

Projet d'assainissement – Décret Sols 2018

**Rue du Chalet 63A
4920 Aywaille**

N° de dossier : 2623

Terrain étudié

Nom	Site Paquay
Adresse	Rue du Chalet, 63A à 4920 Aywaille
Parcelle cadastrale	AYWAILLE 1er DIV/AYWAILLE/D48v
Coordonnées Lambert	X = 243 029 m Y = 129 532 m

Titulaire de l'obligation

Société	PAQUAY-LESPAGNARD SRL
Personne de contact	Madame Audrey PREVOT
Adresse	Rue Martinpa 17 4557 Tinlot
Téléphone	+32 4 384 45 24
Mail	audrey.prevot@prevot-group.be
Numéro de TVA	BE 0434.788.642

Numéro du rapport E25188/EM/GL

Expert agréé en gestion des sols

Personne habilitée	R. Delattre
Signature personne habilitée	Raphaël Delattre (Signature) Signature numérique de Raphaël Delattre (Signature) Date : 2026.05.18 12:08:04 +02'00'
Gestionnaire de projets	E. Minocci
Numéro d'agrément	51dgs2012-A7-R
Date	12/05/2026



Aquaconseil srl
Avenue Franklin Roosevelt 22/A
B-4600 Visé
Tél. : 04/379 87 71
Fax : 04/374 22 41
www.aquaconseil.com
info@aquaconseil.com

Table des matières

Résumé	4
1 Introduction	7
2 Phase 1 : Étude préparatoire	8
2.1 Actualisation des données administratives	8
2.2 Résumé des études antérieures.....	10
2.3 Identification des conditions et contraintes spécifiques.....	13
3 Phase 2 : Élaboration et sélection de la variante d'assainissement retenue	15
3.1 L'option simplifiée « excavation totale ».....	15
3.2 Techniques applicables, variantes d'assainissement et analyse comparative	15
4 Phase 3 : Description détaillée de la variante retenue	28
4.1 Présentation de la variante retenue.....	28
4.2 Résultats attendus.....	29
4.3 Mesures de réparation complémentaires et compensatoires.....	30
4.4 Mesures de suivi	30
4.5 Délai de réalisation et planning	31
4.6 Incidences des travaux sur l'environnement	31
4.7 Estimation des coûts d'assainissement	31
5 Conclusions et recommandations.....	33
Annexes	36

Liste des tableaux et figures

Tableau 1 : Pollutions identifiées dans le sol et dans l'eau souterraine	4
Tableau 2 : Concentrations représentatives	4
Tableau 3 : Contexte administratif	8
Tableau 4: Types d'usages retenus	10
Tableau 5 : Pollutions identifiées dans le sol et dans l'eau souterraine	12
Tableau 6: Concentrations représentatives	12
Tableau 7: Conclusions opérationnelles et additionnelles.....	13
Tableau 8: Option simplifiée "excavation - totale"	15
Tableau 9 : Liste des techniques applicables	16
Tableau 10 : Estimation des coûts d'assainissement	21
Tableau 11 : Estimation des coûts liés au maintien de pollutions résiduelles	22
Tableau 12 : Élimination de la charge polluante	22
Tableau 13 : Synthèse des scores attribués au pilier environnemental.....	23
Tableau 14 : Synthèse des scores attribués au pilier social	24
Tableau 15 : Concentrations attendues – Tache TS2 et TE2	30
Tableau 16 : Délai de réalisation des travaux d'assainissement	31
Tableau 17 : Coûts de la variante d'assainissement choisie	31
Tableau 18 : Résultats attendus.....	34
Tableau 19: Conclusions opérationnelles et additionnelles	34
Figure 1 : Bilans générés par l'outil GAMMA	26

Résumé

La parcelle concernée par le présent projet d'assainissement est cadastrée comme suit : AYWAILLE 1er DIV/AYWAILLE/D48v. Le terrain est localisé Rue du Chalet, 63A à 4920 Aywaille et présente une superficie de 1260 m².

Le mandataire de l'étude est la société PAQUAY-LESPAGNARD SRL en sa qualité de propriétaire du terrain. Le fait générateur de l'étude est une cessation de l'installation ou activité à risque (Art. 24 du Décret Sols).

