

**Maîtrise d'œuvre pour la
dépollution du centre de
recyclage rue Franklin à Bassens
(33)**

**Phase 1 : Investigations complémentaires
et plan de gestion**

Décembre 2010 – A 60595 /A

COMMUNAUTE URBAINE DE BORDEAUX

**Esplanade Charles de Gaulle
33076 BORDEAUX**

Agence ouest – Sud-Ouest

Parc Technologique Europarc
19, avenue Léonard de Vinci – 33600 PESSAC
Tél. : 05.57.26.02.80- Fax : 05.57.26.80.13



Sommaire

	Pages
1. Contexte et objectifs.....	3
2. Complément d'investigations.....	4
2.1. Sondages de sol.....	4
2.2. Qualité des eaux souterraines en Pz11bis	12
2.3. Qualité des gaz du sol	13
2.4. Inspection des 14 cuves.....	17
3. Proposition d'un plan de gestion du site	22
3.1. Généralités	22
3.2. Usages du site et schéma conceptuel	23
3.3. Bilan coûts avantages.....	25
3.4. Etude de solutions	30
3.5. Traçabilité et restriction d'usages	33
3.6. Suivi du chantier de dépollution	34
3.7. Suivi de la qualité des eaux souterraines	34
4. Analyse des Risques Résiduels prédictive.....	35
4.1. Concentrations retenues	37
4.2. Choix des valeurs toxicologiques de référence.....	39
4.3. Schéma conceptuel.....	40
4.4. Transfert des gaz du sol	40
4.5. Caractéristiques des bâtiments	41
4.6. Caractéristiques des confinements.....	41
4.7. Budget espace temps	41
4.8. Caractérisation des risques.....	42

Liste des figures

Figure 1 : Implantation des 10 sondages géologiques supplémentaires et observations	8
Figure 2 : Prélèvement des gaz du sol	13
Figure 3 : Schéma conceptuel	24

Liste des tableaux

Tableau 1 : Coupes lithologiques des sondages, échantillons prélevés	7
Tableau 2 : Résultats d'analyses en hydrocarbures, BTEX, HAP et éléments métalliques sur les sols	10
Tableau 3 : Résultats d'analyses en TPH sur les sols	11
Tableau 4 : Temps de pompage des gaz du sol	14
Tableau 5 : Résultats d'analyse des gaz du sol – 13 octobre 2010	15
Tableau 6 : Résultats d'analyses en TPH sur les gaz du sol	16
Tableau 7 : Résultats d'investigations des 14 cuves	18
Tableau 8 : Résultats d'analyse des matières présentes dans les cuves	20
Tableau 9 : Grille d'analyse du bilan coûts-avantages pour les sols riches en éléments métalliques	26
Tableau 10 : Grille d'analyse du bilan coûts-avantages pour les sols riches en hydrocarbures	28
Tableau 11 : Chiffrage estimatif de la vidange des cuves polluées et éliminations des matières	30
Tableau 12 : Chiffrage estimatif de 2 solutions de traitement des sols contaminés par des éléments métalliques	31
Tableau 13 : Chiffrage estimatif de la solution de confinement et de traitement biologique des sols contaminés par des hydrocarbures	32
Tableau 14 : Chiffrage estimatif de la solution de traitement thermique des sols contaminés par des hydrocarbures	32
Tableau 15 : Récapitulatif des couts estimatifs de traitement à envisager par poste	33
Tableau 16 : Teneurs retenues dans les sols et les gaz du sol pour les calculs de risques sanitaires résiduels	38
Tableau 17 : Caractéristiques proposées pour le sol	40
Tableau 18 : Caractéristiques proposées pour les bâtiments sans sous-sol (industriels)	41
Tableau 19 : Résultats des calculs de risques sanitaires	42

Liste des annexes

Annexe 1 : Résultats d'analyses
Annexe 2 : Valeurs toxicologiques de référence
Annexe 2 : Tableau de synthèse des prestations codifiées selon le référentiel QUALIPOL

1. Contexte et objectifs

A la demande de l'Administration, la Communauté Urbaine de Bordeaux doit procéder à des « travaux de dépollution » du centre de recyclage de la rue Franklin à Bassens.

Actuellement le site est occupé par une déchetterie pour la partie sud et par un terrain vague destiné à être aménagé en plateforme de broyage de déchets pour la partie nord.

Au total la zone d'étude représente de l'ordre de 1,2 ha (zone sud actuellement utilisée et zone nord).

Ces travaux de dépollution sont motivés par le fait que le terrain d'emprise renferme d'anciennes cuves de l'armée allemande destinées à l'approvisionnement des sous-marins pendant la seconde guerre mondiale. Ces cuves ont probablement été à l'origine de pollution des sols et de la nappe d'eau souterraine ainsi qu'en attestent les résultats d'études antérieures menées depuis 1997 sur le site. De plus, des résidus de produits hydrocarbonés sont présents dans le fond de certaines cuves.

Dans ces conditions la CUB programme une opération de dépollution du site comprenant :

- ⇒ Phase 1 : un diagnostic et un plan de gestion de la pollution,
- ⇒ Phase 2 : des travaux de dépollution notamment l'élimination des produits résiduels contenus dans les cuves,
- ⇒ La remise en état du site après travaux avec mise en place d'un suivi d'indicateurs environnementaux.

L'ensemble de ces opérations sous maîtrise d'ouvrage de la CUB qui assure également la conduite d'opération requiert une mission de maîtrise d'œuvre, pour laquelle ANTEA a été retenue.

Dans le cadre de la phase 1, un compte rendu synthétique de diagnostic a été réalisé en septembre 2010 sur la base des données existantes (rapport ANTEA n°58856A) ayant permis de préciser le programme d'investigations complémentaires. Le présent rapport constitue le compte rendu d'investigations menées en octobre et novembre 2010 et présente le plan de gestion.

2. Complément d'investigations

Les investigations réalisées par ANTEA ont eu lieu du 13/10/2010 au 14/10/2010. Elles ont consisté à réaliser :

- 10 sondages de sol avec prélèvements et analyses pour compléter les données issues des diagnostics antérieurs (cf. détails dans le rapport ANTEA n°58856A) et préciser d'une part l'extension de la contamination en hydrocarbures déjà mise en évidence à proximité des cuves n°1, 2, 4 et 5, et d'autre part pour vérifier l'absence de contamination à proximité des installations non encore investiguées (cuves 3, 6, 8, 11, 13 et 14),
- 1 prélèvement d'eau souterraine dans l'ouvrage Pz11bis et le dosage TPH (fractions carbonées aromatiques et aliphatiques),
- l'équipement de 5 sondages par un tube de 3 m de profondeur crépiné de -1 m à -3 m de profondeur pour permettre le prélèvement et l'analyse de gaz du sol (« piézair »),
- le percement des dallages en béton des 14 cuves afin de contrôler la présence éventuelle de liquides et leur nature, d'estimer le volume, de prélever un échantillon pour analyse, et enfin de préciser par inspection caméra l'état des parois des cuves visibles depuis l'orifice d'accès.

2.1. Sondages de sol

10 sondages de sol à la tarière mécanique ont été réalisés entre 3 et 9 m de profondeur, la pollution hydrocarbonée ayant été décelée à partir de 4 m de profondeur lors des diagnostics antérieurs, et la pollution par éléments métalliques à des profondeurs variant de 0,3 m à 2 m. Les sondages sont localisés sur la Figure 1. Ils ont été implantés de façon à circonscrire la zone polluée en hydrocarbures et à contrôler la qualité des sols à proximité des installations non encore investiguées.

Les coupes lithologiques des sondages sont présentées dans le tableau suivant qui précise également :

- la présence de contamination par hydrocarbures,
- la présence de couleurs spécifiques de remblai (pouvant être mis en relation avec une contamination en éléments métalliques),
- les horizons correspondant aux échantillons prélevés,
- quelques photographies de sondage.

Les observations organoleptiques des sondages réalisés confirment la présence locale d'hydrocarbures dans les sols entre 4,80 m et 6,00 m de profondeur (fin des sondages concernés), et ont permis de réduire l'extension latérale de la zone contaminée.

Des échantillons de sol ont été prélevés en flacon en verre, conditionnés en glacières réfrigérées et transportés vers le laboratoire Wessling reconnu par le COFRAC.

2.1.1. Choix des échantillons dosés

Parmi les 31 échantillons prélevés, 10 ont été analysés. Ils ont été choisis en fonction de :




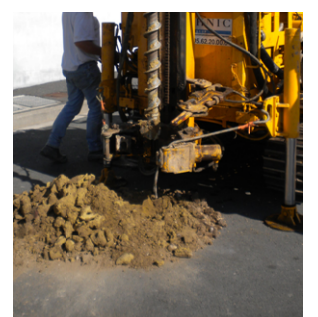


- la présence d'indices organoleptiques de contamination dans l'horizon contaminé (S1 4-5m, S3 5-6m, S8 4-5m pour les hydrocarbures, S6 3-4m, S6 5-6m pour les éléments métalliques),
- la présence d'indices organoleptiques de contamination, dans l'horizon situé immédiatement au dessus de l'horizon contaminé afin de confirmer par analyse les indications organoleptiques et ainsi fixer la cote supérieure de l'horizon contaminé en hydrocarbures (S7 3-4m, S8 3-4m),
- l'absence d'indice organoleptique de contamination au droit de sondages dont l'implantation permettait de délimiter latéralement la zone contaminée en hydrocarbures, en fonction de la profondeur moyenne de l'horizon contaminé observé au droit des sondages voisins (S4 5-6m, S5 7,5-9m, S10 6-7,5m).

Les analyses ont porté sur les paramètres suivants :

- Hydrocarbures Totaux,
- BTEX,
- HAP,
- éléments métalliques (arsenic, cadmium, chrome total, cuivre, mercure, nickel, plomb, sélénium et zinc).

Une analyse du TPH (fractions carbonées aromatiques et aliphatiques) a été réalisée sur l'échantillon le plus chargé en hydrocarbures (S3 5-6m).

COMMUNAUTE URBAINE DE BORDEAUX
 Maîtrise d'œuvre pour la dépollution de centre de recyclage rue Franklin à Bassens (33)
 Phase 1 : Investigations complémentaires et plan de gestion
 A 60595 /A

Sondages	Profondeur en m/sol	Coupe lithologique Horizons en m		Echantillons prélevés	PID (ppm)	Observations	Photographies
		Coupe	Horizons en m				
S1	0.0 - 6.0	0.0 - 0.30	Bitume			Sols impactés à partir de 4.80 m, aspect huileux, couleur noire et forte odeur d'hydrocarbures	
		0.30 - 1.00	Remblai (graves + argiles+sables)				
		1.00 - 4.80	Sables argileux avec quelques graves	3.00 - 4.00 4.00 - 5.00			
		4.80 - 6.00	Sables argileux impactés en hydrocarbures	5.00 - 6.00	13		
S2	0.0 - 6.0	0.0 - 0.80	Terre végétale avec quelques débris calcaire			Pas d'odeur	
		0.80 - 2.50	Remblai (sables argileux + graves + débris calcaire)				
		2.50 - 4.50	Débris calcaire et galets dans matrice argileuse	2.50 - 3.00			
		4.50 - 6.00	Sables argileux				
S3	0.0 - 7.50	0.0 - 0.20	Bitume			Sols très impactés à partir d'environ 5 m de profondeur, aspect huileux, couleur noire et forte odeur d'hydrocarbures	
		0.20 - 1.50	Remblai (terre+graves+débris calcaire)				
		1.50 - 4.50	Remblai (sables argileux+graves+débris calcaire et galets)				
		4.50 - 5.00	Argiles sableuses compactes				
		5.00 - 7.50	Sables argileux impactés en hydrocarbures	5.00 - 6.00 6.00 - 7.50	1		
S4	0.0 - 7.50	0.0 - 0.3	Terre végétale sableuse + graviers			Pas d'odeur	
		0.3 - 1.5	Remblai (terre sableuse+débris calcaire+graves)				
		1.5 - 4.8	Sables avec graves	3.00 - 4.00			
		4.8 - 7.5	Argiles sableuses avec quelques graves (humide vers 7 m)	4.00 - 5.00 5.00 - 6.00			
S5	0.0 - 9.00	0.0 - 0.2	Bitume			Pas d'odeur	
		0.2 - 1.5	Remblai (terre sableuse+débris calcaire+graves)				
		1.5 - 3.5	Argiles sableuses avec quelques galets				
		3.5 - 5.0	Sables argileux				
		5.0 - 7.0	Sables fins moins argileux	5.00 - 6.00 6.00 - 7.50			
		7.0 - 9.0	Argiles beiges sableuses très compactes avec quelques graviers (humide vers 7.50 m)	7.50 - 9.00			
S6	0.0 - 7.5	0.0 - 3.0	Terre végétale			Pas d'odeur - Couleur rouge/rose entre 3 et 6 m de profondeur	
		3.0 - 6.0	Terre argilo-sableuse rougeâtre - rose	3.00 - 4.00 4.00 - 5.00 5.00 - 6.00			
		6.0 - 7.0	Sables ocre/jaune légèrement argileux (humide vers 5 m)	6.00 - 7.50			
		7.0 - 7.5	Argiles jaune/marron compactes				
S7	0.0 - 6.00	0.0 - 0.3	Bitume			Sols très impactés à partir d'environ 5 m de profondeur, aspect huileux, couleur noire et forte odeur d'hydrocarbures	
		0.3 - 1.0	Remblai (sables argileux avec des débris calcaire)				
		1.0 - 1.5	Terre argileuse avec des débris calcaire				
		1.5 - 3.5	Sables argileux				
		3.5 - 5.0	Sables gris fins légèrement argileux	3.00 - 4.00 4.00 - 5.00			
		5.0 - 6.0	Argiles sableuses humide impactées (hydrocarbures)	5.00 - 6.00	53		
S8	0.0 - 6.00	0.0 - 0.3	Bitume			Sols très impactés à partir d'environ 5 m de profondeur, aspect huileux, couleur noire et légère odeur d'hydrocarbures	
		0.3 - 1.2	Remblai (sables argileux avec des débris calcaire)				
		1.2 - 4.8	Sables argileux avec quelques débris calcaire	3.00 - 4.00 4.00 - 5.00			

