

📍 Sièges d'exploitation

Centre TIR - bât. D
 Avenue du Port, 104-106
 1000 Bruxelles
 Belgique
 T : + 32 (0) 2 512 58 62
 F : + 32 (0) 2 512 58 64

RAPPORT D2162

PROJET D'ASSAINISSEMENT

Site étudié	
Boulevard Anspach, n° 65 1000 Bruxelles	
Références cadastrales	
21811_M_2624_K_000_00	
Coordonnées du commanditaire de l'étude	
Nom :	Office régional bruxellois de l'Emploi (Actiris)
Prénom :	/
Raison sociale :	/
Adresse :	Boulevard Anspach 65
Localité :	1000 Bruxelles
Téléphone de la personne de contact :	02/505.16.88 (Garance Guery)
Fax :	/
Email :	gguery@actiris.be
Coordonnées des titulaire(s) de l'obligation de réaliser l'étude	
Nom :	Office régional bruxellois de l'Emploi (Actiris)
Prénom :	/
Raison sociale :	/
Adresse :	Boulevard Anspach 65
Localité :	1000 Bruxelles
Téléphone de la personne de contact :	02/505.16.88 (Garance Guery)
Fax :	/
Email :	gguery@actiris.be
Coordonnées de l'expert en pollution du sol	
Société :	Geolys sprl
Nom :	Marchal
Prénom :	Roland
Adresse :	Place du Champs de Mars, n°5/21
Localité :	B-1050 Bruxelles
Téléphone du chargé d'étude :	02 / 512 58 62
Fax :	02 / 512 58 64
Email :	roland.marchal@geolys.be
N° d'agrément et dates de validité	AGREPS 005 – 21/11/2012 – 21/11/2022
Informations pour déterminer la nécessité de demander avis au collège des bourgmestre et échevins et au fonctionnaire délégué (AATL)	
Le projet comprend / ne comprend pas la réalisation d'un aménagement hors sol à caractère permanent	
Le projet comprend / ne comprend pas l'exploitation d'une installation soumise à permis d'environnement	
La durée des opérations de traitement est inférieure/supérieure à 3 mois.	
Numéro de dossier à l'Institut	
INSP/SCR/SOL/00144/2013	
Date de rédaction de l'étude	
Octobre 2016	

📍 Geolys Siège Social

Rue de la Station, 155
 5370 Havelange
 geolys.be
 info@geolys.be

RPM Dinant
 TVA BE 0864.034.131
 IBAN BE60 7320 0748 0670
 BIC CREGBEBB

📍 Geolys - Ciney

Rue des Champs Elysées, 4
 5590 Ciney
 T : + 32 (0) 83 67 84 24
 F : + 32 (0) 83 67 84 25

📍 Geolys - Herve

Rue de la Clef, 41
 4650 Herve
 T : + 32 (0) 87 67 84 23
 F : + 32 (0) 83 67 84 25

TABLE DES MATIERES

1	Donnees administrative.....	5
1.1	Introduction.....	5
1.2	Coordonnées	6
1.3	Situation générale.....	7
2	Données géologiques et hydrogéologiques.....	9
2.1	Données régionales.....	9
2.2	Donnés locales.....	10
3	Accessibilité de la parcelle.....	11
4	Rappel des contaminants.....	15
4.1	Sources et natures des contaminants.....	15
4.2	Type de pollutions identifiées et traitement requis.....	15
4.3	Présence d'une couche flottante et plongeante	15
4.4	Estimation du volume et du poids des contaminants	15
5	Objectifs d'assainissement.....	16
6	Présentation générales des techniques envisageable.....	17
6.1	Technique d'assainissement envisageable	17
7	Etudes de trois variantes pertinentes.....	19
7.1	Variante 1 : Excavation partielle sans mesure de stabilité, avec atténuation surveillée des polluants de l'eau souterraine.....	19
7.2	Variante 2 : Excavation partielle avec mesures de stabilité, avec pompage de l'eau souterraine	22
7.3	Variante 3 : Désorption thermique avec ANS.....	25
7.4	Sélection d'une variante favorite.....	29
7.5	Analyse BATNEEC.....	30
7.6	Définition, nécessité et contenu d'une étude pilote	31
7.7	Nécessité d'une variante de secours.....	31
7.8	Présentation d'autres recherches.....	31
8	description détaillée de la variante favorite.....	32
8.1	Description des travaux via excavation de terres.....	32
8.2	Analyse financière.....	33
9	Mesures de sécurités avant ou pendant les travaux	34
9.1	Environnement et santé humaine.....	34
9.2	Sécurité durant les travaux.....	34
10	Mesures de Suivi après les travaux.....	35
11	Calendrier récapitulatif des travaux.....	35

12	<i>Evaluation des incidences sur l'environnement.....</i>	36
12.1	<i>Description du voisinage.....</i>	36
12.2	<i>Incidences du PA et mesures visant à les réduire.....</i>	36
13	<i>Mesures visant à réduire les incidences environnementales</i>	37
14	<i>description detaillee des modalités de suivi du chantier</i>	37
15	<i>Résumé non technique.....</i>	37
16	<i>Formulaire électronique.....</i>	38

LISTE DES ANNEXES

- Annexe 1 : Preuve de propriété (cadastre)
- Annexe 2 : Plan du contour de la pollution (situation worst case)
- Annexe 3 : Estimation des Coûts d'assainissement
- Annexe 4 : Analyse BATNEEC
- Annexe 5 : Etude de stabilité
- Annexe 6 : Figure de l'étude pilote – **sans objet**
- Annexe 7 : Avis de l'entrepreneur sur la contrôlabilité du projet de traitement in situ
- Annexe 8 : Autres recherches (modélisation, analyse granulométriques,...)
- Annexe 9 : Plan de la zone d'excavation
- Annexe 10 : Dispositifs souterrains et aériens du traitement in situ – **sans objet**
- Annexe 11 : Localisation des forages et piézomètres de contrôle sur figure – **sans objet**
- Annexe 12 : Informations relatives à la gestion du risque
- Annexe 13 : Formulaire électronique dûment complété – **voir Brusoil**
- Annexe 14 : Résumé non technique
- Annexe 15 : Analyse granulométrique – **sans objet**
- Annexe 16 : Outil de détermination du caractère dangereux d'une terre contaminée excavée

Section I : Rappel des études antérieures

1 DONNEES ADMINISTRATIVE

1.1 Introduction

Dans le cadre d'une aliénation de droits réels, Actiris, représentée par Madame Garance Guery a mandaté Geolys sprl, expert en pollution du sol (EPS), pour réaliser un projet d'assainissement sur la parcelle référencée 21811_M_2624_K_000_00.

La parcelle 2624 K se situe Boulevard Anspach 65 à 1000 Bruxelles. Elle est entièrement bâtie et occupée par un immeuble de plusieurs étages accueillant des commerces et des bureaux, dont le siège d'Actiris actuellement.

Le dossier porte la référence IBGE : INSP/scardon/SOL/00144/2013. Le présent projet d'assainissement fait suite à :

- la reconnaissance de l'état du sol (RES) D1875 réalisée par Geolys en date du 02/07/2015 et approuvée par l'IBGE dans son courrier du 24/07/2015 ;
- l'étude détaillée (ED) D2025 réalisée par Geolys en date du 29/01/2016 et approuvée par l'IBGE dans son courrier du 01/03/2016 ;
- un dossier de constitution de garantie financière D2069 réalisé par Geolys le 16/11/2015. La demande de dérogation à la vente a été octroyée par l'IBGE le 18/05/2016.

La RES D1875 a été réalisée suite à un sinistre au mazout survenu le 25 mars 2013 lors du remplissage des deux réservoirs de mazout de chauffage (R1 et R2 d'une contenance totale de 20.000 litres). Ces deux réservoirs à présent démantelés se trouvaient dans un local au sous-sol. La RES D1875 et l'ED D2025 ont mis en évidence la présence d'une pollution du sol (225 m³ ou 401 T) et de l'eau souterraine (247 m³) en huiles minérales de type mazout à proximité des anciens réservoirs de mazout de chauffage. Cette pollution est unique et postérieure au 01/01/1993.

Conformément aux conclusions de l'ED D2025, cette pollution doit faire l'objet d'un projet assainissement.

La présente étude détaillée est rédigée en français, langue du commanditaire

Remarque : pour l'exécution de sa mission, l'expert en pollution du sol Geolys sprl déclare qu'il ne se trouve pas dans l'un des cas d'incompatibilité énoncés dans l'arrêté du Gouvernement de la région Bruxelles-Capitale relatif à l'agrément des experts en pollution du sol [M.B. 15/12/2011].

1.2 Coordonnées

1.2.1 Commanditaire

NOM	Actiris
RUE ET N°	Boulevard Anspach n° 65
CODE POSTAL	1000
COMMUNE	Bruxelles
TEL PERSONNE DE CONTACT	02/505.16.88 (Garance Guery)
LANGUE	français
E-MAIL	gguery@actiris.be

1.2.2 Titulaires de droits réels (actuels)

NOM	Actiris
RUE ET N°	Boulevard Anspach n° 65
CODE POSTAL	1000
COMMUNE	Bruxelles
TEL PERSONNE DE CONTACT	02/505.16.88 (Garance Guery)
LANGUE	français
E-MAIL	gguery@actiris.be

1.2.3 Expert en pollution du sol

NOM	GEOLYS s.p.r.l.
AGREMENT	AGREPS 005 (21/11/2012 – 21/11/2022)
RUE ET NUM	Avenue du Port 104 - 106
CODE POSTAL	B – 1000
COMMUNE	Bruxelles
TELEPHONE	+32 2 512 58 62
FAX	+32 2 512 58 64
PERSONNE DE CONTACT	M. J. Hanus

1.2.4 Laboratoire

NOM	Eurofins S.A.
RUE ET NUM	Rue Jean Sonet 21 Bte1
CODE POSTAL	B-5032
COMMUNE	Gembloux

1.3 Situation générale

1.3.1 Adresse du site

Le site investigué est localisé Boulevard Anspach n° 65 à 1000 Bruxelles.