Les Tableau 1 et Tableau 2 présentent les caractéristiques des contaminations mises en évidence à l'issue de l'étude combinée pour un usage de Type IV - Récréatif et commercial (usages de fait actuel et de fait futur sur la parcelle étudiée) et de Type III - Résidentiel (usages de fait actuel et de fait futur des parcelles voisines).

Tableau 1 : Pollutions identifiées dans le sol et dans l'eau souterraine

Dénomination des pollutions	Localisation	Matrice	Normes considérées		Polluants	Profondeur moyenne et volumétrie*	Historique (H) / Nouvelle (N)
TS1	D48v	SOL	VS (type IV)		Fraction EC > 21-35 (HP)	0,15 à 0,79 m-ns 10 m ³	Historique
TS2	D48v, D47l, D47m, D47g et D46w	SOL	D48v	VS (type IV)	Xylènes Fraction EC > 8-10 (HP) Fraction EC > 10-12 (HP)	0,25 à 2,46 m-ns 502 m ³	Historique
			D47l, D47m, D47g et D46w	VS (type III)	Fraction EC > 12-16 (HP) Fraction EC > 16-21 (HP) Fraction EC > 21-35 (HP) Naphtalène		
TE1	D48v	ESO	VS		Fraction EC > 12-16 (HP) Fraction EC > 16-21 (HP) Fraction EC > 21-35 (HP)	1,11 à 2,46 m-ns 20,6 m ³ *	Historique
TE2	D48v, D47l, D47m, D47g et D46w	ESO	VS		Fraction EC > 10-12 (HP) Fraction EC > 12-16 (HP) Fraction EC > 16-21 (HP) Fraction EC > 21-35 (HP)	1,11 à 2,46 m-ns 441 m ³ *	Historique
<u>Légende</u> HP : Hydrocarbures pétroliers TS x : tache de pollution sol TE x : tache de pollution eau * volume estimé sur base d'une porosité efficace de 25%							

Tableau 2 : Concentrations représentatives

Zone de pollution	Polluants	Concentrations représentatives en mg/kg Ms	Concentrations représentatives dans l'eau souterraine en µg/l	Indicateur statistique
Tache TS1	Fraction EC > 21-35	3100	/	Cmax
Tache TS2	Xylènes	3,1	/	Cmax
	Fraction EC > 8-10	78	/	
	Fraction EC > 10-12	1400	/	
	Fraction EC > 12-16	6900	/	
	Fraction EC > 16-21	7300	/	
	Fraction EC > 21-35	2800	/	
	Naphtalène	3,5	/	

Tache TE1	Fraction EC > 12-16	/	684	Cmax
	Fraction EC > 16-21	/	848	
	Fraction EC > 21-35	/	1460	
Tache TE2	Fraction EC > 10-12	/	2800	Cmax
	Fraction EC > 12-16	/	12400	
	Fraction EC > 16-21	/	11900	
	Fraction EC > 21-35	/	3670	

Les Annexes D1 et D2 reprennent la situation détaillée du terrain pour les matrices sol et eau souterraine.

Au vu des conclusions de l'étude de risques, seules les zones « **TS2 : Tache de pollution dans le sol** » et « **TE2 : Tache de pollution dans l'eau souterraine** » doivent faire l'objet d'un assainissement pour un usage de Type III - Résidentiel et Type IV – Commercial et/ou Récréatif (présence d'une menace grave liée à la présence d'hydrocarbures pétroliers (fractions EC > 8-12 pour le type III et fraction aliphatique EC >12-12 pour le type IV) au sein des remblais). Cette pollution étant qualifiée d'historique, les objectifs du projet d'assainissement visent au minimum la suppression de la menace grave tout en mettant en œuvre les meilleures techniques disponibles et en considérant les caractéristiques du terrain.

Trois variantes d'assainissement ont été dimensionnées et comparées dans le présent projet d'assainissement :

- **Variante 1** : Excavation et évacuation totale des terres contaminées, pompage et traitement de l'eau souterraine ;
- **Variante 2** : Excavation et évacuation partielle (noyau) des terres contaminées et bioaugmentation ;
- **Variante 3** : Excavation et évacuation partielle (noyau) des terres contaminées, pompage, traitement et monitoring de l'eau souterraine.