COMMUNAUTE URBAINE DE BORDEAUX
 Maîtrise d'œuvre pour la dépollution de centre de recyclage rue Franklin à Bassens (33)
 Phase 1 : Investigations complémentaires et plan de gestion
 A 60595 /A

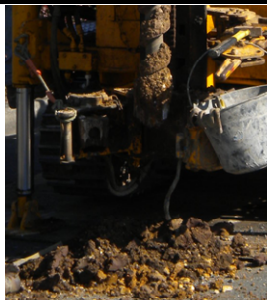

		4.8 - 6.0	Sables argileux impactés en hydrocarbures	5.00 - 6.00	8		
S9	0.0 - 3.0	0.0 - 0.3	Bitume		-	Pas d'odeur	
		0.3 - 1.0	Remblai (sables argileux avec des débris calcaire)		-		
		1.0 - 1.5	Terre argileuse avec des débris calcaire		-		
		1.5 - 3.0	Sables argileux		-		
S10	0.0 - 9.00	0.0 - 0.2	Bitume		-	Pas d'odeur	
		0.2 - 1.2	Remblai (terre argileuse avec des débris calcaire)		-		
		1.2 - 3.5	Remblai impactés (galets+poches plastiques) / odeur OM	1.50 - 2.50	-		
		3.5 - 4.5	Argiles compactes marron avec quelques traces noires	3.50 - 4.50	-		
		4.5 - 6.8	Sables marron non impactés	4.50 - 6.00	-		
		6.8 - 9.0	Argiles sableuses avec quelques graves (nappe à 7,20 m)	6.00 - 7.50 7.50 - 9.00	-		

Tableau 1 : Coupes lithologiques des sondages, échantillons prélevés

Ce tableau met en évidence une contamination des sols en hydrocarbures au droit des sondages suivants :

- S1 4,8 -6 m,
- S3 5-7m,
- S7 5-6m.

Le sondage S9 a été implanté au droit de la zone contaminée à proximité du sondage S1. Sa profondeur a été limitée à 3 m pour ne pas atteindre l'horizon impacté (environ 5 m) et permettre un prélèvement des gaz du sol (cf. chapitre 2.3).

Les sondages S3, S7, S9 ainsi que le piézomètre existant Pz11 ont été équipés en « Piézair » pour permettre un prélèvement des gaz du sol au droit de la zone contaminée en hydrocarbures. Le sondage S6 situé au droit d'une zone de terres pourpres riches en éléments métalliques a également été équipé en « Piézair » pour rechercher d'éventuelles formes volatiles du mercure.

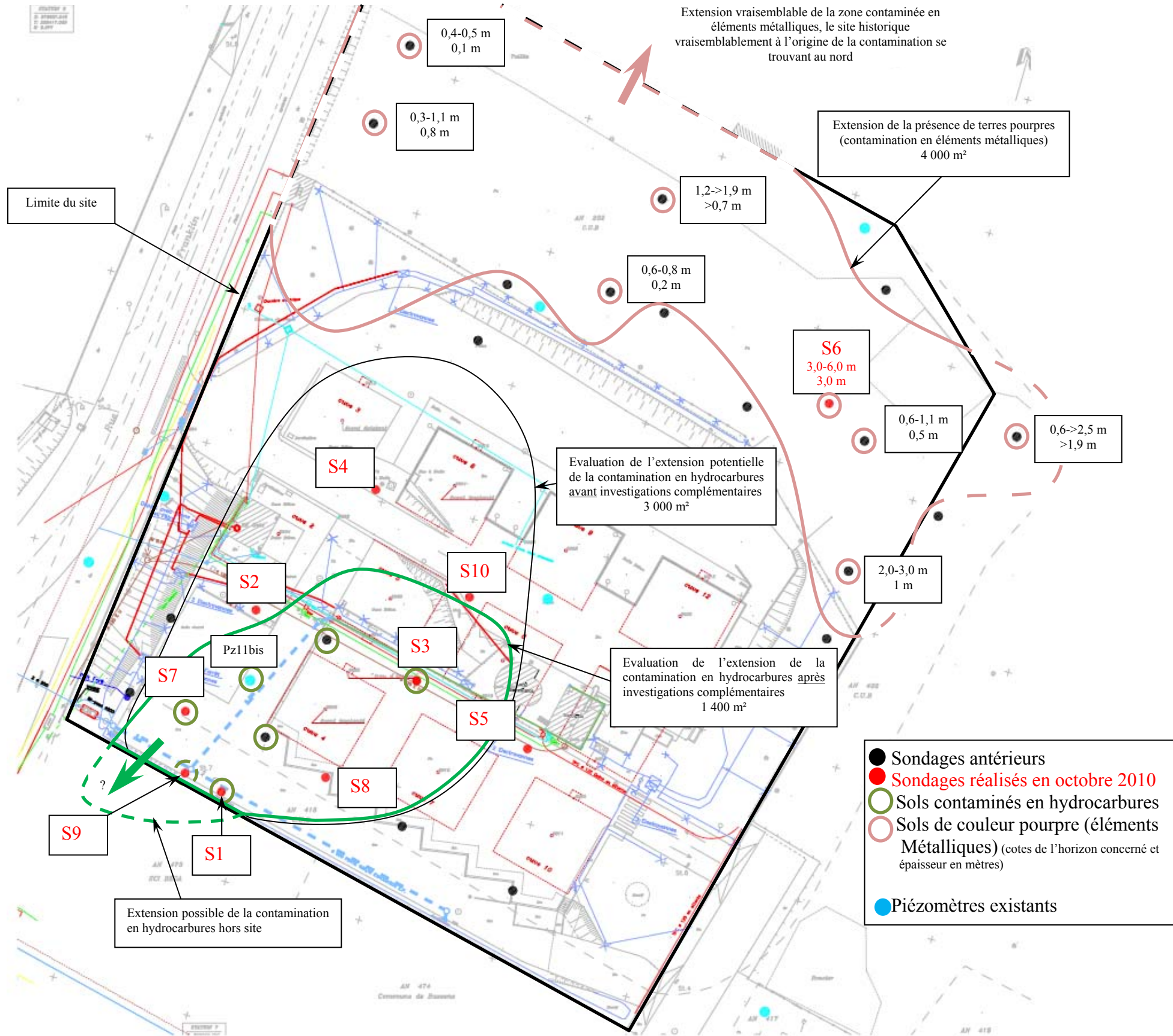


Figure 1 : Implantation des 10 sondages géologiques supplémentaires et observations

Les investigations complémentaires ont permis de préciser l'extension de la zone contaminée en hydrocarbures et conduisent à suspecter un panache de contamination en dehors des limites aval du site (sud-ouest).

2.1.2. Résultats d'analyses

Les bulletins de résultats d'analyses sont joints en Annexe 1.

Les résultats sont synthétisés dans le Tableau 2 (hydrocarbures totaux, BTEX, HAP et éléments métalliques), et le Tableau 3 (TPH).

Les couleurs utilisées pour interpréter les résultats en éléments métalliques dans les sols correspondent à la codification suivante issue des gammes de valeurs de sol définies par l'INRA :

COMMUNAUTE URBAINE DE BORDEAUX
Maîtrise d'œuvre pour la dépollution de centre de recyclage rue Franklin à Bassens (33)
Phase 1 : Investigations complémentaires et plan de gestion
A 60595 /A

Substances	Unités	Sol ordinaire		Anomalies naturelles modérées		Fortes anomalies naturelles		> Fortes anomalies naturelles
		1	25	30	60	60	284	
Arsenic (As)	mg/kg	1	25	30	60	60	284	> 284
Cadmium (Cd)	mg/kg	0.05	0.45	0.70	2	2	46.3	> 46.3
Chrome (Cr) total	mg/kg	10	90	90	150	150	3180	> 3180
Cuivre (Cu)	mg/kg	2	20	20	62	65	160	> 160
Mercure (Hg)	mg/kg	0.02	0.1	0.15	2.3	-	-	-
Nickel (Ni)	mg/kg	2	60	60	130	130	2076	> 2076
Plomb (Pb)	mg/kg	9	50	60	90	100	10180	> 10180
Sélénium (Se)	mg/kg	0,1	0,7	0,8	2	2	4,5	> 4,5
Zinc (Zn)	mg/kg	10	100	100	250	250	11426	> 11426

Ils mettent en évidence :

- l'absence de **d'hydrocarbures totaux** en proportion significative au droit des sondages et des horizons ne comportant pas d'indices organoleptiques de contamination, permettant de limiter la zone contaminée par les sondages S4, S5 et S10, et par l'horizon 0-4 m sus-jacent à un horizon contaminé au droit des sondages S7 et S8,
- les horizons contaminés en hydrocarbures (S1 4-5m, S3 5-6m, S8 4-5m) présentent des teneurs comprises entre 830 mg/kg MS et 5 000 mg/kg MS, l'analyse TPH montre une composition principalement en aliphatiques et en fraction carbonée >nC12-nC16 (hydrocarbures volatiles, cf. Tableau 3),
- l'absence de **BTEX** à l'exception des échantillons riches en hydrocarbures totaux (S1 4-5m et S3 5-6m : < 30 mg/kg MS),
- l'absence de **HAP** à des teneurs supérieures à 1,5 mg/kg MS à l'exception des échantillons riches en hydrocarbures totaux (S1 4-5m et S3 5-6m : < 60 mg/kg MS),
- des teneurs en **éléments métalliques** dans les sols dosées entre 3 m et 9 m de profondeur, incluses dans la gamme de valeurs des anomalies naturelles modérées à fortes pour les paramètres arsenic, cadmium, cuivre, mercure, plomb et zinc. On remarquera que les sondages présentant les teneurs les plus élevées en arsenic (S4 et S10) et plomb (S6) sont situés proches de la zone nord où des anomalies métalliques avaient été détectées lors des diagnostics antérieurs (ST12 (0,3-1,1m) : arsenic : 3 400 mg/kg MS, mercure : 44 mg/kg MS, plomb : 6 700 mg/kg MS), associées à des terres de couleurs pourpres (résidus industriels vraisemblablement issus d'activités métallurgiques). Le sondage S6 présente ce type de terres de couleurs pourpres.

On notera que les concentrations maximales dosées en hydrocarbures totaux et en HAP dans les sols sont supérieures aux valeurs limites caractérisant les déchets inertes¹ (respectivement 500 mg/kg MS et 50 mg/kg MS).