1.3.2 Référence cadastrale

Le site étudié s'étend sur une seule parcelle dont la référence est reprise dans le Tableau 1-1 ci-dessous.

La copie des références cadastrales est présentée en Annexe 1.

Tableau 1-1 : Description de la situation cadastrale

Références cadastrale		
Références cadastrales		21811_M_2624_K_000_00
Superficie	m²	2.437 m²
Coordonnées Lambert du centre du site		
x (m)		148 653
y (m)		170 956
Coordonnées des titulaires de droits réels actuels		
Nom		Actiris
Prénom		/
Dénomination		/
Adresse		Boulevard Anspach n° 65
Localité		1000 Bruxelles
Téléphone		02/505.16.88
Fax		/
Email		gguery@actiris.be
Coordonnées du commanditaire de l'étude		
Nom		Actiris
Dénomination		/
Adresse		Boulevard Anspach n° 65
Localité		1000 Bruxelles
Téléphone		02/505.16.88
Fax		/
Email		gguery@actiris.be

1.3.3 Occupation actuelle et future

La parcelle 2624 K est entièrement bâtie et occupée par un immeuble de plusieurs étages accueillant des commerces et des bureaux.

La configuration de l'immeuble est la suivante :

- un niveau de cave sur toute la surface de la parcelle (profondeur de ~4 m en-dessous du niveau de rue) :
 - partie centrale : parking d'environ 1.100 m² permettant d'accueillir une trentaine de voitures ;
 - extrémité nord : local technique (chaufferie) d'environ 50 m², séparé du local d'environ 15 m² dans lequel se trouvaient les deux anciennes citernes R1 et R2 (2 x 10.000 l) par un mur porteur en maçonnerie ;
 - extrémité nord-est : local accueillant la citerne R3 (9.500l) ;
 - extrémité nord-ouest : locaux abritant les installations techniques de refroidissement ;
 - extrémité sud : local d'archives Actiris.
- un rez-de-chaussée à caractère commercial avec un magasin de grande surface, un restaurant et plusieurs commerces de détail.
- des étages dans lesquels sont aménagés les bureaux administratifs d'Actiris.

Le tableau 1-2 présente l'occupation et l'utilisation du site.

Tableau 1-2 : occupation et utilisation actuelle du site

	21811_M_2624_K_000_00
Occupation du sol	Parcelle entièrement bâtie (bâtiment administratif)
Utilisation actuelle des espaces extérieurs	Absence d'espace extérieur
Description du bâtiment	Bâtiment composé : <ul style="list-style-type: none"> - d'un niveau de cave ; - d'un rez-de-chaussée à caractère commercial ; - d'étages avec bureaux administratifs.
- cave (surface approximative)	2.437 m ²
- rez-de-chaussée (surface approximative)	2.437 m ²
- premier étage (surface approximative)	2.437 m ²
Utilisation actuelle des espaces intérieurs	Magasin grande surface, commerces de détail, restaurant, bureaux administratifs
Occupant	Actiris (propriétaire de la parcelle)
- téléphone	02/505.16.88 (Garance Guery)
Utilisation future	Inchangée

1.3.4 Affectation au PRAS

La parcelle étudiée est inscrite au plan régional d'affectation du sol (PRAS) en zone de forte mixité. La classe de sensibilité « habitat » lui a été octroyée compte-tenu de son utilisation.

Dans un rayon de 100 mètres autour de la parcelle, on retrouve des terrains inscrits en zone d'habitation, zone mixte, zone de forte mixité et zone d'équipement d'intérêt collectif ou de service public (bâtiments scolaires).

Le tableau 2-1 présente l'affectation des terrains présents aux alentours du site :

Tableau 2-1 : Affectation des alentours du site au PRAS

Type d'affectation	Distance par rapport au site (m)	Direction (N, S, E, O)
Zone d'habitation	circonférence de 50 à 100 m par rapport au centre de la parcelle étudié	N, E, S, O
Zone de forte mixité	mitoyen	N, E, O
Zone d'équipement d'intérêt collectif ou de service public	50 m	S

2 DONNÉES GÉOLOGIQUES ET HYDROGÉOLOGIQUES

2.1 Données régionales

2.1.1 Géologie régionale

D'après la carte géologique n° 88 (Bruxelles - Saventhem) dressée au 1/40 000, on s'attend à retrouver au droit du site de haut en bas :

- des remblais sur une épaisseur de 2 à 4 m ;
- des alluvions modernes des vallées, constituées d'argile, puis de sable limoneux avec la présence de cailloux (Quaternaire) sur une épaisseur d'une dizaine de mètres ;
- une formation constituée d'argile plastique ou sableuse (Etage Yprésien, Tertiaire), suivi d'une formation de sable fin glauconifère, argile sableuse glauconifère avec bancs de psammite et silex corrodés et verdis (Etage Landenien, Tertiaire) sur une profondeur d'une trentaine de mètres.

Les informations concernant le contexte géologique régional issues du site « dov-vlaanderen¹ » confirment les observations réalisées sur base de la carte géologique n°88 Bruxelles-Saventhem.

2.1.2 Hydrogéologie régionale

Sur base des cartes géotechnique de Bruxelles (carte 31.3.5 planche 9), l'eau souterraine provenant de la nappe alluviale de la vallée de la Senne est attendue vers 6 mètres de profondeur par rapport au niveau de la rue. Sur base des courbes isopièzes, aucun gradient hydraulique n'est observé au droit du terrain.

Les cartes géotechniques (carte 31.3.5 planche 2), révèlent également le fait que des anciens cours d'eau traversaient probablement la parcelle (suivants des axes nord-sud et est-ouest).

La banque de données des sols flamands ne renseigne aucun ouvrage hydrogéologique / puits exploité dans un rayon de 2000 m autour du site.

2.1.3 Approche géocentrique

Le tableau 3-1 reprend la liste des 22 prises d'eau renseignées à moins de 2 km du centre du terrain.

¹ <https://dov.vlaanderen.be/dovweb/html/index.html>

Tableau 2-1 : géocentrique des prises d'eau recensées autour du site

Distance au centre du site (m)	Direction	X(m)	Y (m)	Z (m)	Profondeur (m)	Débit (m³/j)	Code postal	Commune
373	NO	148 442	171 263	18	78	3	1 000	Bruxelles
1 502	S-SO	148 310	169 494	30	54	10	1 000	Bruxelles
1 486	S-SO	148 320	169 508	30	69	5	1 000	Bruxelles
1 040	S	148 645	169 916	30	61	4	1 000	Bruxelles
654	S-SE	148 926	170 362	31	61	6	1 000	Bruxelles
585	E	149 237	170 997	30	150	3	1 000	Bruxelles
725	E	149 378	170 974	36	94	0	1 000	Bruxelles
1 158	SE	149 305	169 999	66	126	5	1 000	Bruxelles
840	E-SE	149 369	170 516	34	121	90	1 000	Bruxelles
1 884	NE	150 155	172 094	52	92	6	1 030	Schaarbeek
1 870	SE	149 846	169 516	77	103	10	1 050	Ixelles
1 968	SE	149 978	169 501	76	100	7	1 050	Ixelles
1 999	S	148 322	168 985	37	61	4	1 060	Saint Gilles
1 964	S	148 962	169 016	65	84	5	1 060	Saint Gilles
1 935	O-SO	146 999	169 952	19	48	4	1 070	Anderlecht
1 626	O	147 029	171 037	34	37	8	1 080	Molenbeek
1 507	O	147 162	170 736	22	100	28	1 080	Molenbeek
1 108	NO	147 733	171 574	20	60	3	1 080	Molenbeek
869	O-NO	147 815	171 187	18	89	0	1 080	Molenbeek
1 771	NO	147 185	171 946	27	66	8	1 081	Koekelberg
1 864	NO	147 239	172 171	30	84	4	1 081	Koekelberg
1 749	E-NE	150 337	171 428	37	75	7	1 210	Saint-Josse-ten-Noode

On remarque que :

- aucun captage n'est situé sur la parcelle étudiée ;
- un captage est situé à moins de 500 m du centre de la parcelle. Ce captage est situé à plus de 200 m du site et se trouve en amont hydrogéologique, en direction N-O ;
- cinq captages sont situés entre 500 m et 1000 m du centre de la parcelle ;
- seize captages sont situés entre 1000 m et 2000 m du centre de la parcelle.

Le site n'est localisé dans aucune zone de protection de captage.

Pour rappel, d'après la liste des prises d'eau souterraine dans la Région de Bruxelles - Capitale soumises à autorisations (a.r. du 21.04.1976), les prises d'eau répertoriées dans le tableau 3-1 ne fournissent pas d'eau potable.

2.2 Données locales

2.2.1 Géologie locale

Selon les observations de terrain lors des études précédentes, la géologie locale au droit de la parcelle 2624 K depuis le niveau de la cave (environ 4 mètres sous le niveau de la rue) peut se résumer comme suit (de haut en bas) :

- **revêtement de surface** constitué d'une dalle bétonnée d'une épaisseur variant entre 0.2 et 0.4 mètres ;
- **remblai**, présent jusqu'à 4 mètres sous le niveau du sous-sol (profondeur maximale atteinte en FR102 lors des investigations), constitué de fragments de briques et de roches millimétriques à pluricentimétriques dans une matrice limono-sableuse brune et sèche jusqu'environ 1 m-n et grise et humide au-delà.

Lors de l'exécution des forages, l'ensemble des forages ont été bloqués sur le remblai. Le terrain naturel n'a pas été atteint.

2.2.2 Observations des remblais

Un niveau de remblai a été rencontré sur tous les forages.

Le remblai est décrit au point précédent. Sa mise en place est antérieure au 01/01/1993. En effet, le bâtiment a été construit pour y aménager les activités de la sa Grand Magasins de la Bourse au début du 20ème siècle (voir étude historique réalisée dans le cadre de la RES1875). Sa configuration n'a pas changé depuis.