La variante retenue est la variante 3 :

- D'un point de vue économique, la variante 3 présente des coûts modérés pour un moindre impact environnemental. L'estimation de l'outil Gamma est basée sur le fait que l'ensemble de la pollution non excavée reste en place, mais le but à terme est qu'elle soit également éliminée par atténuation naturelle ;
- La diminution naturelle des concentrations a déjà été démontrée par les résultats de l'étude combinée. L'élimination du noyau et le pompage de l'eau souterraine amélioreront encore l'atténuation déjà en cours ;
- Les pollutions se trouvant sur des parcelles occupées par des habitations avec jardins, cette variante permet d'éviter les interventions lourdes dans les jardins voisins ;

Cette variante consistera en :

- L'enlèvement et l'évacuation de dalle béton (la terre devra être mise à nu sur 80 m²) ;
- L'excavation du noyau de la tache TS2 jusqu'à 3 m au droit de la citerne (31,5 m²) et jusqu'à 1,5m sur le reste de la surface ;
- L'excavation de l'ancienne citerne de 40 000 L ;
- Le prélèvement d'échantillons de contrôle au niveau des parois de la fosse afin d'actualiser les résultats de la tache de pollution TS2 ;
- Installation d'un puits de pompage au droit de la fosse ;
- Le remblaiement du terrain par des matériaux conformes à son usage futur (gypse, graviers de construction et stabilisé) ;
- L'eau sera pompée dans le puits, traitée dans un séparateur et rejetée dans le Ruisseau de Fond de Harzé qui longe le terrain à l'est jusqu'à atteindre des concentrations inférieures à 80 % des VS ;
- Les concentrations seront contrôlées par des prélèvements à l'entrée et à la sortie des séparateurs tous les mois ;
- Un monitoring de l'eau souterraine sera réalisé tous les trois mois dans les 5 piézomètres toujours en place (F301, F302, F401, F402 et F505) ;
- Le monitoring sera maintenu pendant minimum un an et arrêté lorsque l'absence de pollution aura été mise en évidence pendant 3 campagnes consécutives ;

- Lorsque les concentrations de l'eau souterraine seront descendues sous 80% des VS, deux forages seront réalisés dans la tache de pollution résiduelle du sol pour contrôler sa dégradation.

Dans un premier temps, la variante retenue permettra de supprimer la source des pollutions (noyau et citerne) à assainir. Un pompage de l'eau souterraine au droit du noyau et un monitoring de contrôle seront ensuite réalisés. L'assainissement sera maintenu jusqu'à l'élimination du critère additionnel de menace grave lié aux pollutions qui sortent du terrain. Les objectifs d'assainissement seront donc atteints.

Des mesures seront effectuées afin de valider l'atteinte des objectifs d'assainissement (contrôle des parois de l'excavation de la tache TS2, prise d'échantillons d'eau souterraine, contrôle de la qualité et de l'épaisseur des terres saines remblayées, ...).

Des échantillons d'eau seront prélevés dans les piézomètres afin de vérifier le bon fonctionnement du traitement.

Les incidences environnementales possibles pour cette variante sont les nuisances sonores, vibrations, dégagements de poussières et nuisances environnementales liées à l'évacuation et l'apport de terres et matériaux.

Au terme de l'assainissement, aucune mesure de sécurité ne devra être imposée.

1 Introduction

Le présent document constitue le projet d'assainissement pour le terrain « Site Paquay » situé Rue du Chalet, 63A à 4920 Aywaille (constitué de la parcelle cadastrale AYWAILLE 1er DIV/AYWAILLE/D48v).

Le propriétaire de la parcelle est la société PAQUAY-LESPAGNARD SRL (représentée par Madame Audrey PREVOT - Administratrice).

Aquaconseil a été mandaté pour réaliser une étude combinée (référéncée : 2623) afin d'obtenir un CCS pour la parcelle concernée par ce projet d'assainissement. Le périmètre du terrain n'a pas évolué depuis l'étude combinée approuvée par les autorités compétentes en date du 4 novembre 2025 (lettre référencée DSD/DAS/GCO/Sorties 2025/13038).