¹ Valeur limite de l'arrêté du 28 octobre 2010 fixant la liste des types de déchets inertes admissibles dans des installations de stockage de déchets inertes et les conditions d'exploitation de ces installations

COMMUNAUTE URBAINE DE BORDEAUX
 Maîtrise d'œuvre pour la dépollution de centre de recyclage rue Franklin à Bassens (33)
 Phase 1 : Investigations complémentaires et plan de gestion
 A 60595 /A

Désignation d'échantillon	S1 4-5m	S3 5-6m	S4 5-6m	S5 7.5-9m	S6 3-4m	S6 5-6m	S7 3-4m	S8 3-4m	S8 4-5m	S10 6-7.5m
	mg/kg MS									
Indice hydrocarbure (HCT) C10-C40	1600	5000	17	<10	<10	<10	<10	<10	830	<10
	Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)									
Benzène	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cumène	0.56	0.34	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Ethylbenzène	0.56	0.46	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
m-, p-Ethyltoluène	<0,1	2.4	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
m-, p-Xylène	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Mésitylène	<0,1	3.5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
o-Ethyltoluène	1.6	3.9	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
o-Xylène	<0,1	0.23	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Pseudocumène	0.11	15	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Toluène	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Somme des CAV	2.8	26	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
	Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)									
Acénaphène	0.21	5.3	<0,01	<0,01	<0,03	<0,01	<0,03	<0,01	0.13	<0,03
Acénaphylène	<0,1	<0,25	<0,01	<0,01	<0,03	<0,01	<0,03	<0,01	<0,07	<0,03
Anthracène	0.5	<2,5	<0,01	<0,01	<0,03	<0,01	<0,03	<0,01	<0,23	<0,03
Benzo(a)anthracène	<0,03	1	<0,01	<0,01	0.043	<0,01	<0,03	<0,01	<0,03	<0,03
Benzo(a)pyrène (*)	<0,03	<0,25	<0,01	<0,01	0.032	<0,01	<0,03	<0,01	<0,03	<0,03
Benzo(b)fluoranthène (*)	<0,03	0.51	<0,01	<0,01	0.064	0.011	<0,03	<0,01	<0,03	<0,03
Benzo(ghi)pérylène (*)	<0,03	0.5	<0,01	<0,01	<0,03	<0,01	<0,03	<0,01	<0,03	<0,03
Benzo(k)fluoranthène (*)	<0,03	<0,25	<0,01	<0,01	<0,03	<0,01	<0,03	<0,01	<0,03	<0,03
Chrysène	<0,03	0.88	<0,01	<0,01	0.043	<0,01	<0,03	<0,01	<0,03	<0,03
Dibenzo(ah)anthracène	<0,03	<0,25	<0,01	<0,01	<0,03	<0,01	<0,03	<0,01	<0,03	<0,03
Fluoranthène (*)	0.033	6.4	0.011	<0,01	0.12	0.022	<0,03	<0,01	<0,03	<0,03
Fluorène	1.7	8.6	<0,01	<0,01	<0,03	<0,01	<0,03	<0,01	1.2	<0,03
Indéno(123-cd)pyrène (*)	<0,03	<0,25	<0,01	<0,01	<0,03	<0,01	<0,03	<0,01	<0,03	<0,03
Naphthalène	<0,03	7.8	<0,01	<0,01	<0,03	<0,01	<0,03	<0,01	<0,05	<0,03
Phénanthrène	2	18	0.023	<0,01	0.064	0.011	<0,03	<0,01	<0,03	<0,03
Pyrène	0.089	5.9	0.011	<0,01	0.064	0.011	<0,03	<0,01	0.056	<0,03
Somme des HAP	4.5	55	0.046	-/-	0.43	0.056	-/-	-/-	1.4	-/-
	Éléments métalliques									
Arsenic (As)	8	21	240	19	43	37	5	4	4	190
Cadmium (Cd)	0.9	<0,5	<0,5	1	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0.8
Chrome (Cr) total	15	8	9	23	7	11	7	7	7	17
Cuivre (Cu)	120	6	41	9	81	83	6	4	7	41
Mercure (Hg)	<0,1	0.8	0.2	<0,1	0.3	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0.1
Nickel (Ni)	12	6	5	16	5	8	7	6	6	10
Plomb (Pb)	<10	40	16	13	140	48	<10	<10	<10	14
Sélénium (Se)	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Zinc (Zn)	240	18	41	22	97	75	14	13	21	76

Tableau 2 : Résultats d'analyses en hydrocarbures, BTEX, HAP et éléments métalliques sur les sols

COMMUNAUTE URBAINE DE BORDEAUX
Maîtrise d'œuvre pour la dépollution de centre de recyclage rue Franklin à Bassens (33)
Phase 1 : Investigations complémentaires et plan de gestion
A 60595 /A

Fractions carbonées	S3 5-6m				
	Indice hydrocarbures totaux	Indice aliphatique	Indice aromatique	Indice aliphatique recalculé	Indice aromatique recalculé
	mg/kg MS				
>nC6-nC8	<3	<100	<5	0	0
>nC8-nC10	190	180	<5	190	0
>nC10-nC12	1100	660	1000	437	663
>nC12-nC14	2200	850	14	2042	158
>nC14-nC16	(>nC12-nC16)	750	110		
>nC16-nC21	1000	910	59	939	61
>nC21-nC35	640	270	<5	640	12 (*)
>nC35-nC40	33	<100	<5	32 (*)	1 (*)
Somme	5163	3600	1200	4280	894
		4800		5174	

(*) : teneur supposée égale à la limite inférieure de quantification du laboratoire

Tableau 3 : Résultats d'analyses en TPH sur les sols

2.1.3. Conclusion sur les investigations complémentaires sur les sols

Les investigations complémentaires sur les sols ont conduit à :

Pour la problématique hydrocarbures :

- délimiter la zone contaminée en hydrocarbures à une surface d'environ 1 400 m² située au sud du site dans des terrains peu perméables (sables argileux),
- confirmer l'épaisseur de terrains contaminés à environ 3 m, soit un volume d'environ 4 200 m³ au droit du site, soit encore environ 8 400 t,
- suspecter la sortie du panache d'hydrocarbures hors des limites du site au sud,

Pour la problématique éléments métalliques :

- délimiter la zone contaminée en éléments métalliques à une surface d'environ 4 000 m² située au nord du site, sans superposition avec la contamination par hydrocarbures,
- préciser l'épaisseur de terrains pourpres contaminés en éléments métalliques jusqu'à environ 6 m de profondeur, soit un volume d'environ 4 500 m³ (épaisseur moyenne de l'horizon de 1,1 m et épaisseur médiane de 0,9 m), soit encore environ 9 000 t,
- suspecter l'origine historique de la contamination en éléments métalliques par le remblaiement de la zone en résidus industriels.

On notera par ailleurs la présence d'anciens déchets ménagers au droit du sondage S10, enfouis sous 1,2 m de remblai argileux, sur 2,3 m d'épaisseur.

2.2. Qualité des eaux souterraines en Pz11bis

Les investigations ont eu lieu le 13/10/10.

L'objectif est de préciser la présence de phase flottante d'hydrocarbures au droit de la zone contaminée et ensuite de prélever un échantillon d'eau souterraine pour analyser la composition en fractions carbonées aliphatiques et aromatiques.

L'échantillon d'eau a été prélevé après renouvellement de plus de 3 fois le volume d'eau contenu dans l'ouvrage, afin de disposer d'un échantillon représentatif.

Il a été prélevé en flacon en verre, conditionné en glacière réfrigérée et transporté vers le laboratoire Wessling reconnu par le COFRAC.

2.2.1. Résultats d'analyses

La mesure de l'épaisseur de phase à la sonde de détection des hydrocarbures à rendu un résultat négatif en Pz11 (pas de phase flottante), ainsi qu'au droit de l'ouvrage Pz6 situé à l'ouest du sondage S7 contaminé.

Les bulletins de résultats d'analyses sont joints en Annexe 1.

Ils mettent en évidence l'absence de détection d'hydrocarbures totaux dans les eaux (teneur < 50 µg/l) ainsi que l'absence de détection des fractions carbonées aliphatiques et aromatiques (respectivement teneurs < 200 µg/l et < 50µg/l).

2.2.2. Conclusion sur la qualité des eaux souterraines

En Pz11bis, au droit de la zone contaminée, la nappe ne présente pas de phase flottante ni d'hydrocarbures dissouts en octobre 2010.

Les teneurs dosées en mars 2010 (hydrocarbures totaux : 1 350 µg/l) ne sont pas confirmées.

2.3. Qualité des gaz du sol

Les sondages S3, S7, S9 ainsi que le piézomètre existant Pz11bis ont été équipé en « Piézair » pour permettre un prélèvement des gaz du sol au droit de la zone contaminée en hydrocarbures. Le sondage S6 situé au droit d'une zone de terres pourpres riches en éléments métalliques a également été équipé en « Piézair » pour rechercher d'éventuelles formes volatiles du mercure.

Le prélèvement a en général consisté à placer un système de pompage de l'air du sol à un débit déterminé (0,5 l/mn) et à adsorber sur support les molécules présentes dans l'air capté, le support étant ensuite analysé.

Les analyses ont été réalisées par le laboratoire d'analyses Wessling.

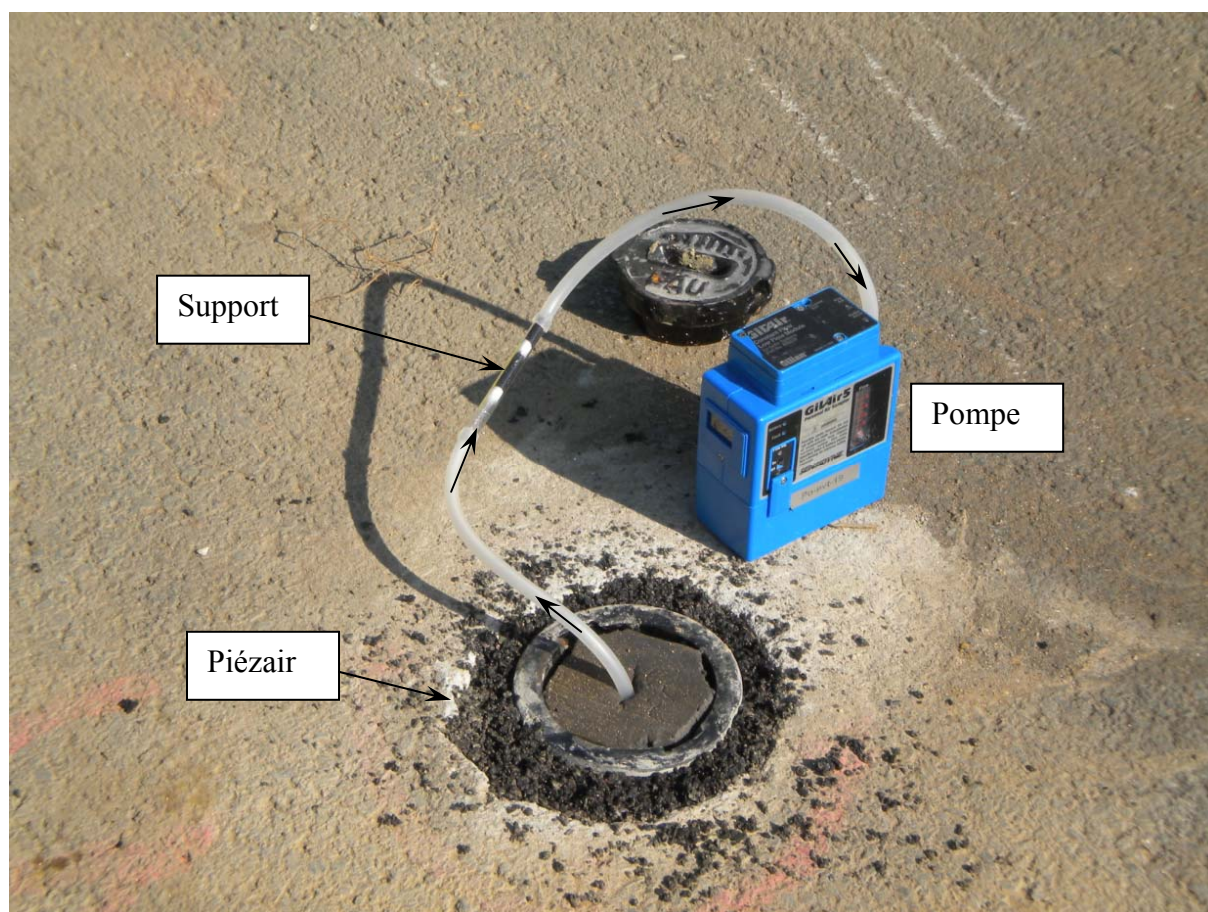


Figure 2 : Prélèvement des gaz du sol

2.3.1. Résultats de qualité des gaz du sol

Les paramètres recherchés sont les suivants :

- BTEX,
- Hydrocarbures répartis par fractions carbonées aliphatiques et aromatiques C6-C16,
- TPH,
- Mercure en S6.

Les bulletins de résultats d'analyses des supports sont joints en Annexe 1.

Les résultats fournis par le laboratoire en $\mu\text{g}/\text{support}$ sont convertis en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en divisant la teneur dosée par le volume prélevé, lui-même étant le résultat du produit du débit (0,5 l/mn) par le temps de pompage (1 heure environ, voir temps de pompage dans le Tableau 4).

Le Tableau 5 synthétise les résultats en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ et présente pour information les Valeurs Toxicologiques de Références (VTR).

Il met en évidence :

- La présence significative d'hydrocarbures volatiles au droit de la zone contaminée en hydrocarbures (piézair S3 (amont du panache) et S7 (aval du panache) en particulier), ainsi qu'au droit du piézair S9 (dans une moindre mesure) dont la profondeur a été limitée à 3 m sans atteindre les sols contaminés ; les teneurs dosées en S9 laissent présager un possible dégagement de vapeurs d'hydrocarbures dans les bâtiments situés hors site à l'aval,
- Des teneurs peu soutenues en hydrocarbures volatiles au droit du piézair Pz11bis, confirmant les faibles teneurs en hydrocarbures dosées dans les eaux souterraines,
- La présence d'hydrocarbures volatiles au droit du piézair S6 sous forme de traces (BTEX et fractions carbonées aromatiques),
- L'absence de détection du mercure en S6.