2.2.3 Hydrogéologie locale

La présence d'eau souterraine a été observée à partir de 0.8 m-ns² (soit environ 5 mètres sous le niveau de la rue) dans la zone de parking (PF01 ; PF101 à PF103) qui occupe la partie centrale de la parcelle. De l'eau souterraine a également été rencontrée à partir de 0.7 m-ns au niveau du forage PF02, situé dans la chaufferie à l'extrémité nord-ouest de la parcelle.

Aucune présence d'eau n'a toutefois été observée au droit des forages FR02 et FR101, réalisés dans la partie sud du local de la chaufferie, ni au niveau du forage FR102 situé à une dizaine de mètre du local de la chaufferie en direction du sud-ouest.

Le tableau 3-2 présente les observations piézométriques datant de l'étude détaillée.

Tableau 3-2 : Mesures piézométriques

Localisation	Piézomètres	Profondeur des tubes crépinés (m-ns)	Date d'échantillonnage : 22/04/2015		Date d'échantillonnage : 03/12/2015	
			Niveau d'eau (m-hdpe)	Cote de la nappe (m-PR*)	Niveau d'eau (m-hdpe)	Cote de la nappe (m-PR*)
Parking (zone nord)	PF01	1.0 – 2.0	1.3	- 1.38	0.73	- 0.81
Local de la chaufferie	PF02	1.0 – 3.0	1.1	- 1.19	0.62	- 0.71
Parking (zone ouest)	PF101	1.0 – 1.9	/	/	0.81	- 0.82
Parking (zone sud)	PF102	1.0 – 1.8	/	/	0.75	- 0.82
Parking (zone est)	PF103	1.0 – 1.6	/	/	0.82	- 0.89

Légende :

m-ns : mètre par rapport au niveau du sous-sol

m-hdpe : mètre par rapport au sommet du tubage

* PR : point de référence – niveau du sol au droit du PF102

Les mesures piézométriques sont cohérentes et montrent que l'écoulement apparent de la nappe au droit de la zone de parking se fait en direction du sud-est (vers PF103). Le niveau moyen de la nappe est situé à la cote -0.81 par rapport au niveau du point de référence.

3 ACCESSIBILITE DE LA PARCELLE

La zone concernée par le projet d'assainissement est intégralement comprise dans les limites de la parcelle 2624 K, située au centre du « pentagone », en partie dans la zone piétonne. La parcelle donne sur 3 rues :

- rue du Marché aux Poulets ;
- Boulevard Anspach ;
- rue Paul Devaux.

² m-ns = mètre sous le niveau du sous-sol



Figure 1 : localisation de la parcelle « Actiris »

La contamination est située en sous-sol (4 m par rapport au niveau de la rue). L'accès au sous-sol par des véhicules se fait via la rue Paul Devaux.



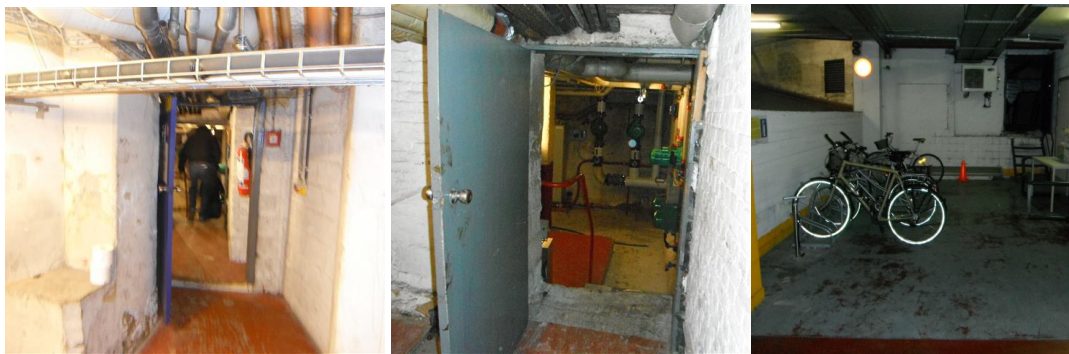
Figure 2 : accès via la rue Paul Devaux

Une partie de l'étendue de la contamination de l'eau souterraine est occupée par des places de parking pour voiture. La hauteur limitée (2.06 m) ne permet pas à un camion d'accéder à la zone.



Figure 3 : zone de parking pour voitures

L'emprise de la contamination du sol et le reste de l'emprise de la contamination de l'eau souterraine sont situées dans des caves non accessibles à du charroi et situées en demi-niveaux.



Figures 4 : accès à la chaufferie avec passages en demi-niveaux et hauteur limitée

Le local « chaufferie » où la majorité de la pollution du sol est présente est occupé par les chaudières en activité, ainsi que des éléments de structure du bâtiment (murs, colonnes de soutien,...) qui ne peuvent raisonnablement pas être déplacés (voir annexe 8).



Figures 5 : chaufferie avec chaudières fixes de grosses capacités et colonnes de fondations



Figures 6 : local « citerne », servant d'encuvement où a eu lieu le déversement. Le local « citerne » est encaqué entre 2 murs porteurs. L'accès se fait via un trou d'homme percé depuis la chaufferie dans un des murs porteurs. Les deux citernes R1-R2 ont été évacuées en 2013 et seuls demeurent les socles d'ancrage de ces réservoirs dans le local « citerne ».

Par ailleurs, la contamination du sol est située dans un coin de la parcelle, le long de la voirie et des parcelles voisines (2620P et 2620P2), dont la base des bâtiments est située plus haut que la base du bâtiment de la parcelle 2624K.

L'accessibilité réduite à la zone contaminée et l'exiguïté des lieux constituent une contrainte tant pour une excavation que pour certains types d'installation d'assainissement in situ.

Rappelons également que lors des campagnes de forages réalisées sur le site, des remblais ont été observés à hauteur de la zone à traiter dans les 4 premiers mètres de sol.

4 RAPPEL DES CONTAMINANTS

4.1 Sources et natures des contaminants

L'étude détaillée D2025 montre que :

- la parcelle est contaminée en huiles minérales C10-C40 dans le sol et dans l'eau souterraine ;
- ces contaminations sont cantonnées à la parcelle 2624 K ;
- la contamination du sol en huile minérales (mazout) est présente entre 0.2 et 2.0 m-nS sur une surface de 125 m², pour un volume total de terres contaminées estimé à 225 m³ ou 401 T (densité=1.8) ;
- la contamination de l'eau souterraine en huiles minérales (mazout) est présente entre 0.71 et 4.0 m-nS sur une surface d'environ 250 m² pour un volume total d'eau contaminée de 247 m³ (porosité 30%).

La pollution du sol et de l'eau souterraine en huiles minérales est liée à un sinistre au mazout survenu le 25 mars 2013 lors du remplissage des deux réservoirs de mazout de chauffage (R1 et R2 d'une contenance totale de 20.000 litres) qui se trouvaient dans un local spécifique, attenant au local « chaufferie » (sous-sol).

Les annexes 2 reprennent les plans de la contamination dans le sol et dans l'eau souterraine. Ceux-ci peuvent être considérés comme reprenant la situation « worst case ».

4.2 Type de pollutions identifiées et traitement requis

Cette pollution en huiles minérales est liée à un sinistre au mazout survenu le 25 mars 2013 lors du remplissage des deux réservoirs de mazout de chauffage (R1 et R2). Il s'agit dès lors d'une pollution unique générée après le 01/01/1993.

Sur base de l'article 20 de l'ordonnance sol, cette pollution doit faire l'objet d'un assainissement.

4.3 Présence d'une couche flottante et plongeante

Aucune couche flottante n'a été détectée lors des différentes campagnes d'échantillonnage. Par ailleurs, la formation d'une phase libre flottante est improbable vu les concentrations en huiles minérales mesurées dans les piézomètres.

4.4 Estimation du volume et du poids des contaminants

La contamination du sol en huiles minérales est présente entre 0.2 et 2.0 m-nS sur une surface de 125 m², pour un volume total de terres contaminées estimé à 225 m³ ou 401 T (densité=1.8). La quantité totale de HM C10-C40 comprise dans le sol sur le site est de 476 kg calculé comme suit³ :

- 40 m² (32%) de la tache présentent une concentration de 1700 mg/kg de ms. 129 tonnes de terre contiennent ~220 kg de HM C10-C40 ;
- 85 m² (68%) de la tache présentent une concentration de 930 mg/kg de ms. 275 tonnes de terre contiennent ~256 kg de HMC10-C40.

La contamination de l'eau souterraine en huiles minérales est présente entre 0.71 et 4.0 m-nS sur une surface d'environ 250 m² pour un volume total d'eau contaminée de 247 m³ (porosité = 30%). Pour une concentration de 640 µg/l, la quantité totale de HM C10-C40 comprise dans l'eau souterraine sur le site est de 0.158 kg.

La quantité totale de HM C10-C40 présente dans le sol et les eaux souterraines est estimée à 476,2 kg ou ~567 litres (d=0.84 pour le mazout).

5 OBJECTIFS D'ASSAINISSEMENT

Conformément à l'Ordonnance de la Région Bruxelles-Capitale relative à la gestion et à l'assainissement des sols pollués du 05 mars 2009, l'objectif de l'assainissement est d'amener les concentrations des contaminations du sol et de l'eau souterraine en-dessous des normes d'assainissement (NA).

Le tableau 5-1 ci-dessous reprend les normes considérées pour l'assainissement de la pollution.

Tableau 5-1 : objectifs normatifs de l'assainissement

Composé	SOL [mg/kg ms]	EAU SOUTERRAINE [µg/l]
	NA	NA
Huiles minérales C₁₀-C₄₀	300	300

Aucune mesure de sécurité particulière avant assainissement n'est requise étant donné que les locaux impactés par les pollutions sont des caves et parkings, et qu'ils ne sont pas occupés en permanence.

Les travaux d'assainissement pourront être réalisés dans le courant de l'année 2016.