À l'issue de cette étude, plusieurs zones de pollution ont été mises en évidence pour un usage de Type III - Résidentiel (sur les parcelles voisines, D47L, D47M, D47G et D46W) et Type IV – Récréatif et/ou Commercial (sur le terrain étudié) :

- Une tache de pollution dans le sol en hydrocarbures pétroliers (EC > 21-35), nommée « **TS1** ». Cette contamination présente une superficie de 16 m², pour un volume estimé à 10 m³ (extension verticale comprise entre 0,15 et 0,79 m-ns). Cette pollution a été considérée comme historique ;
- Une tache de pollution dans le sol en xylènes, naphtalène et hydrocarbures pétroliers (EC > 8-35), nommée « **TS2** ». Cette contamination présente une superficie de 227 m², pour un volume estimé à 502 m³ (extension verticale comprise entre 0,25 et 2,46 m-ns). Cette pollution a été considérée comme historique ;
- Une tache de pollution dans l'eau souterraine en hydrocarbures pétroliers (EC > 12-35), nommée « **TE1** ». Cette contamination présente une superficie de 61 m², pour un volume estimé à 20,6 m³ (extension verticale comprise entre 1,11 et 2,46 m-ns). Cette pollution a été considérée comme historique ;
- Une tache de pollution dans l'eau souterraine en hydrocarbures pétroliers (EC > 10-35), nommée « **TE2** ». Cette contamination présente une superficie de 1307 m², pour un volume estimé à 441 m³ (extension verticale comprise entre 1,11 et 2,46 m-ns). Cette pollution a été considérée comme historique.

Au vu des conclusions de l'étude de risques réalisée au stade de l'étude combinée (critère additionnel de menace grave, car les taches TS2 et TE2 sortent de manière significative du terrain), un projet d'assainissement doit être rédigé conformément au GRPA V06. Celui-ci a pour objectif de déterminer la meilleure variante d'assainissement à mettre en œuvre pour éliminer les pollutions mises en évidence (l'assainissement doit au minimum supprimer le critère additionnel de menace grave et la menace grave pour la santé humaine et l'eau souterraine). La technique d'assainissement qui sera définie devra répondre aux principes BATNEEC¹.

« Ce rapport, basé sur les recommandations du CWBP v06 et du CWEA v2022 constitue un projet d'assainissement visant à restaurer le sol pour les pollutions à assainir en regard de l'étude de caractérisation ou de l'étude combinée telle qu'approuvée ».

¹ Best available technology not entailing excessive costs

2 Phase 1 : Étude préparatoire

2.1 Actualisation des données administratives

L'Annexe A1 reprend la matrice et le plan cadastral. Les annexes B1 et B2 reprennent respectivement le terrain sur fond cadastral et sur fond d'orthophotoplan.

Les données administratives consignées dans l'étude combinée n'ont pas évolué depuis les dépôts et l'approbation de l'étude par les autorités compétentes.

Depuis le dépôt et l'approbation de l'étude combinée, une parcelle voisine au terrain a fait l'objet d'une vente. Madame Claudine Claessens, ancienne propriétaire de la parcelle D47m, l'a vendue à Monsieur Filippo Muratore.

Les Tableau 3 et Tableau 4 présents ci-dessous reprennent les données administratives actualisées.