Support	Piézair				
	Pz 11bis	S3	S6	S7	S9
	Temps de pompage en mn par support				
BTEX	61	68	61	60	61
HCT	63	65	60	61	60
TPH	64	63	62	64	64
Hg	-	-	65	-	-

Tableau 4 : Temps de pompage des gaz du sol

COMMUNAUTE URBAINE DE BORDEAUX
 Maîtrise d'œuvre pour la dépollution de centre de recyclage rue Franklin à Bassens (33)
 Phase 1 : Investigations complémentaires et plan de gestion
 A 60595 /A

Désignation d'échantillon	Piézair					VTR inhalation (avec seuil)	1/VTR inhalation (sans seuil)
	Pz 11bis	S3	S6	S7	S9		
	µg/m ³						
Indice hydrocarbure C5	< 32	< 31	33	< 33	< 33	-	-
Indice hydrocarbure C6	< 32	< 31	< 33	66	33	-	-
Indice hydrocarbure C7	32	92	< 33	98	100	-	-
Indice hydrocarbure C8	63	2 831	< 33	1 082	200	-	-
Indice hydrocarbure C9	63	16 615	< 33	3 279	333	-	-
Indice hydrocarbure C10	95	52 308	< 33	10 492	1 667	-	-
Indice hydrocarbure C11	< 32	49 231	< 33	10 492	2 367	-	-
Indice hydrocarbure C12	< 32	27 077	< 33	3 934	1 033	-	-
Benzène	< 16	< 15	< 16	< 17	< 16	30	7,8
Toluène	105	35	111	230	85	5 000	-
Ethylbenzène	13	324	16	63	13	1 000	2,5
m-, p-Xylène	62	44	79	30	62	100	-
o-Xylène	20	85	26	23	23		
Naphtalène	< 16	32	< 16	< 17	< 16	3	1,1
Hydrocarbures aliphatiques C5-C6	< 156	< 159	< 161	< 156	< 156	18 400	-
Hydrocarbures aliphatiques C6-C7	< 156	< 159	< 161	< 156	< 156	18 400	-
Hydrocarbures aliphatiques C7-C8	< 156	2 032	< 161	1 094	469		
Hydrocarbures aliphatiques C8-C9	< 156	7 619	< 161	1 531	563	1 000	-
Hydrocarbures aliphatiques C9-C10	< 156	22 540	< 161	3 750	750		
Hydrocarbures aliphatiques C10-C11	< 156	28 571	< 161	4 375	1 250	1 000	-
Hydrocarbures aliphatiques C11-C12	< 156	17 778	< 161	2 594	1 438		
Hydrocarbures aliphatiques C12-C13	< 156	9 206	< 161	1 125	1 156	1 000	-
Hydrocarbures aliphatiques C13-C14	< 156	4 127	< 161	< 156	< 156		
Hydrocarbures aliphatiques C14-C15	< 156	< 159	< 161	< 156	< 156		
Hydrocarbures aliphatiques C15-C16	< 156	< 159	< 161	< 156	< 156		
Hydrocarbures aromatiques C7-C8	< 63	< 63	< 65	< 63	< 63	200	-
Hydrocarbures aromatiques C8-C9	594	540	387	656	469		
Hydrocarbures aromatiques C9-C10	188	635	226	281	250	200	-
Hydrocarbures aromatiques C10-C11	< 63	1 397	97	219	94		
Hydrocarbures aromatiques C11-C12	< 63	3 175	< 65	281	94	200	-
Hydrocarbures aromatiques C12-C13	< 63	< 63	< 65	< 63	< 63		
Hydrocarbures aromatiques C13-C14	< 63	< 63	< 65	< 63	< 63		
Hydrocarbures aromatiques C14-C15	< 63	< 63	< 65	< 63	< 63		
Hydrocarbures aromatiques C15-C16	< 63	< 63	< 65	< 63	< 63		
Mercure volatil	-	-	< 3,08	-	-	0,3	-

- : pas de valeur

Tableau 5 : Résultats d'analyse des gaz du sol – 13 octobre 2010

COMMUNAUTE URBAINE DE BORDEAUX
 Maîtrise d'œuvre pour la dépollution de centre de recyclage rue Franklin à Bassens (33)
 Phase 1 : Investigations complémentaires et plan de gestion
 A 60595 /A

Fractions carbonées	Piézair S9				
	Indice hydrocarbures totaux	Indice aliphatique	Indice aromatique	Indice aliphatique recalculé	Indice aromatique recalculé
	µg/m ³				
>nC5	<33	<156	<63	0	0
>nC6-nC8	300	469	(*)	215	85
>nC8-nC10	2000	1313	719	1292	708
>nC10-nC12	3400	2 688	188	3178	222
>nC12-nC16	(**)	1156	<63	1156	0

(*) : teneur égale à celle du toluène : 85µg/m³

(**) : teneur non dosée par l'indice hydrocarbure et le TPH

Tableau 6 : Résultats d'analyses en TPH sur les gaz du sol

2.3.2. Conclusion sur la qualité des gaz du sol

Les prélèvements et analyses des gaz du sol au droit des 5 piézairs ont mis en évidence l'absence de détection du mercure en S6 et la présence d'hydrocarbures volatiles au droit de la zone contaminée en hydrocarbures.

2.4. Inspection des 14 cuves

Les 14 cuves localisées sur le site ont fait l'objet d'investigations afin de contrôler la présence éventuelle de liquides, d'apprécier leur nature (hydrocarbures, eaux, sédiments), et d'en estimer le volume.

Les cuves surmontées d'un remblai ont fait l'objet d'un sondage à la tarière mécanique pour atteindre le sommet de la cuve, puis le béton a été foré avec injection d'eau pour écarter tout risque d'étincelle susceptible de générer un risque d'explosion en cas de présence de gaz inflammable et d'oxygène dans les cuves.

Une mesure à l'explosimètre (teneur en oxygène et en % de la LIE) a ensuite été réalisée pour vérifier l'atmosphère explosive ou non des cuves.

Le Tableau 7 présente les résultats d'investigation. Il fournit également :

- l'épaisseur de remblai sus-jacent aux cuves,
- l'épaisseur de béton du toit des cuves,
- la profondeur par rapport au sol de la dalle « plancher » des cuves,
- les résultats de mesure à l'explosimètre,
- l'épaisseur du contenu des cuves et sa nature.

Les résultats sont les suivants :

- 2 cuves sont vides (cuves n°2 et 9).
- 8 cuves présentent un volume de liquide ou de matériaux pâteux, variant de 2,5 m³ à 405 m³ par cuve et totalisant environ 762 m³.
- 4 cuves présentent un matériau solide (sable et gravier), d'un volume variant de 12 m³ à 720 m³ par cuve et totalisant environ 758 m³.

Parmi ces volumes, un total de 60 m³ semble être contaminé par des hydrocarbures sur la base d'indices organoleptiques.

Un échantillon du contenu des cuves a été prélevé pour analyse en laboratoire afin de préciser les filières d'éliminations envisageables. Les échantillons dosés ont été choisis en fonction des indices de contamination observés (cuves n°3 et 4), de la position des cuves par rapport à la zone de sol contaminée (cuve n°5 et 10) et des données des diagnostics antérieurs (cuves n°13 et 14).

Les échantillons prélevés dans les cuves n°1, 6, 7, 8, 11 et 12 n'ont par conséquent pas été dosés. Les matériaux contenus dans la cuve n°6 sont vraisemblablement contaminés selon les observations réalisées.

COMMUNAUTE URBAINE DE BORDEAUX
 Maîtrise d'œuvre pour la dépollution de centre de recyclage rue Franklin à Bassens (33)
 Phase 1 : Investigations complémentaires et plan de gestion
 A 60595 /A

	Date forage du toit	Epaisseur du remblai en m	Epaisseur du dallage en m	Fond/sol en m	Résultats mesure O ₂ mg/l	Résultats mesure Explosimètre (% LIE) dans la cuve	Résultats caméra	Prof. Interface Liq/Solide/ repère en m	n°échantillon liquide	n°échantillon solide	Surface cuve en m ²	Volume liquide en m ³	Volume solide en m ³
Cuve n°1	14/10/2010	0	0.60	3	20.9	0	2,4 m d'eau. Ni irisation ni trace HC.	0.60	C1	/	169	405	0
Cuve n°2	14/10/2010	0	0.60	2.9	16.3	0	Vide. Pilier béton RAS. Plafond RAS	/	/	/	156	0	0
Cuve n°3	14/10/2010	0	0.65	2.82	17.2	0	10 cm d'eau Fond avec dépôt pâteux, Plafond. Fissuré, tube métal posé au fond	2.72	C3	/	162	16	0
Cuve n°4	14/10/2010	0.8	0.60	6	20.7	0	Rempli de sable grossier propre	1.4	/	C4A (1.60) C4B (6m)	156	0	720
Cuve n°5	14/10/2010	0	0.60	2.96	12.8	0	10 cm de sable grossier (propre) Plafond Propre. Pilier béton RAS. Trappe d'accès visible à 1m du sondage.	2.86	/	C5 (2.87 à 2.96)	153	0	15
Cuve n°6	13/10/2010	1.3	0.60	4	12.3	0	8 cm de gravier mélangé à du liquide pâteux. Forte odeur de goudron. Parois et Plafond non visibles	3.92	/	/	153	0	12
Cuve n°7	14/10/2010	0.6	0.60	3.6	12.6	0	10 cm d'eau Pilier métallique. Paroi propre. Fond RAS, Plafond RAS	3.50	C7	/	153	15	0
Cuve n°8	13/10/2010	0.7	0.51	3.4	14.5	0	8 cm de sable et gravier Fond, paroi, plafond propres.	3.32	/	/	153	0	12
Cuve n°9	14/10/2010	1.3	0.60	4	20.9	0	Vide Fissure fermées sur Plafond. Fond propre. Tube métal posé au fond.	/	/	/	153	0	0
Cuve n°10	14/10/2010	0.1	0.60	3.2	12.5	0	10 cm d'eau Plafond Paroi propre. Pilier béton. Tube métal posé au fond	3.10	C10	/	153	15	0
Cuve n°11	13/10/2010	0.77	0.60	3.7	18.7	0	1,7 m d'eau Plafond et fond RAS. Event visible. Propre	2.00	C11	/	153	260	0
Cuve n°12	13/10/2010	1.7	0.60	4	20.8	0	20 cm d'eau Pilier béton RAS.	3.80	C12	/	153	30	0
Cuve n°13	14/10/2010	0	0.70	3	20.9	0	6 cm d'eau Plafond Propre qlqs fissures. Fond avec HC pâteux	2.94	C13E	/	256	15	0
Cuve n°14	14/10/2010	0.7	0.60	3.5	20.9	0	1 cm d'eau Fond propre. Plafond RAS. Tube métal posé au fond.	3.49	C14E	/	256	2,5	0

Tableau 7 : Résultats d'investigations des 14 cuves

2.4.1. Résultats d'analyses

Les bulletins de résultats d'analyses sont joints en Annexe 1. Les résultats sont synthétisés dans le Tableau 8. Ils mettent en évidence :

Pour les eaux :

- l'absence de dépassement des valeurs limite des eaux de boisson pour les éléments métalliques sur les 4 échantillons dosés, à l'exception des teneurs en arsenic sur les 4 échantillons et en mercure sur l'échantillon C10 (valeurs limite respectivement de 10 µg/l et de 1 µg/l),
- l'absence de BTEX à l'exception de C3 (71 µg/l),
- la présence d'hydrocarbures totaux à des teneurs soutenues en C3 et C13E (respectivement 1 600 mg/l et 38 mg/l), la teneur la plus faible ayant été dosée en C10 à 0,62 mg/l,
- la présence d'HAP à des teneurs soutenues en C3, C13E et C14E (respectivement 41 mg/l, 26 mg/l et 1,3 mg/l), la teneur la plus faible ayant été dosée en C10 à 0,35 µg/l,

Pour les matières solides (code couleur identique à celui précisé au paragraphe 2.1.2) :

- l'absence de BTEX,
- des teneurs en hydrocarbures totaux et HAP réduites, inférieures aux valeurs limites caractérisant les déchets inertes² (respectivement 500 mg/kg MS et 50 mg/kg MS).
- des teneurs en éléments métalliques incluses dans la gamme de valeurs pour des sols « ordinaires » à l'exception de l'échantillon C5 pour lequel les teneurs sont incluses dans la gamme de valeurs des anomalies naturelles modérées à fortes pour les paramètres arsenic, cadmium, cuivre, mercure et plomb, constituant à l'exception du zinc le cortège d'éléments métalliques retrouvés à des teneurs anormales dans les sols dosés au nord du site.