³ Par simplification et de manière conservatoire, la quantité n'a pas été corrigée avec l'humidité de l'échantillon (~10%).
D2162 PA

Section II : Evaluation générale des techniques et variantes d'assainissement

6 PRÉSENTATION GÉNÉRALES DES TECHNIQUES ENVISAGEABLE

6.1 Technique d'assainissement envisageable

Tableau 6-1 : Techniques d'assainissement envisageables

Technique	Techniquement envisageable ?	Remarque
Excavation	Oui	L'excavation des terres contaminées avec remblayage est une technique susceptible a priori de permettre l'élimination de la pollution dans la zone traitée, dans la mesure où celle-ci peut être mise en œuvre de façon sûre. Dans le cas présent, une attention particulière devra être portée à la stabilité du bâtiment.
Pump and treat	Non	Technique destinée au traitement de la contamination présente massivement dans l'eau souterraine. Néanmoins, la nature du contaminant (mazout), ayant plus tendance à s'adsorber dans la phase solide du sol que de se mobiliser dans l'eau, limite l'efficacité de la technique. De plus, la réalisation de pompage sous bâtiment sans information au niveau de ses fondations est risquée. En outre, le cloisonnement potentiel du sous-sol par les fondations, l'absence d'eau dans certains ouvrages et les faibles alimentations constatées lors des échantillonnages des piézomètres (RES et ED) laissent présager une faible conductivité hydraulique de la nappe. Enfin, les niveaux de contaminations sont faibles (un seul piézomètre impacté avec une concentration 1 x NI). Par conséquent, la méthode est peu adaptée dans ce cas.
ISCO (In situ oxidation chemical)	Non	La technique de l'oxydation chimique consiste à oxyder les contaminants pour les dégrader chimiquement vers des composés non dangereux. Cette technique est bien adaptée aux polluants de type huile minérale et BTEX et est principalement mise en œuvre dans les terrains saturés. Cette technique peut également être appliquée par infiltration du mélange eaux/oxydant à partir de la surface dans les terrains pollués. Toutefois cela nécessite un sol homogène et perméable, ce qui n'est pas le cas ici (remblai). Par ailleurs, la présence de nombreuses fondations dans le sol provoquera la stagnation du produit.
Désorption thermique	Oui	Cette technique est bien adaptée aux pollutions en hydrocarbures en zone insaturée ou en phase libre en zone saturée. Elle peut également s'appliquer pour des éléments moins volatils mais nécessite une dépense d'énergie plus importante. Idéalement cette technique est employée en milieu insaturé. L'employer en milieu saturé nécessite une plus grande dépense d'énergie ou de prendre des mesures de gestion de l'eau souterraine (ex : rabattement) non recommandées pour la stabilité du bâtiment.
Biosparging	Non	Cette technique est adaptée aux hydrocarbures. Elle consiste à injecter de l'air dans le terrain saturé afin de volatiliser les polluants. Cette technique est applicable uniquement en zone saturée. Dans le cas présent, cette technique n'est pas applicable car elle demande : <ul style="list-style-type: none"> - un sol homogène, ce qui n'est pas le cas (remblai) ; - une bonne conductivité hydraulique, ce qui n'est pas le cas (certains forages secs) ; - une profondeur minimale de la nappe >1m, ici nappe à 0.71 m. En outre, cette méthode est moyennement efficace pour le mazout et la présence des fondations limitera l'efficacité de la méthode.

Bioremediation	Non	<p>Cette technique est adaptée aux hydrocarbures. Elle consiste à injecter de l'air dans le terrain saturé afin de volatiliser les polluants. Cette technique est applicable uniquement en zone saturée. Dans le cas présent, cette technique n'est pas applicable car elle demande :</p> <ul style="list-style-type: none"> - un sol homogène, ce qui n'est pas le cas (remblai) ; - une bonne conductivité hydraulique, ce qui n'est pas le cas (certains forages secs) ; - une profondeur minimale de la nappe >1m, ici nappe à 0.71 m. <p>En outre, cette méthode est moyennement efficace pour le mazout et la présence des fondations limitera l'efficacité de la méthode.</p>
(Bio)venting	Non	<p>Le venting consiste à extraire l'air du sol insaturé. Le bioventing consiste à injecter de l'oxygène et des nutriments à plus faible débit de manière à provoquer la volatilisation des polluants et à favoriser également la (bio)dégradation des polluants. Ces techniques nécessitent des sols perméables et homogènes et sont adaptées aux polluants de type huile minérale légère et aux produits volatiles (BTEX, naphtalène...) et biodégradable. Elles ne sont par conséquent pas retenues pour l'assainissement du terrain.</p>

7 ETUDES DE TROIS VARIANTES PERTINENTES

Seules deux techniques d'assainissement ont été retenues. Trois variantes basées sur ces techniques seront présentées dans le présent chapitre.

Pour des raisons de faisabilité, les 3 variantes ne prévoient pas de traiter l'entièreté de la surface qui est considérée comme contaminée sur base de l'ED D2025.

En effet, un scénario reprenant un assainissement total des pollutions, y compris dans les zones non accessibles (chaudières) ou avec impossibilité techniques (local d'archives) et qui se trouvent en limite du panache n'a pas de sens dans le cas présent, comme en atteste l'analyse posée en annexe 8.

Une évaluation des risques disponible en annexe 12 a montré que les pollutions en place sur la parcelle ne génèrent pas de risque pour la santé humaine, les eaux souterraines et les écosystèmes selon la configuration actuelle.

7.1 Variante 1 : Excavation partielle sans mesure de stabilité, avec atténuation surveillée des polluants de l'eau souterraine

7.1.1 Description

7.1.1.1 Sol

L'excavation des terres contaminées, jusqu'à 0,5 m-n, sans mesure de stabilité, avec remblayage, est une technique susceptible de permettre l'élimination d'une partie de la pollution.

En effet, certaines zones (emprise des chaudières, local adjacent avec impossibilité technique, emprises de fondations) ne pourront pas être assainies.

Les terres excavées sont chargées puis évacuées vers un centre de traitement. La fouille est ensuite remblayée au moyen de terres satisfaisant à l'Ordonnance du 05 mars 2009 et aux « conditions 2010 de réutilisation des terres » (c'est-à-dire un matériau présentant des concentrations en contaminants inférieures ou égales aux normes d'assainissement).

7.1.1.2 Eau souterraine

L'atténuation naturelle surveillée (ANS) des polluants de l'eau souterraine vise la prise en charge de cette pollution par la mise en œuvre sous surveillance des processus naturels prenant place dans le sol, sans intervention humaine directe, dans un délai raisonnable en comparaison avec les techniques de traitement plus actives. Les processus naturels responsables du traitement peuvent être de type chimique, physique ou biologique. Ils aboutissent soit à une diminution des teneurs, quantités ou volumes des polluants présents dans le sol, soit à réduction de mobilité ou de toxicité des polluants.

7.1.2 Limites

7.1.2.1 Sol

La configuration du bâtiment permet d'enlever 50 cm de terre sur une partie de la chaufferie et dans le local « citerne » sans qu'aucune mesure de stabilité ne soit requise (voir annexe 5)⁴.

La surface susceptible d'être excavée est toutefois limitée :

⁴ D'après la note « stabilité » de BSolutions disponible en annexe 5, l'emploi de mesures passives de stabilité (ex : talutage à 45°) n'apporterait pas un gain supplémentaire par rapport au volume de sol pollué au vu de la proximité des porteurs (colonnes et murs).

- dans le local « chaufferie », par la présence de chaudières industrielles et leurs appareillages qui ont été montés sur place et qui en pratique, ne peuvent pas être mis à l'arrêt (chauffage et eau-chaude sanitaire du bâtiment), démontés ou déplacés. La surface qu'ils occupent est de ~55 m² - voir annexe 8 ;
- dans le petit local adjacent (est), occupé par des archives et des rebus de matériel informatique. Ce local est exigü et en demi-niveau (~1 m plus haut) par rapport au local « chaufferie », ne permettant pas d'atteindre la contamination (profondeur d'excavation limitée à 0.5 m) ;
- dans la zone contaminée, par des éléments de fondation ou de structure (murs porteurs, pilasses de fondations)

L'accessibilité⁵ et l'exiguïté des lieux imposent que les terres soient excavées manuellement ou mécaniquement à l'aide d'une mini pelle (largeur 0.7 m) ou d'un aspirateur-excavateur.

7.1.2.2 Eau souterraine

L'efficacité de l'ANS sera d'autant plus efficace que le noyau de pollution du sol aura pu être enlevé via les excavations. Or les excavations auront précisément lieu dans la zone susceptible d'être la plus contaminée (local citerne et chaufferie), et dans la tranche supérieure de sol insaturée renfermant potentiellement le plus de produit. Par ailleurs, vu le caractère limoneux du terrain et le type de produit (mazout), ce dernier aura plus tendance à s'adsorber sur les particules de sol plutôt que de migrer via les eaux souterraines.

Bien que les niveaux de contamination en place ne soient pas très élevés, il est toujours possible si cette technique ne permet pas d'atteindre les objectifs d'assainissement de la coupler ultérieurement à une stimulation par voie biologique par addition de O₂ et nutriment, voire de procéder à un pompage des eaux.

Ces deux dernières techniques sont toutefois limitées par la faible conductivité hydraulique attendue.

Quant au pompage des eaux souterraines, sa mise en œuvre reste délicate sous des bâtiments et en présence d'une nappe peu profonde.

7.1.3 Mise en œuvre

7.1.3.1 Sol

Un revêtement induré (béton) ainsi que les socles d'ancrage des citernes sont présents dans la zone à assainir. Ce revêtement et ces structures doivent donc préalablement être enlevés et évacués. Ensuite, les terres sont excavées manuellement selon le contour repris à l'annexe 9.

La tranche impactée est identifiée entre 0,2 et 2.0 m-n.s. Cette technique ne prévoyant pas de mesures de stabilité, l'excavation sera donc réalisée jusqu'à 0.5 mètres de profondeur sur une superficie de 37 m².

Un volume de terre et débris de béton estimé à 18.5 m³ ou 33 T (en considérant une densité de sol de 1,8 kg/dm³) sera excavé.

Au total, un volume estimé de 11.1 m³ de terre contaminée sera enlevé, ou 20T.