Tableau 3 : Contexte administratif

Titre du projet	Projet d'assainissement - Site Paquay	
N° de dossier DAS	2623	
Terrain - adresse	Rue du Chalet, 63A à 4920 Aywaille	
Conclusion globale de l'EC/ECO	Pollutions à assainir : TS2 et TE2 Pollutions ne nécessitant pas d'assainissement : TS1 et TE1	
Conclusion globale du PA	Assainissement des pollutions : TS2 et TE2	
Citerne(s) inertée(s)	Présence sur le terrain de citernes inertées ? non	
Terrain – Liste des parcelles	AYWAILLE 1er DIV/AYWAILLE/D48v (superficie : 1260 m²)	
Terrain - superficie	1260 m²	
Statut du terrain à la BDES (consultée le 24-04-26)	- Parcelles en catégorie pêche : AYWAILLE 1er DIV/AYWAILLE/D48v La parcelle concernée est reprise en couleur pêche à la BDES suite au dépôt de l'étude combinée (DS00002623) et à l'exploitation d'un permis d'environnement visant une activité à risque pour le sol sur le terrain (référence LGRGPE9141 – dépôt d'hydrocarbures).	
Élément générateur	Une cessation de l'activité à risque (Art. 24 du Décret Sols)	
Titulaire des obligations	Paquay-Lespagnard SRL N° BCE : 0434.788.642 Rue Martinpa 17 4557 Tinlot Belgique 04 384 45 24 audrey.prevot@prevot-group.be	
Interlocuteur de l'administration	L'interlocuteur est le titulaire des obligations ? Oui	
Propriétaire Parcelle D48v	Les Transports Garsoux SPRL N° BCE : 0403.954.025 Rue Martinpa 17 4557 Tinlot Belgique 04 384 45 24 audrey.prevot@prevot-group.be	
Parcelle D47i – parcelle voisine	Monsieur Stéphane Lampertz Rue du Chalet 59 4920 Aywaille 0498 38 02 16 st.lampertz@gmail.com	Madame Armony Parisi Rue du Chalet 59 4920 Aywaille
Parcelle D47m – parcelle voisine	Monsieur Filippo Muratore Rue du Chalet 61 4920 Aywaille 0470 10 61 40 Philippe.muratore2@gmail.com	

Parcelle D47g – parcelle voisine	Madame Valérie Foquet Rue du Chalet 57 4920 Aywaille 0495 28 25 96 Pacarecy@gmail.com	
Parcelle D46w – parcelle voisine	Madame Nadine Verriest Rue du Chalet 55 4920 Aywaille 04 384 69 24	Monsieur Xavier Burgevin Rue des Écoles 42 4140 Sprimont Xavier.burgevin@mil.be
Expert	Aquaconseil SRL 51dgs2012-A7-R Avenue Franklin Roosevelt 22/A à 4600 Visé +32(0)4 379 87 71 info@aquaconseil.com Personne de contact : Eva Minocci 0493 37 77 63 eminocci@aquaconseil.com	
Laboratoire	Al-West B.V. (Agrolab) L03DGS2012-LABO-A3-R Dortmundstraat 16 B – 7400 AR Deventer +31(0)5 70 78 81 10 elly.vanbakergem@al-west.nl	
Foreurs 03-09-2018 1 et 2-04-2019 08-11-2019 10-06-2021 01-09-2023 11-12-2019 08-08-2024 23-10-2024 22-01-2025 03-03-2025	Geoservice Soltenborn PGMBH Krantzstrasse 7 à 52070 Aachen +49(0)2 41 46 34 685 mail@geoservice.ac Allemagne	
	Envirotop (006-25) Rue Slar 130 à 4801 Stembert 087 64 65 25 info@envirotop.be Belgique	
	Aquaconseil (108-24) Avenue F. Roosevelt 22/A à 4600 Visé +32(0)4 379 87 71 info@aquaconseil.com Belgique	
Préleveur*	Aquaconseil SRL 51dgs2012-A6 R. DELATTRE – C. SPRUMONT ¹ – N. KALAM ¹ – O. LUDOVICY ¹ – E. MINOCCI Avenue F. Roosevelt 22/A à 4600 Visé +32(0)4 379 87 71 info@aquaconseil.com Belgique	Envirotop PS07DGS2021 J. SCHOONBROODT Rue Slar 130 à 4801 Stembert 087/64 65 25 info@envirotop.be Belgique

*Les logs des forages de 2018 à 2019 ne sont pas signés par le préleveur, car il n'y avait aucune obligation à le faire à ces dates.

¹ Les préleveurs C. Sprumont, N. Kalam et O. Ludovicy travaillaient pour Aquaconseil au moment des prélèvements. Ces personnes ne travaillent plus pour l'expert Aquaconseil, raison pour laquelle ils ne figurent plus dans la liste du personnel.