Les cuves concernées par le traitement des matières qu'elles contiennent sont les suivantes :

- cuve n°3 : 16 m³,
- cuve n°6 : 12 m³,
- cuve n°10 : 15 m³,
- cuve n°13 : 15 m³,
- cuve n°14 : 2,5 m³,
- Total : 60 m³

² Valeur limite de l'arrêté du 28 octobre 2010 fixant la liste des types de déchets inertes admissibles dans des installations de stockage de déchets inertes et les conditions d'exploitation de ces installations

COMMUNAUTE URBAINE DE BORDEAUX
Maîtrise d'œuvre pour la dépollution de centre de recyclage rue Franklin à Bassens (33)
Phase 1 : Investigations complémentaires et plan de gestion
A 60595 /A

Désignation d'échantillon	N° de cuves							
	Unité	C3	C10	C13E	C14E	Unité	C4B	C5
	Liquide ou matière pâteuse					Solide		
Arsenic (As)	mg/l	0.018	0.37	0.017	0.014	mg/kg MS	5	40
Cadmium (Cd)	mg/l	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	mg/kg MS	<0,5	0.9
Chrome (Cr) total	mg/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg MS	15	18
Cuivre (Cu)	mg/l	0.005	0.12	0.005	0.013	mg/kg MS	7	30
Mercure (Hg)	mg/l	<0,0001	0.0014	<0,0001	<0,0001	mg/kg MS	<0,1	0.8
Nickel (Ni)	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	mg/kg MS	7	24
Plomb (Pb)	mg/l	<0,01	0.022	<0,01	<0,01	mg/kg MS	<10	110
Sélénium (Se)	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	mg/kg MS	<5	<5
Zinc (Zn)	mg/l	<0,05	0.2	<0,05	<0,05	mg/kg MS	21	63
Indice hydrocarbure (HCT)	mg/l	1600	0.62	38	2.6	mg/kg MS	14	13
Hydrocarbures > C10-C12	mg/l	230	<0,25	11	<0,5	mg/kg MS	<10	<10
Hydrocarbures > C12-C16	mg/l	460	<0,25	11	0.59	mg/kg MS	<10	<10
Hydrocarbures > C16-C21	mg/l	410	<0,25	10	0.87	mg/kg MS	<10	<10
Hydrocarbures > C21-C35	mg/l	430	<0,25	5	0.66	mg/kg MS	<10	<10
Hydrocarbures > C35-C40	mg/l	<130	<0,25	<2,5	<0,5	mg/kg MS	<10	<10
Benzène	µg/l	<5	<0,5	<5	<0,5	mg/kg MS	<0,1	<0,1
Cumène	µg/l	<5	<0,5	<5	<0,5	mg/kg MS	<0,1	<0,1
Ethylbenzène	µg/l	<5	<0,5	<5	<0,5	mg/kg MS	<0,1	<0,1
m-, p-Ethyltoluène	µg/l	16	<0,5	<5	<0,5	mg/kg MS	<0,1	<0,1
m-, p-Xylène	µg/l	6	<0,5	<5	<0,5	mg/kg MS	<0,1	<0,1
Mésitylène	µg/l	10	<0,5	<5	<0,5	mg/kg MS	<0,1	<0,1
o-Ethyltoluène	µg/l	8	<0,5	<5	<0,5	mg/kg MS	<0,1	<0,1
o-Xylène	µg/l	<5	<0,5	<5	<0,5	mg/kg MS	<0,1	<0,1
Pseudocumène	µg/l	31	<0,5	<5	<0,5	mg/kg MS	<0,1	<0,1
Toluène	µg/l	<5	<0,5	<5	<0,5	mg/kg MS	<0,1	<0,1
Somme des CAV	µg/l	71	-/-	-/-	-/-	mg/kg MS	-/-	-/-
Acénaphtène	µg/l	3600	<0,09	1500	100	mg/kg MS	<0,03	<0,03
Acénaphthylène	µg/l	<150	<0,09	32	4.4	mg/kg MS	<0,03	<0,03
Anthracène	µg/l	1600	<0,09	710	54	mg/kg MS	<0,03	<0,03
Benzo(a)anthracène	µg/l	920	<0,09	420	54	mg/kg MS	<0,03	<0,03
Benzo(a)pyrène (*)	µg/l	260	<0,09	200	16	mg/kg MS	<0,03	<0,03
Benzo(b)fluoranthène (*)	µg/l	490	<0,09	230	22	mg/kg MS	<0,03	0.047
Benzo(ghi)pérylène (*)	µg/l	510	<0,09	88	3.1	mg/kg MS	<0,03	<0,03
Benzo(k)fluoranthène (*)	µg/l	160	<0,09	91	8.2	mg/kg MS	<0,03	<0,03
Chrysène	µg/l	750	<0,09	210	28	mg/kg MS	<0,03	<0,03
Dibenzo(ah)anthracène	µg/l	<97	<0,09	<17	<1,7	mg/kg MS	<0,03	<0,03
Fluoranthène (*)	µg/l	6100	<0,09	2800	320	mg/kg MS	<0,03	0.058
Fluorène	µg/l	4100	<0,09	1800	130	mg/kg MS	<0,03	<0,03
Indéno(123-cd)pyrène (*)	µg/l	200	<0,09	96	3.3	mg/kg MS	<0,03	<0,03
Naphthalène	µg/l	4600	<0,41	11200	<11	mg/kg MS	<0,03	<0,03
Phénanthrène	µg/l	13000	<0,09	5700	330	mg/kg MS	<0,03	<0,03
Pyrène	µg/l	5200	0.35	1900	220	mg/kg MS	<0,03	0.047
Somme des HAP	µg/l	41490	0.35	26977	1293	mg/kg MS	-/-	0.15

Tableau 8 : Résultats d'analyse des matières présentes dans les cuves

2.4.2. Conclusion sur la nature des matières contenues dans les cuves

Les investigations menées sur les anciennes cuves de stockage de carburant ont mis en évidence l'absence de substances polluantes dans la plupart des cuves (8 cuves n°1, 2, 4, 7, 8, 9, 11, 12).

5 cuves (n°3, 6, 10, 13 et 14) contiennent des liquides contaminés par des hydrocarbures et des HAP totalisant 45 m³, le contenu de la cuve n°10 (15 m³) étant moins contaminé.

La cuve n°5 contient des solides (15 m³) riches en arsenic, cadmium, cuivre, mercure et plomb, qu'il est proposé de laisser confinés dans la cuve.

3. Proposition d'un plan de gestion du site

Le plan de gestion est établi pour la contamination mise en évidence à l'intérieur de l'emprise du site. Le risque de présence de contamination hors site par migration depuis l'emprise, en particulier celui lié aux hydrocarbures au sud du site, pourra être traité dans le cadre d'un plan de gestion spécifique sur la base d'investigations complémentaires permettant d'estimer les surfaces et les volumes concernés.

3.1. Généralités

Le plan de gestion a été introduit dans la politique nationale de gestion des sites pollués par la note ministérielle du 8 février 2007 relative à la politique nationale de gestion et de réaménagement des sites pollués. Celle-ci rappelle que les dispositions réglementaires en vigueur permettent d'adapter les usages possibles des milieux en fonction de leur état, sans obligatoirement viser une dépollution systématique.

Le plan de gestion est mis en œuvre lorsque la situation permet d'agir aussi bien sur l'état du site (par des aménagements ou des mesures de dépollution) que sur les usages qui peuvent être choisis ou adaptés.

Son objectif premier est la maîtrise des sources de pollution et des impacts générés. Il définit les conditions de remise en état du site en termes de travaux de dépollution, d'aménagements ou de restrictions d'usage à prévoir, de façon à assurer la compatibilité entre l'état des sols et l'usage futur envisagé.

Lorsque le Plan de Gestion proposé ne permet pas de supprimer les sources de contamination ou les voies de transfert (contact possible entre les pollutions et les personnes), les risques sanitaires potentiels liés aux expositions résiduelles doivent être évalués : l'Analyse des Risques Résiduels (ARR) est l'outil dédié à cet effet.

Le plan de gestion est une démarche progressive, évolutive et itérative.

3.2. Usages du site et schéma conceptuel

Le site est actuellement occupé par une déchetterie composée de quais de déchargement implantés sur certaines anciennes cuves en béton surmontées d'un remblai d'environ 1,5 m d'épaisseur.

Un bâtiment abrite les employés municipaux en charge de l'organisation du site au quotidien. Il est composé de deux pièces de plein pied.

Le schéma conceptuel est présenté ci-après au regard de l'usage actuel du site.

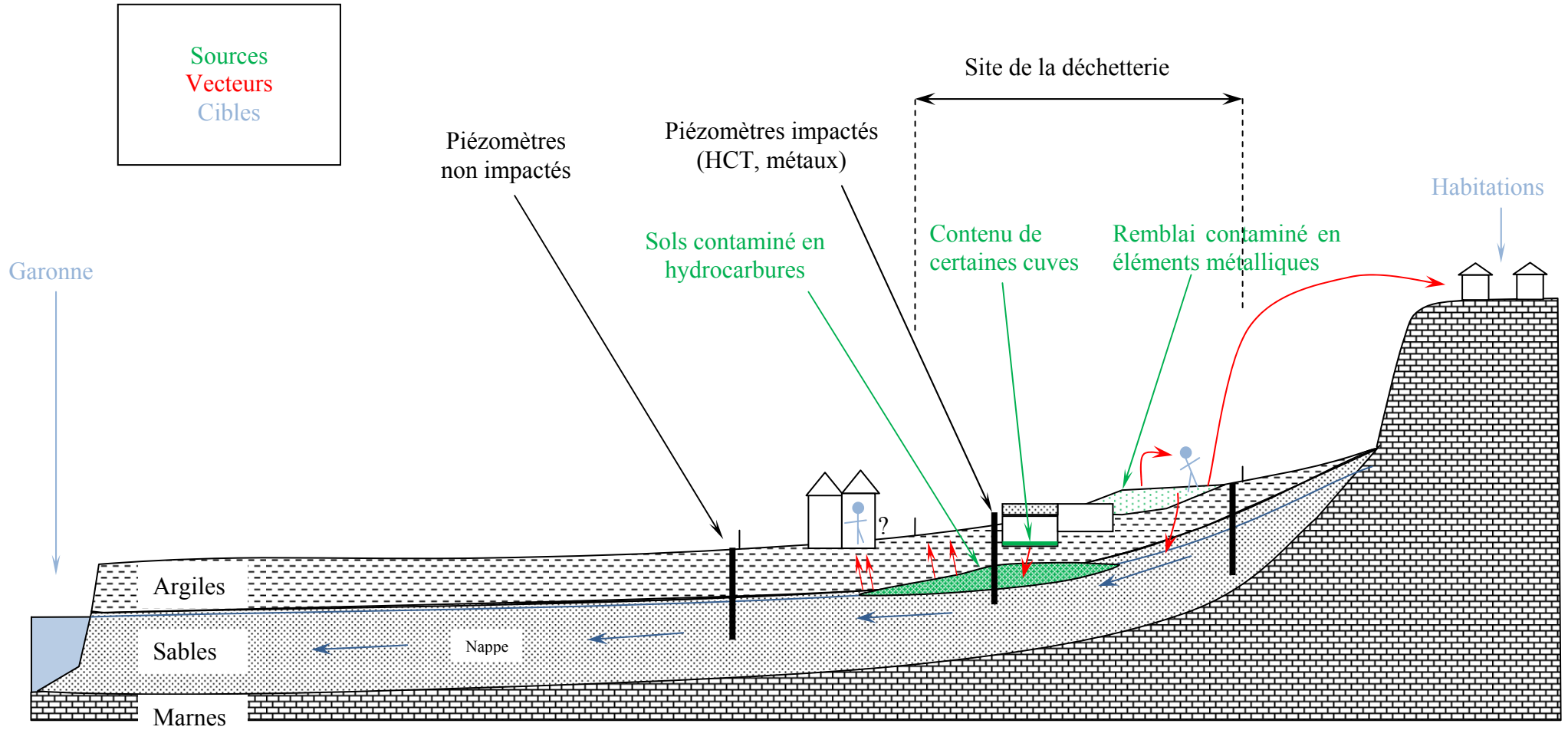


Figure 3 : Schéma conceptuel

3.3. Bilan coûts avantages

3.3.1. Rappel

Il s'agit de l'examen des différentes solutions qui s'offrent dans le cadre d'un Plan de Gestion visant la réhabilitation d'une zone. Les solutions finalement retenues devront offrir le meilleur compromis sur la base de considérations environnementales, sanitaires, techniques et économiques.

Des éléments factuels de comparaison entre les solutions doivent être fournis. Les solutions visant à supprimer les sources de pollutions – ou, si ce n'est pas possible, à supprimer de façon pérenne les voies d'exposition – doivent être privilégiées.

3.3.2. Analyses des mesures de gestion envisageables

Le site présente deux types de contamination géographiquement séparées :

- Une contamination par des **éléments métalliques** localisée au nord du site et issue vraisemblablement d'anciennes installations industrielles voisines (cf. rapport ANTEA n°58856A), d'une superficie d'environ 4 000 m² sur une épaisseur moyenne de 1,1 m soit un volume d'environ 4 500 m³ (9 000 t),
- Une contamination par des **hydrocarbures** localisée au sud du site, en profondeur (4 à 7 m), d'une superficie d'environ 1 400 m² sur une épaisseur moyenne de 3 m, soit un volume d'environ 4 200 m³ au droit du site (8 400 t), localisée dans les terrains peu perméables (sables argileux, donc peu favorables à toutes techniques de dépollution in situ utilisant la perméabilité des sols comme vecteur de transfert (injection / pompage de liquides ou de gaz).