7.1.3.2 Eau souterraine

L'ANS consisterait en un monitoring constitué de 2 campagnes de mesures par année pour tenir compte du battement de la nappe (fin d'été et fin d'hiver) pendant 3 années. De cette façon, l'évolution des teneurs et de la charge polluante pourra être considérée comme statistiquement significative.

Le monitoring porterait sur le piézomètre du noyau (PF01), et un piézomètre en aval (PF103).

⁵ Hauteur limitée à 2.06 m pour l'accès au sous-sol et passages à largeur limitée pour accéder à la chaufferie (portes, couloirs < 1m)

7.1.4 Coûts

Les coûts liés à l'assainissement du site et au suivi de ces travaux d'assainissement pour la variante 1 sont estimés à 35 894€TVAC. Le détail de ces coûts est repris en annexe 3 du présent rapport.

7.1.5 Efficacité quant à l'obtention des objectifs

7.1.5.1 Sol

L'excavation devrait permettre l'enlèvement de minimum 3% de la contamination du sol.

Notons qu'en pratique, il est fort probable qu'un plus grand pourcentage soit assaini car :

- l'étendue de la pollution du sol est worst-case. Elle a été extrapolée et maximisée sur un nombre limité de forage vu la configuration des lieux ;
- les concentrations relevées dans le forage situé au cœur du noyau (FR101) et en périphérie de la plume (PF02), ne sont pas très élevées (1,7 x la NI) ;
- la zone susceptible d'être la plus polluée du panache (local « citerne » d'où vient le déversement depuis la surface) fera l'objet d'une excavation.

7.1.5.2 Eau souterraine

Aidé par l'effet bénéfique dû à l'excavation d'une partie du noyau de la pollution du sol, l'ANS devrait permettre d'enlever la totalité de la contamination de l'eau souterraine au bout de 3 ans vu les faibles concentrations rencontrées (1,3 x la NI).

7.1.6 Délai d'exécution

Le délai d'exécution des travaux d'excavation devrait être de l'ordre de 7 jours.

Le délai d'exécution du monitoring est de 3 ans.

7.1.7 Incidences sur l'environnement

7.1.7.1 Sol

Le charroi causé par l'évacuation et l'apport de terres ainsi que les vibrations induites par les engins motorisés pourraient engendrer des nuisances sonores envers l'environnement immédiat de la zone à assainir (marteau piqueur,...).

L'excavation des terres polluées pourra engendrer également des dégagements de poussières et d'odeurs.

Notons que les travaux se déroulent uniquement endéans les heures de travail normales, c'est-à-dire de 7h00 à 18h00.

7.1.7.2 Eau souterraine

Le monitoring de l'eau souterraine ne cause aucune incidence sur l'environnement.

7.1.8 Avantages et inconvénients

Tableau 7-1 : Avantages et inconvénients de la variante 1 : excavation sans mesure de stabilité

Avantages	Inconvénients
Coûts limités	Nuisances olfactives pour les travailleurs mais gérable par l'ajout d'un extracteur.
Délai de travaux court pour les excavations	Nuisances sonores. Les travaux se dérouleront toutefois exclusivement de jour et en semaine, entre 7h et 18h.
Aucune nuisance pour le monitoring (ANS)	Objectifs d'assainissement non respecté (évacuation partielle de la pollution) du sol.

7.2 Variante 2 : Excavation partielle avec mesures de stabilité, avec pompage de l'eau souterraine

7.2.1 Description

7.2.1.1 Sol

L'excavation des terres contaminées, jusqu'à 2.0 m-n, avec mesures de stabilité, puis remblayage, est une technique susceptible de permettre l'élimination d'une partie de la pollution.

En effet, certaines zones (emprise des chaudières, local adjacent avec impossibilité technique, emprises de fondations) ne pourront pas être assainies.

Les terres excavées sont chargées puis évacuées vers un centre de traitement. La fouille est ensuite remblayée au moyen de terres satisfaisant à l'Ordonnance du 05 mars 2009 et aux « conditions 2010 de réutilisation des terres » (c'est-à-dire un matériau présentant des concentrations en contaminants inférieures ou égales aux normes d'assainissement).

7.2.1.2 Eau souterraine

L'excavation des terres contaminées jusqu'à la base de la contamination (2 m-n) impliquera de travailler sous le niveau de la nappe phréatique. Lors de ces opérations, il convient d'abaisser le niveau statique de la nappe afin d'éviter les phénomènes de boulangerie ou de rupture de pente en fond d'excavation et d'assurer des conditions de travail sécuritaires pour les travailleurs et les édifices ou infrastructures avoisinantes.

L'abattement du niveau statique de la nappe phréatique peut être réalisé au moyen d'une ou plusieurs installations adaptées à la nature et à la conductivité hydraulique du sol, à l'étendue de la zone à démerger, à la profondeur de la nappe phréatique et à la quantité d'eau à gérer.

7.2.2 Limites

7.2.2.1 Sol

La configuration du bâtiment impose de mettre en œuvre des mesures de stabilité si l'on souhaite atteindre la base de la contamination (voir annexe 5).

La surface susceptible d'être excavée est toutefois limitée :

- dans le local « chaufferie », par la présence de chaudières industrielles et leurs appareillages qui ont été montés sur place et qui en pratique, ne peuvent pas être mis à l'arrêt (chauffage et eau-chaude sanitaire du bâtiment), démontés ou déplacés. La surface qu'ils occupent est de ~55 m² - voir annexe 8;
- dans le petit local adjacent (est), occupé par des archives et des rebus de matériel informatique. Ce local est exigu et en demi-niveau (~1 m plus haut) par rapport au local « chaufferie » ;

- dans la zone contaminée, par des éléments de fondation ou de structure (murs porteurs, pilasses de fondations)

L'accessibilité⁶ et l'exiguïté des lieux imposent que les terres soient excavées manuellement ou mécaniquement à l'aide d'une mini pelle (largeur 0.7 m).

7.2.2.2 Eau souterraine

Etant donné les excavations sous le niveau de la nappe phréatique, un pompage devra être installé directement en fond de fouille.

On ne prévoit pas l'installation d'ouvrage spécifique destiné au rabattement étant donné :

- la seule possibilité de forage dans la zone manuelle et ne permettant pas d'installer de dispositif de rabattement ;
- la faible surface de la zone pouvant être excavée ;
- la faible conductivité hydraulique attendue ;
- les risques de provoquer des tassements différentiels sous le bâtiment.

Les eaux d'exhaure seront prises en charge dans une micro-station d'épuration (STEP) installée sur place le temps du chantier. Dans ce cas, des échantillons de contrôle (amont et aval de la STEP) devront être prélevés régulièrement. Les eaux de rejets présenteront des concentrations inférieures aux normes d'assainissement.

Si la quantité d'eau d'exhaure est faible (due à la faible conductivité hydraulique), elles pourront être stockées dans des réservoirs spécifiques, le temps d'être envoyées en centre de traitement au lieu d'être traitées dans une STEP locale.

L'effet bénéfique du pompage de rabattement et de l'excavation d'une partie du noyau de la pollution du sol devrait suffire à éliminer la contamination de l'eau souterraine. En effet, les excavations auront précisément lieu dans la zone susceptible d'être la plus contaminée (local citerne et chaufferie). Afin de vérifier, un échantillon d'eau souterraine sera prélevé dans le piézomètre contaminé une semaine après la fin de la phase d'excavation du sol pour vérifier son niveau de contamination

Si cette technique ne permet pas d'atteindre les objectifs d'assainissement, il sera alors possible de la coupler à de l'ANS (suivi par monitoring), puis ultérieurement à une stimulation par voie biologique par addition de O₂ et nutriment. Voire en dernier recours à un nouveau pompage dans la zone de contamination de l'eau souterraine.

Ces deux dernières techniques sont toutefois limitées par la faible conductivité hydraulique attendue. Quant au pompage des eaux souterraines, sa mise en œuvre reste délicate sous des bâtiments et des nappes peu profondes.

7.2.3 Mise en œuvre

7.2.3.1 Sol

Une étude complète de stabilité devra préalablement être menée.

Un revêtement induré (béton) ainsi que les socles d'ancrage des citernes sont présents dans la zone à assainir. Ce revêtement et ces structures doivent donc préalablement être enlevés et évacués. Ensuite, les terres sont excavées manuellement selon le contour repris à l'annexe 9.

La tranche impactée est identifiée entre 0,2 et 2.0 m-n.s. Cette technique prévoyant des mesures de stabilité décrites sommairement en annexe 5, l'excavation sera donc réalisée jusqu'à 2 mètres de profondeur sur une superficie de 40 m².

⁶ Hauteur limitée à 2.06 m pour l'accès au sous-sol et passages à largeur limitée pour accéder à la chaufferie (portes, couloirs < 1m)

Un volume de terre et débris de béton estimé à 80 m³ ou 144 T (en considérant une densité de sol de 1,8 kg/dm³) sera excavé.

Au total, un volume estimé de 72 m³ de terre contaminée sera enlevé, ou 130 T.

7.2.3.2 Eau souterraine

Une pompe sera installée directement dans le fond de la fouille.

Les eaux d'exhaure seront prises en charge dans une micro-station d'épuration installée sur place le temps du chantier. Dans ce cas, des échantillons de contrôle (amont et aval de station) devront être prélevés régulièrement. L'eau de rejet satisfaisant aux normes d'assainissement sera ensuite rejetée à l'égout.

Si la quantité d'eau d'exhaure est faible (faible conductivité hydraulique), elles pourront être stockées dans des réservoirs spécifiques, le temps d'être envoyées en centre de traitement.

7.2.4 Coûts

Les coûts liés à l'assainissement du site et au suivi de ces travaux d'assainissement pour la variante 2 sont estimés à 128 262€TVAC. Le détail de ces coûts est repris en annexe 3 du présent rapport.

7.2.5 Efficacité quant à l'obtention des objectifs

7.2.5.1 Sol

L'excavation devrait permettre l'enlèvement de minimum 32% de la contamination du sol.