Tableau 4: Types d'usages retenus

Zone	Situation de droit	Situation actuelle	Situation projetée	Zones particulières	Type d'usage retenu pour cette zone pour les conclusions opérationnelles
Parcelle D48v	Type III Zone d'habitat à caractère rural	Type IV Commerces Type V Bureaux	Type IV et V Pas de modification avec la situation actuelle	Un cours d'eau longe la parcelle à l'est.	Type IV AEC – situation actuelle retenue (usage le plus restrictif) Type I pour le volet écosystèmes de l'étude de risques (Zone particulière à proximité)
Parcelles D47l, D47m, D47g et D46w	Type III Zone d'habitat à caractère rural	Type III Logements résidentiels avec ou sans jardins, cours et jardin	Type III Logements résidentiels avec ou sans jardins, cours et jardin	Un cours d'eau longe les parcelles à l'est.	Type III AEC – situation actuelle retenue (usage le plus restrictif) Type I pour le volet écosystèmes de l'étude de risques (Zone particulière à proximité)
Légende Type I : usage naturel Type III : usage résidentiel Type IV: usage commercial et/ou récréatif Type V : usage industriel					

Remarque : Les types d'usage III et IV ont été utilisés pour établir les conclusions de l'étude, mais étant donné la présence d'une zone particulière à proximité du terrain, le Type I a été utilisé pour établir les risques encourus pour les écosystèmes.

2.2 Résumé des études antérieures

Une étude antérieure fut menée en 2008 sur l'ensemble du terrain par le bureau d'études Geodiagnostic sprl. L'étude avait pour but d'évaluer la présence ou l'absence d'une contamination du sol au droit de la station-service et du dépôt d'hydrocarbures. Neuf forages ont été réalisés dans ce contexte. Des échantillons de sol ont été prélevés et analysés sur les huiles minérales, les HAP, les BTEX et les métaux lourds. L'eau souterraine a été rencontrée dans plusieurs forages, mais n'a fait l'objet d'aucune analyse. Les résultats des analyses de sol ont été comparés aux normes de l'AGW du 4 mars 1999 et ont indiqué des dépassements des valeurs seuil en huiles minérales dans deux forages.

Deux autres études ont également été réalisées sur ce terrain par le bureau d'études Aquaconseil srl à partir de 2018. À cette époque, la station-service était toujours en activité et le terrain a été séparé en deux parties (partie station-service et partie dépôt de carburants).

Une étude d'orientation sur la partie station-service a été déposée en 2019 à la Région wallonne et validée par défaut le 3 février 2020. La comparaison aux normes de type III (souhait des anciens propriétaires du terrain) a mis en évidence la présence de diverses pollutions :

- une tache dans le sol en hydrocarbures pétroliers à proximité de la pompe de distribution destinée à la clientèle ;

- une tache dans le sol en hydrocarbures pétroliers à proximité de la parcelle voisine ;
- une tache dans le sol en hydrocarbures pétroliers à proximité d'une citerne aérienne ;
- une tache dans l'eau en hydrocarbures pétroliers et HAP située à proximité de l'ancienne pompe ;
- un remblai pollué en HAP.

Ce dossier a été pris en charge par Bofas. Cependant, aucune étude de caractérisation n'a été déposée à la Région wallonne.

Sur la partie dépôt de carburants, de la pollution a également été découverte sous le hangar de stockage entraînant la réalisation d'une étude combinée. Cette étude a également été réalisée pour un usage de type III étant donné le souhait des anciens propriétaires (Madame Nelly Lagasse et Monsieur Lucien Paquay) d'accueillir potentiellement une activité résidentielle sur le terrain. L'étude avait mis en évidence les pollutions suivantes :

- Une pollution du remblai (R1) en métaux lourds ;
- Une tache de pollution dans le sol (T1-sol) en hydrocarbures pétroliers, arsenic et HAP ;
- Une tache de pollution dans l'eau (T1-eau) en hydrocarbures pétroliers, arsenic et HAP ;
- Une tache de pollution dans l'eau (T2-eau) en indéno(1,2,3-c,d)pyrène.

En raison de menace grave pour les pollutions mises en évidence, l'étude conclut à la nécessité de réaliser un assainissement.

Ces deux études réalisées par le bureau d'étude Aquaconseil en 2019 et 2020 et ayant été approuvées par l'administration ont été valorisées pour la réalisation de l'étude combinée approuvée en 2025 étudiant l'ensemble de la parcelle. Suite à l'arrêt des activités et au changement de type d'usage, les deux études ont été regroupées.

L'étude combinée réalisée sur l'ensemble de la parcelle indique que celle-ci a accueilli des dépôts de carburants depuis les années 70.

