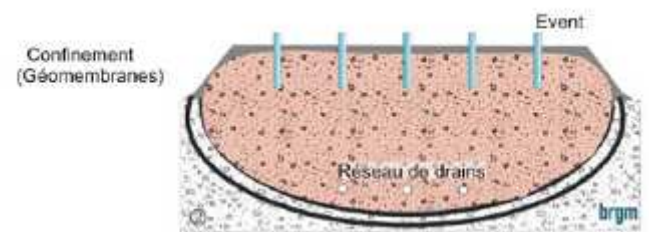
Cette solution ne s'applique qu'aux substances lixiviables. La mise en place du confinement physique consiste à :

- isoler les contaminants de façon à prévenir d'une manière pérenne leur propagation,
- contrôler, c'est-à-dire s'assurer du maintien des mesures mises en place,
- suivre, c'est-à-dire s'assurer de l'efficacité de ces mesures.

Dans le cas de composés mobilisables (comme c'est le cas des sols impactés présentant des valeurs importantes sur lixiviat (chlorure et métaux notamment), un confinement physique sur site dans des alvéoles étanches peut être envisagé (cela a été réalisé pour les scories de sylvinite du site AFFIMET).



Le principe consiste à réaliser une ou plusieurs alvéoles étanches à l'aide de geomembranes et/ou d'une couche d'argile très peu perméable à l'eau afin de créer une barrière imperméable contre la migration des substances en profondeur. L'alvéole est recouverte par une couverture étanche afin d'empêcher les eaux pluviales de percoler à travers les sols impactés.



Des couches complémentaires de protection sont généralement nécessaires pour :

- protéger les couches étanches des animaux par exemple,
- drainer les eaux d'infiltrations,
- assurer un fondement approprié

Pour être efficace, toute mesure de confinement doit être accompagnée de mesures de contrôle qui permettent d'en assurer l'intégrité.

Un suivi devra être obligatoirement être mis en place à long terme et devra permettre de vérifier le fonctionnement et de suivre l'évolution de l'efficacité du confinement. Le but est de pouvoir caractériser autant que faire se peut qualitativement et quantitativement le flux de matière échangé avec l'extérieur. Le suivi doit permettre de s'assurer de l'efficacité des mesures de confinement mises en place. Le plus souvent, il consiste à prélever des échantillons de l'eau souterraine ou de l'eau de surface afin d'en vérifier la qualité et de suivre son évolution (conditions du milieu, sous-produits de dégradation...).

5.3.5 Traitement hors site

Le principe de cette solution est le suivant :

- établissement d'un plan de terrassement prévisionnel précisant les filières d'évacuation, sur la base des résultats des analyses des sols et des critères d'acceptation dans les différentes filières ;
- demande d'un ou plusieurs certificats d'acceptation préalable aux filières identifiées ;
- excavations des matériaux impactés à l'aide d'une pelle mécanique ;
- tri des terres sur la base d'un plan de terrassement prévisionnel, des indices organoleptiques et des mesures de terrain ;
- si nécessaire, analyses complémentaires sur les tas de terres excavées et triées, pour préciser leur orientation ;
- transport des terres impactées vers la ou les filières identifiées avec suivi (traçabilité) ;
- contrôle de la pollution résiduelle en fond et en bords des fouilles ;
- si nécessaire, remblaiement avec des matériaux d'apport puis compactage de ces matériaux.

5.4 Suivi du chantier et récolement

Il est recommandé que le suivi des travaux de gestion des terres impactées soit encadré par un assistant à maîtrise d'ouvrage ou une maîtrise d'œuvre spécialisée.

A l'issue des travaux de réhabilitation, un dossier de récolement devra être rédigé ; il comprendra, a minima, les éléments suivants :

- le bilan précis des mouvements de terres effectués (excavation, remblaiement, ...) ;
- le plan altimétrique coté qui repositionnera précisément l'ensemble des excavations, des zones de confinement et des apports de terres saines ;
- la nature de travaux de traitement réalisés et les volumes traités pour chaque technique utilisée ;
- les localisations précises des prélèvements de contrôle afin pour évaluer les teneurs résiduelles en polluants dans les sols en place et/ou réutilisés en remblais après traitement ;
- les résultats d'analyses associés ;
- la mise à jour de l'ARR sur la base des teneurs résiduelles ;
- les justificatifs de l'évacuation des déchets dans les filières appropriées.