Notons qu'en pratique, il est fort probable qu'un plus grand pourcentage soit assaini car :

- l'étendue de la pollution du sol est worst-case. Elle a été extrapolée et maximisée sur un nombre limité de forage vu la configuration des lieux ;
- les concentrations relevées dans le forage situé au cœur du noyau (FR101) et en périphérie de la plume (PF02), ne sont pas très élevées (1,7 x la NI) ;
- la zone susceptible d'être la plus polluée du panache (local « citerne » d'où vient le déversement depuis la surface) fera l'objet d'une excavation totale.

7.2.5.2 Eau souterraine

L'abattement de la nappe lors des travaux d'excavation devrait permettre d'enlever la totalité de la contamination de l'eau souterraine vu les faibles concentrations rencontrées (1,3 x la NI).

7.2.6 Délai d'exécution

Le délai d'exécution des travaux d'excavation devrait être de l'ordre de 1 mois.

7.2.7 Incidences sur l'environnement

7.2.7.1 Sol

Le charroi causé par l'évacuation et l'apport de terres ainsi que les vibrations induites par les engins motorisés pourraient engendrer des nuisances sonores envers l'environnement immédiat de la zone à assainir (marteau piqueur,...).

L'excavation des terres polluées pourra engendrer également des dégagements de poussières et d'odeurs.

Les excavations avec mesures de stabilité peuvent toujours comporter un risque pour la stabilité de l'immeuble ou causer des fissures à l'immeuble « Actiris » ou ses voisins.

Notons que les travaux se déroulent uniquement endéans les heures de travail normales, c'est-à-dire de 7h00 à 18h00.

7.2.7.2 Eau souterraine

Un rabattement de la nappe phréatique pourrait engendrer un tassement pouvant générer des fissures importantes dans les constructions voisines.

7.2.8 Avantages et inconvénients

Tableau 7-1 : Avantages et inconvénients de la variante 1 : excavation sans mesure de stabilité

Avantages	Inconvénients
Part plus importante de la pollution enlevée que la variante 1	Nuisances olfactives pour les travailleurs mais gérable par l'ajout d'un extracteur.
	Nuisances sonores. Les travaux se dérouleront toutefois exclusivement de jour et en semaine, entre 7h et 18h.
	Objectifs d'assainissement non respectés (évacuation partielle de la pollution) du sol.
	Risques de tassements pouvant engendrer des fissures aux bâtiments
	Coûts importants et variante compliquée à mettre en œuvre

7.3 Variante 3 : Désorption thermique avec ANS

7.3.1 Description

7.3.1.1 Sol

La désorption thermique jusqu'à 2.0 m-n-s est une technique susceptible de permettre l'élimination d'une partie de la pollution. En effet, certaines zones (emprise des chaudières, local adjacent avec impossibilité technique) ne pourront pas être assainies.

Cette technique consiste à chauffer les terrains contaminés au moyen de tubes métalliques fichés dans le sol selon un maillage préétabli en fonction de la masse de terres polluées à traiter.

Les éléments chauffants sont constitués de tubes coaxiaux parcourus par des gaz pouvant atteindre jusqu'à 700-750°C (en provenance d'un brûleur) permettant de volatiliser les polluants dont le point d'ébullition est inférieur à 550°C. Une fois volatilisés, les polluants se dirigent vers les éléments chauffants (via les pores du tube perforé externe entourant l'élément chauffant) grâce à la dépression due à l'effet venturi créé par la circulation d'air chaud.

Dans le cas présent, les tubes chauffants seront installés verticalement. Le réseau d'éléments chauffants sera installé selon un maillage préétabli.

Les polluants volatilisés sont ensuite acheminés en surface vers un brûleur. Dans le cas de polluants combustibles (hydrocarbures, HAP etc.), les gaz aspirés du sol vont contribuer positivement au bilan énergétique du brûleur et sont réutilisés comme combustibles. Le dispositif est un circuit ouvert physiquement et fermé énergétiquement, permettant de maintenir en tout temps une combustion complète tout en garantissant un bilan énergétique optimal. Le brûleur fonctionne soit au propane, soit au gaz naturel.

L'évolution de la température est constamment surveillée à l'aide de thermocouples placés dans le sol à différentes profondeurs.

L'étude de l'évolution de la température permet déterminer l'état d'avancement du traitement.

La durée de chauffe varie en fonction de la distance entre les éléments chauffants.

Afin de traiter l'ensemble de la zone contaminée (sur base de la superficie à traiter), 23 cannes seraient installées. Le design de l'installation pourrait être quelque peu modifié en fonction du prestataire de service choisi par le maître d'ouvrage. Le rayon d'influence des cannes étant d'approximativement de 0,75 m, les cannes seront espacées de 1,5 m.

La profondeur de chaque canne devra atteindre la base de la pollution. Une profondeur de 2 m est à priori prévue.

Le placement des tubes sera réalisé à l'aide de forages manuels.

La durée de traitement est estimée à approximativement 10 semaines.

La combustion complète est suivie grâce à la mesure en continu du taux de CO indiquant que l'oxydation a été complète ou non (la présence de CO étant le signe d'une combustion incomplète).

La désorption thermique est une technique adaptée au traitement du mazout de chauffage. En effet, celui-ci a une température d'ébullition de 343 °C (inférieure à 550 °C) et peut donc être traité cette technique.

Sur base d'un examen visuel, il semble que le sol rencontré ne contienne pas de matière organique naturelle, telle que de la tourbe, susceptible d'être brûlée et consommée par la technique. Tout risque de tassement du sol semble dès lors écarté.

Notons également que la présence de remblais de construction ne constitue pas un obstacle à la mise en œuvre de la technique. En effet, le chauffage du sol par conduction n'est pas dépendant des chemins préférentiels ni de l'hétérogénéité du sol en place.

La chaleur dégagée par cette technique engendre une élévation de la température du sol pouvant atteindre de 150 à 500 °C permettant de volatiliser les polluants dans un rayon de l'ordre de 0,75 m autour du tube de chauffe en profitant de la conductivité thermique du sol. L'influence de la chaleur rayonnante des terrains surchauffés pourrait conduire à une déformation des conduites d'eau qui longent la zone à traiter le long du mur porteur. Comme celle-ci semble en PVC, elle devra être protégée au moyen d'un matériau isolant.

7.3.1.2 Eau souterraine

L'eau souterraine contaminée et située au droit de la zone de pollution traitée par désorption thermique sera assainie via ce procédé.

Pour l'eau souterraine contaminée et située en dehors du panache de pollution du sol, on prévoit de réaliser une ANS (voir variante 1).

7.3.2 Limites

7.3.2.1 Sol

La surface susceptible d'être traitée par désorption thermique et où des cannes pourront être installées est limitée :

- dans le local « chaufferie », par la présence de chaudières industrielles et leurs appareillages qui ont été montés sur place et qui en pratique, ne peuvent pas être mis à l'arrêt (chauffage et eau-chaude sanitaire du bâtiment), démontés ou déplacés. La surface qu'ils occupent est de ~55 m² -voir annexe 8 ;
- dans le petit local adjacent (est), occupé par des archives et des rebus de matériel informatique. Ce local est exigu et en demi-niveau (~1 m plus haut) par rapport au local « chaufferie » ;

L'accessibilité et l'exiguïté des lieux imposent que les forages destinés à accueillir les cannes soient forés via des techniques manuelles.

La présence d'eau à faible profondeur (0.8 m-ns) limite l'efficacité de la méthode et augmentent son coût. En effet,

- soit la nappe phréatique doit être maintenue sous le niveau de sol traité par désorption thermique par rabattement et/ou confinement. Or la mise en place d'un ouvrage de rabattement de la nappe phréatique est difficile dans le cas présent (voir variante 2) ;
- soit la quantité d'énergie nécessaire au réchauffement du sol doit être augmentée du fait des pertes provoquées par la volatilisation de l'eau du sol dans la zone saturée.

En revanche, la désorption thermique permettra d'assainir une partie de la pollution de l'eau souterraine.

7.3.2.2 Eau souterraine

Les effets de l'eau souterraine sur la désorption thermique sont présentés juste avant.

L'efficacité de l'ANS sera d'autant plus efficace que le noyau de pollution du sol aura pu être enlevé via désorption thermique. Or, la désorption thermique aura précisément lieu dans la zone susceptible d'être la plus contaminée (local citerne et chaufferie). En effet, vu la nature limoneuse du terrain et le type de produit (mazout), ce dernier aura plus tendance à s'adsorber sur les particules de sol plutôt que de migrer via les eaux souterraines.

Bien que les niveaux de contamination en place ne soient pas très élevés, il est toujours possible si cette technique ne permet pas d'atteindre les objectifs d'assainissement de la coupler ultérieurement à une stimulation par voie biologique par addition de O₂ et nutriment, voire de procéder à un pompage des eaux.

Ces deux dernières techniques sont toutefois limitées par la faible conductivité hydraulique attendue.

Quant au pompage des eaux souterraines, sa mise en œuvre reste délicate sous des bâtiments et des nappes peu profondes.

7.3.3 Coûts

Les coûts liés à l'assainissement du site et au suivi de ces travaux d'assainissement pour la variante 3 sont estimés à 226 355€TVAC. Le détail de ces coûts est repris en annexe 3 du présent rapport.

7.3.4 Efficacité quant à l'obtention des objectifs

7.3.4.1 Sol

Le choix judicieux des points d'implantation des tubes chauffants et de la durée de traitement doivent permettre a priori d'atteindre un objectif d'assainissement similaire à la variante 2 (concentrations inférieures aux normes d'assainissement sur une partie de la surface de la zone contaminée).

Les cannes devront être placées dans le sol par des techniques de forage manuelles jusqu'à 2 m afin de traiter l'ensemble de la masse de sol contaminée.

La désorption devrait permettre l'enlèvement de minimum 32% de la contamination du sol.

Notons qu'en pratique, il est fort probable qu'un plus grand pourcentage soit assaini car :

- l'étendue de la pollution du sol est worst-case. Elle a été extrapolée et maximisée sur un nombre limité de forage vu la configuration des lieux ;
- les concentrations relevées dans le forage situé au cœur du noyau (FR101) et en périphérie de la plume (PF02), ne sont pas très élevés (1,7 x la NI) ;
- la zone susceptible d'être la plus polluée du panache (local « citerne » d'où vient le déversement depuis la surface) fera l'objet d'une excavation totale.