Les coûts proposés dans les tableaux ci-après sont fournis à titre indicatif et sont basés sur des prix récents de traitements similaires.

COMMUNAUTE URBAINE DE BORDEAUX
Maîtrise d'œuvre pour la dépollution de centre de recyclage rue Franklin à Bassens (33)
Phase 1 : Investigations complémentaires et plan de gestion
A 60595 /A

	Techniques	Coût	Avantages	Inconvénients	Adaptabilité au site étudié
Technique de dépollution ou traitement hors site	Excavation	10 €/t	-	-	-
	Transport et élimination en ISDND ou ISDD	85 à 150 €/t y/c TGAP	Purge de la contamination sur site Rapidité relative de la remise en état	Terrassements importants Mobilisation possible des éléments métalliques par l'air (vent) et par les précipitations (lessivage) Traitement coûteux Pas de traitement de la pollution (déplacement) Tonnages importants (9 000 t) Nuisances engendrées par le transport non négligeables (empreinte environnementale)	(-) Quantités importantes (-) Peu d'impact sur la nappe à l'aval du site (Pz) (-) Environnement immédiat peu sensible (industriel)
Mesures de confinement sur site	Défrichage/préparation des surfaces, terrassement et dispositif étanche (matériaux de carrière traité ou GSB...)	25 €/m ²	Empêche la dissémination de la contamination dans l'air et limite le lessivage vers la nappe grâce à une barrière étanche en surface Technique économique	Contamination laissée en place et nécessité de servitudes sur l'usage des sols Contraintes pour l'aménageur (restriction d'usages)	(+) Supprime les risques d'exposition par inhalation de poussières. (+) Réduit le lessivage vers la nappe (+) Permet d'optimiser les couts

Tableau 9 : Grille d'analyse du bilan coûts-avantages pour les sols riches en éléments métalliques

Le confinement sur site apparait comme la solution la plus adaptée. Cette solution sera étudiée ci-après.

COMMUNAUTE URBAINE DE BORDEAUX
 Maîtrise d'œuvre pour la dépollution de centre de recyclage rue Franklin à Bassens (33)
 Phase 1 : Investigations complémentaires et plan de gestion
 A 60595 /A

Techniques		Coût	Avantages	Inconvénients	Adaptabilité au site étudié
Technique de dépollution ou traitement hors site	Excavation	15 €/t	-	Site en activité	(-) Implique la destruction de la déchetterie (-) Quantités importantes (-) Peu d'impact sur la nappe à l'aval du site
	Transport et élimination en ISDD	150 €/t y/c TGAP	Purge de la contamination sur site	Terrassements importants impliquant la destruction de la déchetterie Traitement coûteux	
	Transport et élimination en centre de traitement biologique	120 €/t	Rapidité relative de la remise en état	Tonnages importants (7 200 t) Nuisances engendrées par le transport non négligeables (empreinte environnementale)	
Technique de dépollution ou traitement sur site	Excavation	15 €/t	-	Site en activité	(-) Implique la destruction de la déchetterie (-) Peu d'impact sur la nappe à l'aval du site
	Mise en biopile	70 €/t	Purge de la contamination sur site Technique économique	Terrassements importants impliquant la destruction de la déchetterie Gel de surfaces durant la durée du traitement Suivi analytique important	
	Désorption thermique sur site	Elevé	Purge de la contamination sur site	Traitement coûteux	(- -) Compétitif à partir d'environ 25 000 t (environ 7 200 t ici)

COMMUNAUTE URBAINE DE BORDEAUX
 Maîtrise d'œuvre pour la dépollution de centre de recyclage rue Franklin à Bassens (33)
 Phase 1 : Investigations complémentaires et plan de gestion
 A 60595 /A

	Techniques	Coût	Avantages	Inconvénients	Adaptabilité au site étudié
Technique de dépollution ou traitement in situ	Bio Venting	30 €/t	Site en activité Technique économique	Inadapté aux terrains argileux	(-) Terrains sablo-argileux – efficacité limitée
	Oxydation in situ	95 €/t	Rapide	Précautions de sécurité Résultats difficiles à garantir. (effet « rebond ») Génération de composés secondaires	(-) Terrains sablo-argileux – efficacité limitée
	Bio stimulation	60 €/t	Technique économique Efficace pour les fractions « légères »	Technique lente Génération de composés secondaires Pas de traitement des fractions « lourdes » (25%) Suivi analytique important	(-) Terrains sablo-argileux – efficacité atténuée (+) l'hydrocarbure est composé d'environ ¾ de fractions <C16
	Désorption thermique in situ – Puits verticaux – Haute température	160 €/t	Purge de la contamination sur site Applicable aux sols peu perméables et aux substances moyennement volatiles	Traitement coûteux	(+) Supprime la contamination (-) Traitement coûteux (-) Proximité de la nappe (-) Terrains peu conductifs
Mesures de confinement in situ	Confinement vertical par paroi étanche périphérique et imperméabilisation de surface (béton, enrobé)		Supprime la migration hors site Technique économique	Pas de traitement de la pollution Suivi à très long terme à réaliser Durée de vie de 30 à 50 ans	(+) Supprime la migration vers l'aval site (-) Ne traite pas la contamination

Tableau 10 : Grille d'analyse du bilan coûts-avantages pour les sols riches en hydrocarbures

COMMUNAUTE URBAINE DE BORDEAUX
Maîtrise d'œuvre pour la dépollution de centre de recyclage rue Franklin à Bassens (33)
Phase 1 : Investigations complémentaires et plan de gestion
A 60595 /A

Les solutions impliquant l'excavation des sols pollués sont écartées dans la mesure où elles nécessiteraient de déplacer des volumes estimés à environ 15 000 m³ pour atteindre les sols pollués, et conduirait à la destruction de la déchetterie et des 12 cuves présentes.

Deux solutions in situ peuvent être envisagées :

- une solution mixte de confinement sur site associé à une technique de traitement in situ (bio stimulation) permettant d'une part de supprimer la migration vers l'aval du site et d'autre part de traiter partiellement sur long moyen / long terme (plusieurs années) la contamination historique sur site, un essai pilote est à prévoir pour caler la technique de bio stimulation,
- une solution de traitement thermique in situ permettant de supprimer théoriquement la contamination sur site, la nature peu conductrice des sols et la proximité de la nappe peuvent conduire à un surcout.

Ces deux solutions seront étudiées ci après.

3.4. Etude de solutions

3.4.1. Cuves contenant des matières polluées

Le pompage / curage des matières polluées contenues dans les cuves (60 m³) devra être envisagé. Les matières seront transportées et traitées en filière adaptée. L'incinération constitue la filière à envisager compte tenu de la nature liquide des matières (150 € HT/t).

	Unité	Quantité	PU € HT	PT € HT
Ouverture des cuves 3, 6, 13	F	1	5 000	5 000 € HT
Ouverture des cuves 10, 14	F	1	7 000	7 000 € HT
Pompages des matières	F	1	3 000	3 000 € HT
Transport et élimination	t	60	200	12 000 € HT
Remise en état des ouvertures	F	1	5 000	5 000 € HT
Imprévus (10 %)	F	1	3 000	3 000 € HT
TOTAL arrondi				35 000 € HT

Tableau 11 : Chiffrage estimatif de la vidange des cuves polluées et éliminations des matières

3.4.2. Sols contaminés par des éléments métalliques

Les sols contaminés par des éléments métalliques sont localisés au nord du site en sub-surface, de 0,3 à 3 m de profondeur.

La nappe est impactée sur site (cf. rapport ANTEA n°58856A) en aval hydraulique de la zone contaminée (Pz3) par l'arsenic (>4 mg/l) et le sélénium (410 µg/l). L'impact est moindre en aval site (teneurs maximales dosées : sélénium en Pz12 : 28 µg/l, arsenic en Pz1 : 28 µg/l).

Aucun usage de la nappe en aval hydraulique du site n'est identifié dans la base de données du BRGM.

Le Tableau 12 présente le chiffrage de 2 solutions :

- Confinement in situ,
- Excavation et traitement hors site.

	Solution 1 : Confinement par recouvrement	Solution 2 : Excavation et traitement hors site
Estimation de la surface	4 000 m ²	
Profondeur moyenne	1,1 m	
Volume	4 500 m ³	
Tonnage	9 000 t	
Excavation (10 €/t)	0	90 000 € HT
Transport et enfouissement (ISDD) - 150 €/t	0	1 350 000 € HT
Remblais par matériaux sains – 25 €/t	0	225 000 € HT
Reprofilage de la zone 1,5 €/m ²	6 000 € HT	
Recouvrement par matériaux de carrière traité ou GSB (20€/m ²)	80 000 € HT	0
Imprévus (10 %)	8 000 € HT	17 000 € HT
TOTAL arrondi	100 000 € HT	1 700 000 € HT

Tableau 12 : Chiffrage estimatif de 2 solutions de traitement des sols contaminés par des éléments métalliques

3.4.3. Sols contaminés par des hydrocarbures

Les sols contaminés par des hydrocarbures sont localisés au sud du site en profondeur (4 à 7 m), correspondant au niveau de la zone de battement de la nappe.

La nappe est impactée sur site (cf. rapport ANTEA n°58856A) au droit de la zone contaminée (Pz11bis : HCT : >1 mg/l, BTEX : 5 à 10 µg/l, HAP : 10 à 30 µg/l, teneurs non retrouvées en octobre 2010 cf. chapitre 2.2.1). L'impact est moindre en aval site (HAP en Pz13bis : <5 µg/l en 2008, et <1 µg/l en 2009 et 2010 en Pz1, Pz2, Pz12bis et Pz13bis, pas d'impact significatif en HCT et BTEX).

Aucun usage de la nappe en aval hydraulique du site n'est identifié dans la base de données du BRGM.

Le Tableau 12 présente le chiffrage de la solution mixte de confinement sur site permettant de supprimer la migration vers l'aval du site, associé à une technique de traitement in situ (bio stimulation) permettant de traiter partiellement la contamination historique sur site sur le moyen / long terme (plusieurs années).

COMMUNAUTE URBAINE DE BORDEAUX
Maîtrise d'œuvre pour la dépollution de centre de recyclage rue Franklin à Bassens (33)
Phase 1 : Investigations complémentaires et plan de gestion
A 60595 /A

	Unité	Quantité	PU € HT	PT € HT
Mise en place du confinement				
A/R du matériel et des matières	F	1	75 000	75 000 € HT
Réalisation de l'écran étanche (12m)	m ²	2 500	150	375 000 € HT
Excavation et évacuation des déblais pollués en biocentre	m ³	150	300	45 000 € HT
Remise en état	F	1	50 000	50 000 € HT
Traitement biologique				
Mise en place, maintenance, suivi	F	1	350 000	350 000 € HT
Imprévus (10 %)	F	1	90 000	90 000 € HT
TOTAL arrondi				980 000 € HT

Tableau 13 : Chiffrage estimatif de la solution de confinement et de traitement biologique des sols contaminés par des hydrocarbures

Le Tableau 14 présente le chiffrage de la solution de traitement thermique in situ permettant de supprimer la contamination sur site. Ce chiffrage peut évoluer en fonction des objectifs de dépollution fixés. Le chiffrage présenté constitue un cout moyen.

	Unité	Quantité	PU € HT	PT € HT
Rabattement de la nappe (2 mois)	F	1	50 000	50 000 € HT
Traitement des eaux de nappe (2 mois)	F	1	5 000	5 000 € HT
A/R du matériel	F	1	150 000	150 000 € HT
Traitement in situ	t	8 400	120	1 176 000 € HT
Imprévus (10 %)	F	1	132 000	132 000 € HT
TOTAL arrondi				1 460 000 € HT

Tableau 14 : Chiffrage estimatif de la solution de traitement thermique des sols contaminés par des hydrocarbures

3.4.4. Synthèse des couts de traitement

Les couts de traitement à envisager concernent 3 postes :

- Traitement des cuves contenant des matières polluées,
- Traitement de la zone nord contaminée par des éléments métalliques,
- Traitement de la zone sud contaminée par des hydrocarbures.