5.5 Estimation des volumes de terres pour chaque type de traitement

Sondage	Composés	Concentration (mg/kg MS)	Volume (m3)	Proposition de traitement	Alternative
Site Port Autonome de Paris					
FP22	HCT	3 200	2000	Biotertre	Confinement sur site ou évacuation en ISDND
FP12	HCT	1100	50	Biotertre	Confinement sur site ou évacuation en ISDND
	Ethylbenzène	0,1			
	Naphtalène	0,14			
FP7	Chlorure	46 000	4000	Confinement spécifique sur site	Evacuation en centre spécialisé
	Fluorure	55			
FP10	Chlorure	2 700	1800	Confinement spécifique sur site	Evacuation en ISDND
	Fluorure	240			
FP23	Sulfates	13 000	1350	Confinement sur site	Evacuation en carrière de gypse
Site MONCASSIN					
SM13	HCT	520	100	Biotertre	Confinement sur site
ASM17	HCT C5-C10 (air)	2100	225	Biotertre	Evacuation en ISDND
	Benzène (air)	65,2			
	n-octane (air)	>1431			
	Toluène (air)	768			
	Xylènes (air)	>1776			
ASM 8	Benzène (air)	16,3	25	Biotertre	Evacuation en ISDND
	IH C5-C12 (air)	4			
SM31	Plomb sur lixi	0,57	-	Pas de traitement	Evacuation en ISDND
SCI les LYS					
I10	HCT	920	625	Biotertre	Confinement sur site
I3	Benzène	0,3	450	Biotertre	Evacuation en ISDND
	Toluène	1,2			
	Ethylbenzène	3,4			
	Xylène Totaux	2,21			
I7	HCT C5-C10	12	400	Biotertre	Evacuation en ISDND
	Benzène	0,25			
	Toluène	0,9			
	Ethylbenzène	0,08			
	Xylènes	0,55			
	Naphtalène	0,23			
	n-octane (air)	11 925			
	Xylène (air)	222			
	C5-C10 (air)	8 100			
Benzène (air)	18				

Sondage	Composés	Concentration (mg/kg MS)	Volume (m3)	Proposition de traitement	Alternative
D6	HCT	2100	?	Biotertre	Evacuation vers biotraitement hors site
	HAP	1100			
	Naphtalène	0,81			
D9	HCT	13 000	300	Biotertre	Evacuation en Biotraitement hors site
	Toluène	0,43			
AC4	HCT	1 900	100	Biotertre	Confinement sur site ou évacuation en ISDND
OMEGA					
SO15	HCT	1 300	800	Biotertre	Confinement sur site ou évacuation en ISDND
Site AFFIMET					
SA23	HCT	6 600	400	Biotertre	Evacuation en Biotraitement hors site
SA12	HCT	5 200	200	Biotertre	Evacuation en Biotraitement hors site
SA10	Plomb	7 500	10	Confinement spécifique sur site	Evacuation en centre spécialisé
	Lixi				
SA11	Toluène	0,54	400	Biotertre	Evacuation hors site (ISDI)
	Xylènes totaux	1,17			
FRAMATEQ					
SF2	HCT	660	400	Confinement spécifique sur site	Evacuation en ISDND
	Cuivre	1 700			
SF6	HCT	1 400			
SF12	fluorure lixiviable	34	400	Confinement spécifique sur site	Evacuation en ISDND
	Cuivre	4 700			

Ainsi, en première approche environ **14 000 m³** de terres sont considérées impactées ou non inertes, réparties en 23 spots distincts, dont :

- environ 6 000 m³ de terres impactées pouvant être traitées par Biotertre,
- environ 8 000 m³ de terres à confiner.

5.6 Estimation de l'impact financier de la gestion de la pollution

Remarques : nous signalons que les coûts présentés dans ce paragraphe sont des estimations moyennes de prestations similaires réalisées sur tout le territoire national pour des volumes et des natures de composés très variables. Ils peuvent varier significativement en fonction des conditions de réalisation et du marché.

Des éléments de coûts de gestion des terres sont présentés dans les paragraphes suivants.

Biotertre : environ 150 € par m³ traité

Ce prix unitaire comprend l'excavation des terres, leur transfert et la mise en andain (hors soutènement et travaux spécifiques), la préparation de la surface et du système de traitement (géomembrane, drain,...) le

brassage des sols et le suivi du traitement (sur une durée estimée d'environ 6 mois), ainsi que la réutilisation des terres en remblais (hors compactage spécifique).

Confinement technique sur site : 100 € par m³ confiné

Ce prix unitaire comprend l'excavation des terres et leur transfert vers la zone de confinement, la préparation du confinement multicouche étanche, la pose des drains et le recouvrement étanche. Il n'inclut pas l'éventuel remblaiement des fouilles par apport de matériaux extérieurs ni des travaux de mise en sécurité ou de soutènement spécifique.

Evacuation en ISD :

ISDI : 30 €/m³

ISDND : 200 €/m³

ISDD : 350 €/m³

Ces prix comprennent l'excavation, le chargement et le transport des terres vers les exutoires cités. Ils ne comprennent pas le remblaiement des fouilles et des travaux de mise en sécurité spécifiques.

Confinement par couverture des sols : 50 – 75 € par m³

Ces prix comprennent la mise en place d'une couverture simple sur les sols impactés (géomembrane, grillage avertisseur et couche de protection), avec ou sans déplacement des terres. Hors mise en œuvre spécifique.