7.3.4.2 Eau souterraine

Aidé par l'effet bénéfique du traitement par désorption d'une partie du noyau de la pollution du sol, l'ANS devrait permettre d'enlever la totalité de la contamination de l'eau souterraine au bout de 3 ans vu les faibles concentrations rencontrées (1,3 x la NI).

7.3.5 Délai d'exécution

La durée du chantier est estimée à environ 6 semaines de traitement, auxquelles il convient de rajouter 2 semaines de mobilisation et d'installation du matériel et 2 semaines pour la réception des résultats et la démobilisation, soit au total environ 10 semaines.

7.3.6 Incidences sur l'environnement

7.3.6.1 Sol

Les incidences sur l'environnement extérieur (nuisances sonores et odeurs) sont négligeables étant donné que le polluant est « aspiré » hors du sol.

Bien que l'unité de combustion des gaz soit construite de manière à respecter les normes en vigueur, et ce tant en matière de nuisances sonores que de qualité des rejets atmosphériques, les observations suivantes méritent une attention particulière :

- les gaz de combustion sont évacués par une cheminée qui devra se situer impérativement à plus de 3 m de tout bâtiment (fenêtres et portes comprises).
- Les rejets gazeux dans l'atmosphère nécessiteront un suivi régulier. Ils seront regroupés en un rejet centralisé à une hauteur de minimum 3 m.

Les rejets gazeux respecteront les normes d'émission définies par l'IBGE le 22/01/20115 reprises au tableau 7-2 ci-dessous.

Tableau 7-2 : Norme d'émission des rejets gazeux

Composé	Norme d'émission (mg/Nm ³)
NO _x	200
CO	0
CO ₂	9.100
O ₂	/
HCT	/
Huiles minérale	50

Notons toutefois que le bilan carbone qu'induit la mise en place de la technique est minime (pas de charroi, unité de combustion au gaz...).

7.3.6.2 Eau souterraine

Le monitoring de l'eau souterraine ne cause aucune incidence sur l'environnement.

7.3.7 Avantages et inconvénients

Tableau 7-3 : Avantages et inconvénients de la variante 2 : désorption thermique

Avantages	Inconvénients
Part plus importante de la pollution enlevée que la variante 1	Coût relativement élevé
Peu de nuisance (sonores, olfactives, environnementales)	Rejets atmosphériques
	Délais de traitement plus important (sol et eau souterraine)
	Coûts supplémentaire lié à la protection de la conduite d'eau si celle-ci est en PVC
	Surcoût dû à la présence d'eau à 0.8 m-n

7.4 Sélection d'une variante favorite

La sélection de la variante favorite est réalisée sur base d'une analyse BATNEEC (cf. chapitre 7.5 et annexe 4).

7.5 Analyse BATNEEC

Si, conformément à l'article 67 de l'ordonnance du 5 mars 2009 relative à la gestion et à l'assainissement des sols pollués, il s'avère localement impossible d'atteindre les normes d'assainissement en utilisant les meilleurs techniques disponibles, une analyse BATNEEC pour le choix de la variante optimale doit être réalisée.

L'analyse BATNEEC interprète le rendement environnemental de chaque variante d'assainissement sur base :

- des coûts d'assainissement en fonction de l'élimination de la contamination dans le sol ;
- les coûts pour l'assainissement de l'eau souterraine, suite à l'assainissement du sol selon les variantes.

L'analyse BATNEEC est présentée en annexe 4.

Les critères retenus dans l'analyse BATNEEC sont :

1. *charge éliminée* :

La charge éliminée est le degré d'élimination des contaminations présentes dans le sol. Le calcul de la charge éliminée se fait de la manière suivante :

Σ [Poids estimé du volume de n sol * concentration de sol moyenne en contaminant représentatif]

avec n : le nombre de volumes de sol qui ont été déterminés au sein des contaminations

Les charges qui seront éliminées pour les 3 variantes sont estimées à :

➤ variante 1 : ~24.2 kg de HM comme suit :

- sol (37 m²), soit 24 kg de HM comme suit :

- 12.7 m² >NI, soit 6.86 T à 1,7 kg/T de HM = 12 kg de HM ;
- 24.3 m² >NA, soit 13.12 T à 0.93 kg/T de HM = 12 kg de HM ;

- eau souterraine : 0.158 kg de HM.

➤ variante 2 : ~155.2 kg de HM comme suit :

- sol (40 m²), soit 155 kg de HM comme suit :

- 14 m² >NI, soit 45.5 T à 1,7 kg/T de HM = 77 kg de HM ;
- 26 m² >NA, soit 84.5 T à 0.93 kg/T de HM = 78 kg de HM ;

- eau souterraine : 0.158 kg de HM.

➤ variante 3 : ~155.2 kg de HM comme suit :

- sol (40 m²), soit 155 kg de HM comme suit :

- 14 m² >NI, soit 45.5 T à 1,7 kg/T de HM = 77 kg de HM ;
- 26 m² >NA, soit 84.5 T à 0.93 kg/T de HM = 78 kg de HM ;

- eau souterraine : 0.158 kg de HM.

2. *coûts d'assainissement* :

Les estimations des coûts d'assainissement pour les 3 variantes sont reprises en annexe 3.

3. *autres critères considérés* :

D'autres critères sont repris dans l'évaluation BATNEEC et sont argumentés au droit de l'annexe 4 :

- a. la consommation énergétique et émission de gaz à effet de serre ;
- b. la gêne occasionnée par les travaux d'assainissement ;
- c. les incertitudes ;
- d. les aspects connexes.

Sur base de cette analyse, la variante retenue est la **variante 1** : excavation partielle de la contamination jusqu'à 0.5 m-n-s, sans mesure de stabilité et suivi de l'atténuation naturelle dans l'eau souterraine.

Une évaluation des risques disponible en annexe 12 a montré que les pollutions en place sur la parcelle ne génèrent pas de risque pour la santé humaine, les eaux souterraines et les écosystèmes lors de l'application de la variante 1.

7.6 Définition, nécessité et contenu d'une étude pilote

La technique d'assainissement choisie a déjà suffisamment été éprouvée par le passé. La réalisation d'une étude pilote n'est donc pas jugée pertinente.

7.7 Nécessité d'une variante de secours

La technique d'assainissement choisie étant suffisamment éprouvée, une variante de secours n'est pas nécessaire.

7.8 Présentation d'autres recherches

Sans objet.

Section III : Description détaillée des travaux d'assainissement et des mesures de sécurité et de suivi

8 DESCRIPTION DÉTAILLÉE DE LA VARIANTE FAVORITE

8.1 Description des travaux via excavation de terres

La réalisation des travaux d'excavation se conformera au code de bonnes pratiques « 9. Excavation ». Ils seront réalisés par un entrepreneur agréé en assainissement des sols (EAS).

L'annexe 9 reprend le plan de la variante prévisionnelle des travaux d'assainissement par excavation jusqu'à 0.5 m-n.s.

La tranche impactée est identifiée entre 0,2 à 2,0 mètres de profondeur. Seuls les 50 premiers centimètres seront excavés pour des raisons de stabilité.

Aucune mesure de stabilité n'est prévue. Néanmoins, il sera demandé une validation de la profondeur d'excavation au début du chantier par une société spécialisée en stabilité, lorsque les dispositifs d'excavation permettront de réaliser quelques sondages afin de mieux connaître les types de fondations en présence.

Une attention particulière devra être portée à la conduite d'eau qui s'évacue vers l'extérieur et à ses ramifications. Cette conduite devra être déviée ou soutenue pendant les travaux d'excavation. Dans le cas où d'autres impétrants étaient rencontrés lors des travaux, ceux-ci seront traités de la même manière.

Les déblais constitués par le démantèlement de la dalle de béton et des infrastructures de surface (socles en briques des anciennes citernes) seront évacués distinctement des terres polluées. La dalle sera tronçonnée en bordure de fouille pour assurer une découpe propre et faciliter les travaux de réfection ultérieurs de la zone.

Les terres polluées sont excavées manuellement, avec une mini-pelle ou un aspirateur excavateur. Ensuite, elles seront chargées directement dans un container en rue puis évacuées par un transporteur agréé pour le transport de déchets dangereux. Celles-ci seront acheminées dans un centre de traitement/revalorisation agréé où elles subiront un traitement de type biologique. Les camions semi-remorques seront bâchés avant départ afin d'éviter les émanations de poussières en cours d'acheminement. La zone de chargement étant prévue directement sur la voirie au niveau de la rue Paul Devaux (surface indurée), le nettoyage des roues avant départ ne sera pas obligatoire.

Notons que l'utilisation de l'outil de détermination du caractère dangereux d'une terre excavée disponible sur le portail de l'IBGE a montré que les terres étaient non dangereuses (voir annexe 16).

Les parois et le fond de fouille de l'excavation seront contrôlés analytiquement par l'expert chargé du suivi environnemental pour les paramètres HM (C₁₀-C₄₀). Le nombre d'échantillon par paroi (4 parois au total) et en fond de fouille analysé se conformera au code de bonnes pratiques « 9. Excavation ».

Etant donné la taille de la fouille, on prévoit de prélever 10 échantillons comme suit :

- 2 échantillons en fond de fouille (37 m²)
- 3 échantillons par paroi (x2) de 11 m sur 0.5 m d'épaisseur ;
- 1 échantillon par paroi (x2) de 5 m sur 0.5 m d'épaisseur ;

L'excavation sera poursuivie jusqu'à :

- atteindre les normes d'assainissement ;
- 0.5 m-n.s pour des raisons de stabilité ;
- jusqu'aux limites préconisées par le bureau d'étude en stabilité.

L'excavation sera remblayée avec des terres propres importées ou provenant du site pour autant que :

- les teneurs pour l'ensemble des éléments repris dans le PSA soient inférieures aux normes d'assainissement.
- la teneur en matériaux étrangers aux terres excavées, autres que les pierres ou les matériaux pierreux qui ne sont pas des déchets de construction, n'excède pas un pour cent en masse et en volume. ;

Ces terres de remblais seront contrôlées analytiquement par l'expert chargé du suivi environnemental via l'analyse d'un échantillon de sol pour le « Paquet d'Analyses Standard » comprenant les HAP, les métaux lourds, les HMC10-C40 et les VOCl.