Le récapitule les couts estimatifs par poste :

COMMUNAUTE URBAINE DE BORDEAUX
Maîtrise d'œuvre pour la dépollution de centre de recyclage rue Franklin à Bassens (33)
Phase 1 : Investigations complémentaires et plan de gestion
A 60595 /A

	Solution A : Sources traitées (évacuées du site ou détruite)	Solutions B Sources confinées sur site	Solution C Sources métallique confinée sur site Source hydrocarbonée traitée in situ
	PT € HT	PT € HT	PT € HT
Traitement des cuves contenant des matières polluées	35 000 € HT	35 000 € HT	35 000 € HT
Traitement de la zone nord contaminée par des éléments métalliques			
Confinement in situ		100 000 € HT	100 000 € HT
Excavation et traitement hors site	1 700 000 € HT		
Traitement in situ de la zone sud contaminée par des hydrocarbures			
Solution mixte de confinement sur site associé à une bio stimulation		980 000 € HT	
Traitement thermique in situ	1 460 000 € HT		1 460 000 € HT
TOTAL	3 195 000 € HT	1 115 000 € HT	1 595 000 € HT

Tableau 15 : Récapitulatif des couts estimatifs de traitement à envisager par poste

La solution A semble ne pas pouvoir être proposée compte tenu de son cout élevé et de sa forte empreinte environnementale.

La solution B est proposée. Elle garantie la suppression des voies de transfert sur une durée de plusieurs dizaines d'années. Elle présente l'avantage d'être financièrement la moins onéreuse des 3 solutions, mais ne peut apporter la garantie d'un traitement total de la contamination en hydrocarbures.

La solution C permet de supprimer les voies de transfert pour la contamination par éléments métalliques tout en réduisant l'impact sur les eaux souterraines, ainsi que de traiter la contamination en hydrocarbures. Son cout est toutefois plus élevé de 480 000 € HT que celui de la solution B.

Il est par conséquent proposé de retenir la solution B.

3.5. Traçabilité et restriction d'usages

Les solutions proposées ne conduisant pas à l'élimination totale des sources de contamination, il convient de mettre en place des restrictions d'usages (servitudes de droit privé par exemple).

Elles viseront à :

- assurer la traçabilité des zones contaminées dans le cadre de travaux ultérieurs sur le site (travaux de terrassement, excavation...) et de vente du site ;
- restreindre les usages sur le site de façon à assurer la compatibilité sanitaire entre l'état des sols et l'usage envisagé,
- imposer le cas échéant des dispositions constructives.

3.6. Suivi du chantier de dépollution

L'entreprise en charge des travaux devra procéder à l'analyse des risques liés à la manipulation de sols contaminés. Elle devra étudier les solutions visant à réduire les risques, en particulier d'inhalation de poussières, lors des opérations de terrassement.

L'élimination des terres contaminées devra faire l'objet d'un bordereau de suivi des déchets.

Au préalable à leur élimination, une analyse d'acceptation devra être prévue.

A l'issue du chantier, il est préconisé la réalisation d'analyses libératoires visant à vérifier l'atteinte de l'objectif de 500 mg/kg ms en hydrocarbures dans les sols restant en place et la réalisation d'une ARR (analyse des risques résiduels) sur la base de ces résultats.

3.7. Suivi de la qualité des eaux souterraines

Les solutions de traitement proposées conduisent à une réduction du lessivage des sols pollués par les précipitations, ou une réduction des teneurs dans les sols. Elles contribueront ainsi à une amélioration progressive de la qualité des eaux souterraines.

Le suivi de la qualité des eaux souterraines devra être poursuivi après travaux pour constater l'évolution à la baisse des teneurs dans la nappe au droit et à l'extérieur du site.

4. Analyse des Risques Résiduels prédictive

L'ARR est établie pour la contamination mise en évidence à l'intérieur de l'emprise du site. Le risque de présence de contamination hors site par migration depuis l'emprise, en particulier celui lié aux hydrocarbures au sud du site, pourra être traité dans le cadre d'un plan de gestion spécifique sur la base d'investigations complémentaires permettant de caractériser la géométrie de la contamination ainsi que la qualité des sols et des gaz du sol.

L'analyse des risques résiduels vise à démontrer l'acceptabilité (pour les populations et l'environnement) de l'impact résiduel des pollutions, lorsqu'il n'a pas été possible d'en supprimer totalement les sources ou les voies d'exposition.

Le plan de gestion proposé dans le chapitre précédent ne conduit pas à l'élimination de la contamination. Il convient donc de procéder à l'analyse des risques sanitaires liés à la pollution résiduelle des zones concernées.

Cette évaluation menée ci-après est établie conformément aux recommandations du guide « La démarche d'analyse des Risques Résiduels », version 0 du 8 février 2007.

Elle repose sur le concept « sources-vecteurs-cibles » :

- source de substances à impact potentiel,
- transfert des substances (par un « vecteur ») vers un point d'exposition,
- exposition à ces substances des populations (ou « cibles ») situées au point d'exposition.

Elle comporte 4 étapes :

1. identification des dangers,
2. estimation des relations dose-réponse pour les substances considérées,
3. estimation des expositions,
4. caractérisation des risques.

Pour un scénario donné, le risque par substance est obtenu en procédant au calcul du quotient de danger (QD) et de l'excès de risque individuel (ERI) et en comparant les résultats obtenus aux critères sanitaires en vigueur. Ces derniers sont fournis par la circulaire du MEDD du 8 février 2007 (EQRS) :

$$\begin{aligned} \text{QD} &< 1 \\ \text{ERI} &< 1.10^{-5} \end{aligned}$$

L'ARR a été réalisée pour les scénarios suivants :

Pour la problématique hydrocarbures :

- en cas de confinement et de traitement biologique :
 - milieu air : les risques de transfert de vapeurs d'hydrocarbures au travers du revêtement de surface puis inhalation par des cibles peut être envisagé, les concentrations en hydrocarbures volatils retenues pour le calcul durant l'exposition étant supposées être dégradées à 80% à l'issue de la durée d'exposition, soit égale à 60% des teneurs initiales (il ne s'agit pas ici de valeurs caractérisant l'efficacité réelle de la méthode de traitement, mais d'une hypothèse de concentrations nécessaires à la réalisation des calculs de risques sanitaires),
 - milieu eau : le confinement supprime la voie de transfert vers d'éventuelles cibles.

- en cas de traitement thermique :
 - milieu air : les risques de transfert de vapeurs d'hydrocarbures résiduels au travers du revêtement de surface puis inhalation par des cibles peut être envisagé si le traitement thermique ne parvient pas à détruire l'intégralité des hydrocarbures volatils compte tenu des terrains peu conducteurs de la chaleur (sables argileux) et de la proximité des eaux souterraines, réduisant l'efficacité de la méthode. Les concentrations en hydrocarbures volatils retenues pour le calcul durant l'exposition peut être estimé à 10% des teneurs initiales (il ne s'agit pas ici de valeurs caractérisant l'efficacité réelle de la méthode de traitement, mais d'une hypothèse de concentrations nécessaires à la réalisation des calculs de risques sanitaires),
 - milieu eau : les transferts des substances vers la nappe seront réduits, les hydrocarbures n'ont pas été observés en quantité significatives dans les eaux souterraines en aval hydraulique du site, aucun usage de la nappe n'a été identifié en aval hydraulique, par conséquent les risques d'ingestion d'eau contaminée ou d'inhalation de vapeur à partir de la contamination résiduelle contenue dans la nappe après traitement sont écartés.

Pour la problématique éléments métalliques :

- en cas de recouvrement de la zone par un matériau de carrière traité ou d'un GSB :
 - o milieu air : les risques de transfert des poussières de sols dans l'atmosphère et leur inhalation par des cibles sont écartés, seul un transfert d'éventuelles vapeurs de mercure au travers du confinement puis inhalation par des cibles peut être envisagé,
 - o milieu eau : les transferts des substances vers la nappe seront réduits, le mercure n'a pas été observé dans les eaux souterraines, aucun usage de la nappe n'a été identifié en aval hydraulique, par conséquent les risques d'ingestion via la nappe sont écartés.

Par conséquent, les scénarios retenus sont les suivants :

- scénario 1 : inhalation, par des adultes, en extérieur et en intérieur (local employés municipaux), de vapeurs d'hydrocarbures volatils de concentration supposées égale à 60% des teneurs initiales (traitement biologique),
- scénario 2 : inhalation, par des adultes, en extérieur et en intérieur (local employés municipaux), de vapeurs d'hydrocarbures volatils de concentration supposées égale à 10% des teneurs initiales (traitement thermique),
- scénario 3 : inhalation, par des adultes, en extérieur, de vapeurs de mercure volatile au travers du confinement.

4.1. Concentrations retenues

Les teneurs en hydrocarbures volatiles retenues pour les scénarios 1 et 2 sont présentées dans le Tableau 16. Elles correspondent pour les sols et pour les gaz du sol aux concentrations maximales dosées lors du diagnostic d'octobre 2010 sur lesquelles le taux de réduction lié à la performance supposée des méthodes de traitement employées a été appliqué.

La teneur en mercure retenue pour le scénario 3 est la teneur la plus élevée observée dans les sols pourpres, soit 44 mg/kg MS (hypothèse sécuritaire).

COMMUNAUTE URBAINE DE BORDEAUX
 Maîtrise d'œuvre pour la dépollution de centre de recyclage rue Franklin à Bassens (33)
 Phase 1 : Investigations complémentaires et plan de gestion
 A 60595 /A

Désignation d'échantillon	Echantillon		Teneur supposée dans les sols après traitement biologique	Teneur supposée dans les sols après traitement thermique	Piézair	
			mg/kg MS		µg/m ³	
BTEX						
Cumène	0.56	S1 (4-5m)	0.336	0.056	0	-
Ethylbenzène	0.56	S1 (4-5m)	0.336	0.056	324	Piézair S3
m-, p-Ethyltoluène	2.4	S4 (5-6m)	1.44	0.24	0	-
Mésitylène	3.5	S4 (5-6m)	2.1	0.35	0	-
o-Ethyltoluène	3.9	S4 (5-6m)	2.34	0.39	0	-
Xylènes	0.23	S4 (5-6m)	0.138	0.023	129	Piézair S3
Toluène	0	-	0	0	230	Piézair S7
Pseudocumène	15	S4 (5-6m)	9	1.5	0	-
HAP						
Acénaphène	5.3	S4 (5-6m)	3.18	0.53	0	-
Anthracène	0.5	S1 (4-5m)	0.3	0.05	0	-
Benzo(a)anthracène	1	S4 (5-6m)	0.6	0.1	0	-
Benzo(ghi)pérylène (*)	0.5	S4 (5-6m)	0.3	0.05	0	-
Chrysène	0.88	S4 (5-6m)	0.528	0.088	0	-
Fluoranthène (*)	6.4	S4 (5-6m)	3.84	0.64	0	-
Fluorène	8.6	S4 (5-6m)	5.16	0.86	0	-
Naphthalène	7.8	S4 (5-6m)	4.68	0.78	32	Piézair S3
Phénanthrène	18	S4 (5-6m)	10.8	1.8	0	-
Pyrène	5.9	S4 (5-6m)	3.54	0.59	0	-
Fractions carbonées						
>nC6-nC8 Indice aliphatique recalculé	0	S3 (5-6m)	0	0	215	Piézair S9
>nC6-nC8 Indice aromatique recalculé	0		0	0	85	
>nC8-nC10 Indice aliphatique recalculé	190		114	19	1 292	
>nC8-nC10 Indice aromatique recalculé	0		0	0	708	
>nC10-nC12 Indice aliphatique recalculé	437		262.2	43.7	3 178	
>nC10-nC12 Indice aromatique recalculé	663		397.8	66.3	222	
>nC12-nC16 Indice aliphatique recalculé	2 042		1225.2	204.2	1 156	
>nC12-nC16 Indice aromatique recalculé	158		94.8	15.8	0	

Tableau 16 : Teneurs retenues dans les sols et les gaz du sol pour les calculs de risques sanitaires résiduels

4.2. Choix des valeurs toxicologiques de référence

La sélection des Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) est effectuée conformément aux prescriptions établies par la circulaire n° DGS/SD7B/2006/234 du 30 mai 2006 relative « *aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact* ».

Les Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) sont recherchées parmi les 6 bases de données nationales et internationales suivantes : USEPA^[1], ATSDR^[2], OMS^[3], Health Canada, RIVM^[4] et de l'OEHHA^[5].

La méthodologie proposée par la circulaire DGS du 30 mai 2006 et utilisée dans la présente étude pour la sélection des VTR est décrite ci après.

Trois cas de figure sont présentés :

- ✓ Aucune valeur toxicologique de référence n'est recensée pour une substance chimique parmi les 6 bases de données recensées ci-dessus. En l'absence de VTR pour cette substance, une quantification des risques n'est pas envisageable même si les données d'exposition sont exploitables. Aucune valeur limite d'exposition professionnelle (VLEP) ni aucune valeur guide de qualité des milieux ne peut être prise en compte ;
- ✓ Une seule valeur toxicologique de référence existe dans l'une des 6 bases de données. Cette valeur sera retenue sauf si cette valeur est provisoire ou qu'il s'agit d'une transposition (exposition aiguë / exposition chronique, ou voie orale / voie respiratoire) ;
- ✓ Plusieurs valeurs toxicologiques de référence existent dans les 6 bases de données pour un même effet critique, une même voie et une même durée d'exposition. Par mesure de simplification, la VTR sélectionnée est celle retrouvée dans l'une des six bases en respectant la hiérarchisation suivante :
 - pour les substances à effets à seuil successivement US EPA puis ATSDR puis OMS/IPCS puis Health Canada puis RIVM et en dernier lieu OEHHA,
 - pour les substances à effets sans seuil successivement US EPA puis OMS/IPCS puis RIVM puis OEHHA.