Etudes complémentaires : 150 000 €

La connaissance actuelle du terrain n'est pas suffisante pour définir précisément les volumes concernés et s'assurer de la faisabilité des solutions présentées. Des diagnostics complémentaires devront être menés afin de définir les extensions des impacts plus précisément, ainsi que les concentrations des différents composés. Sur la base de données plus précises, des études de pré-faisabilité pour les traitements seront menées. En fonction des aménagements définis, des études de risques sanitaires spécifiques devront être menées et des dossiers de servitudes établis.

Les coûts ne comprennent pas les montants liés à la maîtrise d'œuvre (généralement de l'ordre de 10% pour ce type de travaux).

L'estimation globale ci-après est réalisée en considérant un traitement des sols impactés par des hydrocarbures par biotertre et le confinement technique des sols présentant des dépassements des seuils sur le lixiviat et en métaux. C'est la solution optimale pour traiter les pollutions et limiter les dévaluations du foncier futures ainsi que les contraintes en phase de construction.

En fonction des aménagements et des caractéristiques des spots de pollution, des solutions alternatives pourront être envisagées, par exemple la couverture simple de certains impacts pour limiter les coûts de traitement.

Il ne s'agit que d'une estimation imprécise basée sur les données disponibles.

Solution de gestion	Volume (m3)	PU €	PT €
Bioterre	6 275	150	941 250
Confinement spécifique sur site	7 960	100	796 000
Etudes complémentaires (diagnostic complémentaires, études de faisabilités,...)			150 000
Total			1 887 250

La gestion de l'ensemble des sols impactés identifiés à ce jour sur la zone est peut être évaluée à environ 2 000 000 €.

Toutefois, compte tenu des hypothèses de départ imprécises et des aléas sur les conditions de réalisation, cette évaluation pourrait varier de manière importante.

6. Conclusions et recommandations

Dans le cadre du réaménagement et de la création de logements et de zones d'activités au sein d'un éco-quartier, au droit de l'actuel Quartier Saint-Louis à Dammarie-les-Lys (77), la Communauté d'Agglomération de Melun Val-de-Seine (CAMVS) a missionné BURGEAP pour déterminer les options de gestions envisageable et estimer en première approche l'impact financier du traitement des impacts identifiés sur la zone est.

Plusieurs études et diagnostics de recherche de pollution ont été réalisés sur les différents sites composant la zone est. Ces derniers ont mis en évidence différents impacts principalement en hydrocarbures, en HAP, en BTEX et sur les analyses sur lixiviat.

Au total 23 spots de terres impactées ont été identifiés comme justifiant des travaux de traitement. Plusieurs types d'impacts sont identifiés :

- Des impacts en hydrocarbures principalement lourd pouvant être traité par traitement biologique ou sous certaines conditions être confiné car ils n'entraînent pas de risques sanitaires par volatilisation.
- Des impacts en composés volatils pouvant également être traités par traitement biologique mais qui maintenus en place engendreraient des risques sanitaires non négligeables pour les futurs occupants
- Des impacts en métaux, chlorures et fluorures sur lixiviats. Ces impacts sont susceptibles de migrer avec les eaux d'infiltrations il convient donc de les confiner pour éviter toute migration. Le confinement des scories de sylvinite présent sur l'ancien site AFFIMET entre dans cette catégorie.
- Des impacts généralisés en métaux dans les remblais qui présentent de manière hétérogène des concentrations supérieures au bruit de fond géochimique. Compte tenu de l'hétérogénéité et du caractère généralisé de ces impacts la solution de gestion la plus pertinente est de s'assurer dans le cadre du projet de l'a couverture de l'ensemble des sols par des dalles, de l'enrobé ou a minima 30 cm de terre saine pour éviter tout contact direct ou envol de poussières et d'interdire la culture de végétaux consommable dans les terrains impactés.

Sur la base des caractéristiques des impacts identifiés une première estimation des volumes potentiellement concernés a été réalisée et les solutions de gestion suivante sont proposées :

- Traitement des impacts en hydrocarbures et en volatils par biotertre pour un volume estimé à environ 6 000 m³ pour un montant de l'ordre de 950 000 € HT ;
- Réalisation d'un confinement technique des sols présentant des composé fortement lixiviables pour un volume de matériaux estimé à environ 8 000 m³ pour un montant de l'ordre de 800 000 € HT ;
- Assurer dans le cadre du projet la couverture des sols riche en métaux et dans le cas de culture maraîchère mettre en place a minima 1 m de sol sain.

A noter que les données d'entrée sont très partielles et ne permettent pas de statuer ni sur les volumes concerné ni sur la faisabilité des traitements envisagés. Pour disposer de données suffisamment précises et dimensionner les traitements des études complémentaires sont à prévoir pour un montant de l'ordre de 150 000 € HT.

7. 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 événements ultérieurs au diagnostic (interventions humaines ou phénomènes naturels) peuvent modifier la situation observée à cet instant.