Les remblais seront compactés jusqu'à obtention d'une portance suffisante (minimum 11 MPa pour le sable de remblais).

Après travaux et vérification de la compacité des remblais, la zone remblayée sera recouverte d'une membrane étanche puis d'une dalle de béton de 20 cm d'épaisseur.

Au terme des travaux, un rapport d'état des lieux final sera rédigé.

Une évaluation des risques disponible en annexe 12 a montré que les pollutions en place sur la parcelle ne génèrent pas de risque pour la santé humaine, les eaux souterraines et les écosystèmes lors de l'application de la variante 1.

8.2 Analyse financière

Le détail de l'estimation des coûts d'assainissement est présenté à l'Annexe 3.

Le coût total des travaux d'assainissement estimé de manière sécuritaire s'élève à 35 894 €TVAC.

9 MESURES DE SÉCURITÉS AVANT OU PENDANT LES TRAVAUX

9.1 Environnement et santé humaine

Afin de limiter au maximum l'exposition des personnes présentes sur le chantier au polluant identifié contenu dans le sol, le temps d'activité dans la fouille (contrôle de la contamination résiduelle, prise d'échantillons) sera limité autant que possible.

L'accès au chantier sera interdit aux personnes non autorisées. L'accès à la fouille en dehors des heures d'activité du chantier sera interdit. Cette interdiction sera clairement précisée au moyen de panneaux de chantier adéquats.

Dans le cas où des terres contaminées excavées devraient être provisoirement stockées sur le site, elles seront isolées et confinées (containers, bâches...) afin d'éviter leur lessivage par d'éventuelles précipitations ou l'envolement de poussières.

Concernant le bruit, les heures de travail seront limitées entre 7h00 du matin et 18h00. Le dégagement de poussières et d'odeurs sera limité par humectage avec de l'eau ou par la couverture des éventuels stocks de terres contaminées sur le site et le bâchage des camions d'évacuation des terres.

9.2 Sécurité durant les travaux

Durant les travaux, les dispositions du RGPT seront d'application. De manière non exhaustive, les mesures de sécurité spécifiques à l'exécution de ce chantier seront les suivantes :

- réserver l'accès au chantier aux personnes dûment autorisées ;
- interdire l'accès aux fouilles en dehors des heures d'activités du chantier ;
- baliser les zones de manutention où peuvent être présents des ouvriers, conducteurs, contrôleurs ;
- mettre en place des barrières tout autour des excavations ;
- respecter l'emploi des équipements de protection individuel (chaussures de sécurité, casque,...) ;
- contrôler l'atmosphère de travail vis-à-vis des risques d'explosion (contrôle LEL) et d'exposition aux volatils (contrôle PID).

Chaque entreprise présente sur le site devra avoir son plan santé sécurité établi en bonne et due forme.

10 MESURES DE SUIVI APRÈS LES TRAVAUX

Un monitoring de l'eau souterraine sera réalisé après les travaux d'excavation dans le cadre de l'atténuation naturelle surveillée (ANS). Il consistera à réaliser 2 campagnes de mesures par année pour tenir compte du battement de la nappe (fin d'été et fin d'hiver) pendant 3 années. De cette façon, l'évolution des teneurs et de la charge polluante pourra être considérée comme statistiquement significative.

Le monitoring portera sur le piézomètre du noyau (PF01), et un piézomètre en aval (PF103).

Les analyses porteront sur les huiles minérales C10-C40.

Un rapport intermédiaire de monitoring sera transmis chaque année à l'IBGE.

11 CALENDRIER RÉCAPITULATIF DES TRAVAUX

La durée des travaux d'excavation est estimée à 7 jours répartis comme suit :

12 septembre 2016	Jour 1	préparation du chantier et des accès ; état de lieux initial ; sécurisation des zones de travaux ;
12 au 15 septembre 2016	Jours 2 à 4	démontage des installations de surface (dalle et socle) et évacuation vers un centre de valorisation ; excavation des terres polluées et évacuation vers centre de traitement ; état des lieux de la fouille par un bureau en stabilité ; état des lieux de la fouille par l'expert agréé.
16 au 20 septembre 2016	Jours 5 à 7	remblayage, reconstitution des terrains, compactage et mise en place de la couche de terres arables ; mise en place d'un film étanche et d'une dalle de béton de 20 cm ; nettoyage du site et état des lieux final.

La durée totale du monitoring (ANS) est de 3 ans et peut être réalisé a priori comme suit :

- Octobre 2016 ;
- Avril 2017 ;
- Octobre 2017 ;
- Avril 2018 ;
- Octobre 2018 ;
- Avril 2019.

12 EVALUATION DES INCIDENCES SUR L'ENVIRONNEMENT

12.1 Description du voisinage

La parcelle 2624_K est entourée de voiries au nord au sud et à l'est. Deux parcelles 2620P et 2620P0 entièrement bâties d'immeubles à caractère commercial (restaurants) et résidentiels sont situées à l'ouest.

La cave où auront lieu les excavations est occupée par la chaufferie et se trouve à proximité de locaux techniques (couloir, archives), qui sont très peu occupés.

La majeure partie du niveau de cave est occupée par des parkings qui ne sont pas en connexion directe avec la chaufferie où auront lieu les excavations.

12.2 Incidences du PA et mesures visant à les réduire

Le tableau 12-1 ci-dessous reprend l'ensemble des incidences du projet d'assainissement sur l'environnement et les mesures visant à les réduire.

Tableau 12-1 : Incidences du projet sur l'environnement

Impact	Oui / non	Description	Mesure
Etre humain - sécurité aux abords de la zone d'assainissement	Oui	Exposition aux particules de sol contaminées (inhalation, ingestion, contact cutané) ; Accidents machines de chantier.	Accès interdits aux personnes non autorisées (voir point 9.2)
Dégagement de poussières et d'odeurs	Oui	Faible dégagement de poussières et d'odeurs possibles lors de l'excavation des terres polluées au mazout.	Dégagement de poussières et d'odeurs limité par humectage avec de l'eau ou par couverture des éventuels stocks de terres contaminées sur le site et le bâchage des camions d'évacuation des terres.
Bruits et vibrations	Oui	Bruits liés à l'utilisation des machines sur chantier.	Les travaux d'assainissement du site se déroulent exclusivement de jour en semaine, entre approximativement 7h et 18h, c'est-à-dire durant les heures de travail des résidents.
Impact sur l'eau	Non	Absence d'eau souterraine dans la tranche de sol excavée. Absence de rejets liquide liés aux travaux.	/
Déchets et déchets dangereux produits	Oui	Terres polluées excavées considérées comme des déchets dangereux.	Les terres polluées excavées (environ 20 T) sont directement évacuées par un transporteur agréé pour le transport de déchets dangereux vers un centre de traitement agréé. Dans le cas où des terres contaminées excavées doivent être provisoirement stockées sur le site, elles sont isolées et confinées (containers, bâches...).
Impact sur le sol et le sous-sol	Oui	Remblayage de la fouille avec des terres propres importées.	Afin d'éviter tout problème de portance lors du remblayage de la fouille, les remblais seront compactés jusqu'à obtention d'une portance suffisante (minimum 11 MPa pour le sable de remblais). Après travaux et vérification du compactage des remblais, la zone remblayée sera recouverte d'une dalle de béton de 20 cm d'épaisseur.
Impact sur le voisinage	Oui	Voir points précédents ;	/

Impact sur la voirie et la mobilité	Oui	La zone de chargement se fera directement depuis la voirie, à savoir la rue Paul Devaux qui est en sens unique mais qui dispose d'une bande de parking (côté opposé à Actiris). La rue devra donc être partiellement et momentanément bloquée ; une signalisation adaptée devra être mise en place. Le nettoyage des roues avant départ ne sera dès lors pas obligatoire ; Vu le volume de terres à excaver, entre 1 et 2 trajets de camions, maximum seront nécessaires pour le transport et l'évacuation des terres. L'impact du charroi sur la mobilité locale sera dès lors assez faible ;	Une signalisation adaptée devra être mise en place.
Impact énergétique	Non	/	/
Impact sur l'air et le climat	Non	/	/
Impact sur l'urbanisme et le patrimoine immobilier	Non	/	/
Impact sur les domaines sociaux et économiques	Non	/	/
Interactions entre ces facteurs	Non	/	/

13 MESURES VISANT À RÉDUIRE LES INCIDENCES ENVIRONNEMENTALES

Les mesures visant à réduire les incidences environnementales ont été décrites au chapitre précédent.

14 DESCRIPTION DÉTAILLÉE DES MODALITÉS DE SUIVI DU CHANTIER

L'expert chargé du suivi environnemental sera présent durant toute la durée du chantier d'excavation des terres polluées.

Une notification sera faite au titulaire des obligations et à l'entrepreneur en assainissement du sol, demandant notamment de signaler à l'expert chargé du suivi environnemental dans les plus brefs délais tout incident ou observation anormale ayant trait aux mesures d'assainissement.

Les échantillons de sol en parois et fond de fouille seront prélevés par l'expert chargé du suivi environnemental et envoyés au laboratoire pour analyses.

Un rapport d'évaluation finale sera rédigé par l'expert.

Le monitoring de l'eau souterraine (ANS) sera également réalisé par un expert en pollution du sol.

15 RÉSUMÉ NON TECHNIQUE

Le résumé non technique est disponible en Annexe 14.

16 FORMULAIRE ÉLECTRONIQUE

Le formulaire électronique est directement encodé dans Brusoil.

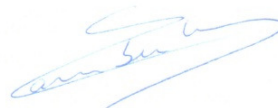
Bruxelles, le 14 octobre 2016



Dominique Lambert
Bio-ingénieur
Chargé de projets



Julien Hanus
Géographe
Responsable de projets



Mathieu Lambert
Géologue
Directeur et associé