Les VTR disponibles dans la bibliographie ainsi que celles qui ont été retenues pour les calculs sont jointes en Annexe 2.

^[3] OMS : Organisation Mondiale de la Santé

^[4] RIVM : Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, base de données des Pays-Bas

^[5] OEHHA : Office of Environmental Health Hazard Assessment, base de données de l'état de californie

4.3. Schéma conceptuel

Les voies d'exposition retenues sont les suivantes :

- scénarios 1 et 2 : inhalation, par des adultes, en extérieur et en intérieur (local employés municipaux), de vapeurs d'hydrocarbures volatils,
- scénario 3 : inhalation, par des adultes, en extérieur, de vapeurs de mercure volatile.

4.4. Transfert des gaz du sol

Paramètres de calcul	Valeur	Justification
Profondeur de la source sol hydrocarbonée	5 m	Profondeur de la source sol entre 4 et 7 m
Profondeur de la source sol mercure	0,3 m	Profondeur de la source sol à partir de 0,3 m
Profondeur de la source gaz du sol	1 m	Profondeur de prélèvement des gaz du sol entre 1 et 3 m
Masse volumique du sol	1,7 g/cm ³	Valeur bibliographique
Fraction de carbone organique	0,005 (-)	Valeur sécuritaire proposée pour un sable argileux
Perméabilité à l'air	1,55.10 ⁻¹² m ²	Valeur calculée pour un sol de type sable argileux (Loamy sand)
Teneur en air du sol	0.314	
Teneur en eau du sol	0.076	
Vitesse du vent	3 m/s	Valeur faible sécuritaire proposée par ANTEA

Tableau 17 : Caractéristiques proposées pour le sol

Le modèle de transfert utilisé est le celui de Johnson et Ettinger, reconnu internationalement.

4.5. Caractéristiques des bâtiments

Paramètres de calcul	Valeur	Unités	Justification
Epaisseur de la dalle entre le sol et le rez-de-chaussée	0,15	m	Valeur proposée par ANTEA
Hauteur du bâtiment au RDC	2,5	m	Valeur proposée par ANTEA
Largeur du bâtiment	7	m	Distance minimale supposée entre deux joints de dilatation de la dalle béton
Longueur du bâtiment	7	m	
Taux de renouvellement d'air du rez-de-chaussée	0,8	/h	Valeur proposée par le modèle RBCA pour des bâtiments industriels en l'absence de donnée pour le site
Différence de pression	40	g/cm s ⁻²	Valeur proposée par JOHNSON ET ETTINGER en l'absence de donnée pour le site

Tableau 18 : Caractéristiques proposées pour les bâtiments sans sous-sol (industriels)

4.6. Caractéristiques des confinements

Les enrobés ou matériaux de carrière traités ou encore le GSB recouvrant les sols contaminés n'ont pas été considérés pour la modélisation du transfert des vapeurs vers l'extérieur. Ce choix est sécuritaire.

4.7. Budget espace temps

		Adultes
Bâtiments des services techniques	Exposition au gaz du sol	40 ans 18,25j de 24h/an (2h/j, 220j/an) à l'intérieur
Extérieurs sur site	Exposition au gaz du sol	40 ans 73j de 24h/an (8h/j, 220j/an) à l'extérieur

4.8. Caractérisation des risques

4.8.1. Résultats des calculs

Les résultats des calculs de risques sanitaires sont joints ci-dessous.

Substances ERI Adultes	Scénario 1 Inhalation dans le bâtiment	Scénario 2 Inhalation en extérieur	Scénario 3 Inhalation en extérieur	Somme
Ethylbenzène (Sol)	4.81E-07	4.06E-09		4.85E-07
Naphthalène (Sol)	7.43E-08	5.40E-10		7.48E-08
Phénanthrène (Sol)	5.55E-09	4.04E-11		5.59E-09
Acénaphthène (Sol)	3.57E-09	2.36E-11		3.59E-09
Fluorène (Sol)	2.27E-09	1.54E-11		2.28E-09
Anthracène (Sol)	2.08E-10	1.38E-12		2.10E-10
Benzo(a)Anthracène (Sol)	1.28E-10	9.14E-13		1.29E-10
Fluoranthène (Sol)	1.43E-11	9.18E-14		1.43E-11
Pyrène (Sol)	1.18E-11	6.79E-14		1.18E-11
Chrysène (Sol)	9.44E-13	5.38E-15		9.49E-13
Benzo (g,h,i)Pérylène (Sol)	2.70E-13	1.91E-15		2.72E-13
Somme	5.67E-07	4.68E-09		5.72E-07
Substances QD Adultes	Scénario 1 Inhalation dans le bâtiment	Scénario 2 Inhalation en extérieur	Scénario 3 Inhalation en extérieur	
Aliphatique C>8-C10 (Sol)	3.60E-01	5.43E-03		3.65E-01
Aromatiques>10-12 (Sol)	1.83E-01	2.27E-03		1.85E-01
Aliphatique C>10-C12 (Sol)	4.27E-02	2.52E-03		4.52E-02
Naphthalène (Sol)	3.94E-02	2.86E-04		3.97E-02
Aromatiques>12-16 (Sol)	1.05E-02	1.03E-04		1.06E-02
Aliphatique C>12-C16 (Sol)	3.81E-03	2.25E-04		4.03E-03
Xylène (mixture d'isomères) (Sol)	2.76E-03	2.29E-05		2.79E-03
Cumène [Isopropylbenzène] (Sol)	5.98E-04	4.71E-06		6.03E-04
Ethylbenzène (Sol)	3.37E-04	2.84E-06		3.40E-04
Mercure (Sol)			1.85E-01	0.00E+00
Somme	6.43E-01	1.09E-02	1.85E-01	8.39E-01

Tableau 19 : Résultats des calculs de risques sanitaires

Au regard des hypothèses retenues et des résultats du diagnostic, les calculs de risque sanitaire pour les 3 scénarios envisagés sont inférieurs aux seuils réglementaires

Les solutions proposées, sous réserve notamment d'atteinte des objectifs de traitement envisagés, généreront un risque sanitaire acceptable.

4.8.2. Incertitudes

L'examen de l'incertitude sert à vérifier l'éventualité de la sur- ou sous-estimation du risque.

4.8.2.1.1 Incertitudes liées à l'identification des dangers

4.8.2.1.1.1 Incertitudes sur la période d'échantillonnage

Les conditions climatiques hivernales ne sont pas propices au dégagement massif des gaz du sol dans l'atmosphère. Des teneurs plus élevées auraient pu être détectées si les prélèvements de gaz du sol et d'air ambiant avaient été réalisés en période chaude (20°C par exemple) et en période dépressionnaire (décroissance des niveaux de pression atmosphériques en dessous de 1013 hPa).

4.8.2.1.1.2 Incertitudes sur l'échantillonnage et l'analyse

L'implantation des sondages et l'échantillonnage a été établi en fonction d'un maillage dimensionné au regard de la connaissance des sources potentielles de contamination identifiées.

Les incertitudes sur l'analyse sont liées aux appareils. D'un appareil à l'autre, elles varient généralement entre 5 % et 15 %.

4.8.2.1.1.3 Incertitudes sur la méthode de sélection des substances et les concentrations utilisées

Nous avons retenu l'ensemble des substances détectées dans l'air ambiant pour lesquelles nous disposons de données toxicologiques.

4.8.2.1.2 Incertitudes liées aux relations dose-effet

Les relations doses-réponses utilisées dans la présente étude sont celles disponibles en l'état actuel des connaissances. Le choix des VTR s'est basé sur le caractère pénalisant des valeurs disponibles.

4.8.2.1.3 Incertitudes liées à la caractérisation des risques

Le cumul des quotients de danger induits par les substances à effet toxique a été réalisé sans tenir compte des organes cibles, ce qui est sécuritaire.

Observations sur l'utilisation du rapport

Ce rapport, ainsi que les cartes ou documents, et toutes autres pièces annexées constituent un ensemble indissociable ; en conséquence, l'utilisation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle de ce rapport et annexes ainsi que toute interprétation au-delà des énonciations d'ANTEA ne saurait engager la responsabilité de celle-ci. Il en est de même pour une éventuelle utilisation à d'autres fins que celles définies pour la présente prestation.

Il est rappelé que les résultats de la reconnaissance s'appuient sur un échantillonnage et que ce dispositif ne permet pas de lever la totalité des aléas liés à l'hétérogénéité du milieu naturel ou artificiel étudié.

La prestation a été réalisée à partir d'informations extérieures non garanties par ANTEA ; sa responsabilité ne saurait être engagée en la matière.

ANTEA réalise ses prestations dans le respect des principes de la norme AFNOR 31-620, de septembre 2003. Cette norme constitue le support du Référentiel de labellisation QUALIPOL, établi par l'UPDS, dont ANTEA est membre. ANTEA applique les recommandations de la politique de gestion des sites et sols pollués du MEEDDAT, initiée en février 2007 et exprimée dans les circulaires de 2007. Les prestations prévues ci-dessus entrent dans la codification QUALIPOL

Annexe 1 : Résultats d'analyses

(25 pages)

Annexe 2 : Valeurs toxicologiques de référence

(pages)

Annexe 3 : Tableau de synthèse des prestations codifiées selon le
référentiel QUALIPOL

(1 page)

**Activités d'étude, de conseil, d'ingénierie et de surveillance des sites pollués.
 CODIFICATION DES PRESTATIONS d'après l'annexe A du référentiel
 « ingénierie » de labellisation QUALIPOL version du 01-04-2008.**

Code	Objectif Prestation	Prestations ANTEA	Code	Objectif Prestation	Prestations ANTEA
A	Etudes préliminaires				
A000	Levée de doute sur la pollution chimique		C103	Etudes de faisabilité technique	
A100	Diagnostic		C104	Etudes de projet	
A101	Visite du site		C200	Etablissement des dossiers administratifs(ICPE, Loi EAU etc)	
A102	Etude historique		C300	Assistance aux contrats de travaux	
A103	Etude documentaire		C400	Supervision des travaux	
A200	Investigations de terrain		C401	Direction de l'exécution des travaux	
A300	Schéma conceptuel et/ou présentation de l'état des pollutions, recommandations		C401a	Direction de l'exécution des travaux avec présence permanente d'un représentant d'Antéa	
A500	Expertise indépendante		C402	Ordonnancement, Pilotage et Coordination.	
B	Analyses des impacts et des enjeux		C403	Contrôle de la mise en œuvre des mesures de gestion	
B100	IEM	X	C404	Assistance aux opérations de réception	
B200	Analyses quantitatives des risques (EQRS,...) et des enjeux	X	C500	Expertise indépendante	
B201	Analyses des risques - Santé	X	C600	Assistance à maîtrise d'ouvrage	
B202	Analyses des Enjeux sur les ressources en Eaux		E	Surveillance	
B203	Analyses des risques - Ecosystèmes		E100	Surveillance et Contrôle des impacts	
B204	Analyses des risques - Biens matériels		E101	Conception d'un dispositif de surveillance	
B500	Expertise indépendante		E102	Réalisation et mise en place du dispositif	
C	Ingénierie des travaux de dépollution ou AMO ou contrôle		E103	Entretien et maintenance du dispositif	
C100	Etudes de conception		E104	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses	
C101	Etudes d'avant projet		E105	Interprétations	
C102	Bilan "coûts-avantages"		E500	Expertise indépendante	



Fiche signalétique

Rapport

Titre : Maîtrise d'œuvre pour la dépollution de centre de recyclage rue Franklin à Bassens (33) - Phase 1 : Investigations complémentaires et plan de gestion

Numéro et indice de version : A 60595 /A

Date d'envoi : Décembre 2010

Nombre d'annexes dans le texte : 3

Nombre de pages : 44

Nombre d'annexes en volume séparé : 0

Diffusion (nombre et destinataires) :

5 ex. *Client*

1 ex. *Agence*

1 ex. *Auteur*

Client

Coordonnées complètes : COMMUNAUTE URBAINE DE BORDEAUX
Esplanade Charles de Gaule
33076 BORDEAUX

Téléphone : 06.18.43.66.46

Nom et fonction des interlocuteurs : M. Pichardie, responsable du département valorisation

ANTEA

Unité réalisatrice : OSO-implantation de Pessac

Nom des intervenants et fonction remplie dans le projet :

Interlocuteur commercial: B. ROZES

Responsable projet et Auteur : M. BAZIN

Secrétariat : M. CREMOUX

Qualité

Contrôlé par : V. REYNAUD

Date : Décembre 2010 - *Version A*

N° du projet : *AQUP090157*

Références et date de la commande : Marché n°10272U – 19/08/2010

Mots clés : Maitrise d'œuvre, friche industrielle, dépollution