À l'issue de l'étude historique réalisée, les zones suspectes identifiées sur le terrain sont :

- deux anciennes citernes enterrées de 2 000 et 3 000 litres ;
- une pompe de diesel ;
- une piste étanche ;
- un ancien atelier comprenant un stockage d'huiles ;
- une ancienne pompe ;
- deux citernes aériennes de 5 000 et 11 000 litres ;
- trois citernes aériennes de 50 000 litres chacune ;
- une citerne aérienne de 5 000 litres ;
- une ancienne citerne souterraine de 40 000 litres ;
- une ancienne zone de chargement ;
- une piste étanche ;
- un séparateur d'hydrocarbures ;
- une zone de parking et une fosse d'entretien des véhicules.

À l'heure actuelle, le terrain a été repris et est utilisé à des fins de stockage et de vente de combustibles solides

Les travaux de terrain se sont déroulés en 10 phases de 2018 à 2025. Lors des travaux de forages, l'eau souterraine a été observée. Au total, 52 forages ont été réalisés et 23 d'entre eux ont été aménagés en piézomètres. De ces travaux, 85 échantillons de sols ont été prélevés et analysés. Au niveau de l'eau souterraine, 28 échantillons ont été prélevés et analysés.

Le terrain est localisé en Zone d'habitat à caractère rural, correspondant à un usage de Type III - Résidentiel au sens du Décret Sols. La zone accueille actuellement un commerce de combustibles solides, correspondant à un usage de Type IV - Récréatif et commercial. Dans le futur, cette activité va être maintenue sur le terrain, correspondant également à un usage de Type IV - Récréatif et commercial. L'usage de Type IV - Récréatif et commercial a été retenu pour la comparaison des résultats aux normes du Décret Sols sur le terrain étudié. Les

taches TS2 et TE2 s'étendant au-delà des limites du terrain, sur des parcelles résidentielles, l'usage de Type III – Résidentiel a été utilisé pour la comparaison des résultats aux normes du Décret Sols sur les parcelles voisines.

À l'issue de cette étude, plusieurs zones de pollution ont été mises en évidence pour un usage de Type III – Résidentiel et Type IV – Récréatif et/ou commercial. Le Tableau 5 reprend l'ensemble des pollutions identifiées sur le terrain.

Tableau 5 : Pollutions identifiées dans le sol et dans l'eau souterraine

Dénomination des pollutions	Localisation	Matrice	Normes considérées		Polluants	Profondeur moyenne et volumétrie*	Historique (H) / Nouvelle (N)
TS1	D48v	SOL	VS (type IV)		Fraction EC > 21-35 (HP)	0,15 à 0,79 m-ns 10 m³	Historique
TS2	D48v, D47l, D47m, D47g et D46w	SOL	D48v	VS (type IV)	Xylènes Fraction EC > 8-10 (HP) Fraction EC > 10-12 (HP) Fraction EC > 12-16 (HP) Fraction EC > 16-21 (HP) Fraction EC > 21-35 (HP) Naphtalène	0,25 à 2,46 m-ns 502 m³	Historique
			D47l, D47m, D47g et D46w	VS (type III)			
TE1	D48v	ESO	VS		Fraction EC > 12-16 (HP) Fraction EC > 16-21 (HP) Fraction EC > 21-35 (HP)	1,11 à 2,46 m-ns 20,6 m³	Historique
TE2	D48v, D47l, D47m, D47g et D46w	ESO	D48v	VS (type IV)	Fraction EC > 10-12 (HP) Fraction EC > 12-16 (HP) Fraction EC > 16-21 (HP) Fraction EC > 21-35 (HP)	1,11 à 2,46 m-ns 441 m³	Historique
			D47l, D47m, D47g et D46w	VS (type III)			
Légende HP : Hydrocarbures pétroliers * volume estimé sur base d'une porosité efficace de 25%							

Le Tableau 6 reprend les concentrations représentatives retenues pour chaque pollution identifiée.

Tableau 6: Concentrations représentatives

Zone de pollution	Polluants	Concentrations représentatives en mg/kg Ms	Concentrations représentatives dans l'eau souterraine en µg/l	Indicateur statistique
Tache TS1	Fraction EC > 21-35	3100	/	Cmax
Tache TS2	Xylènes	3,1	/	Cmax
	Fraction EC > 8-10	78	/	
	Fraction EC > 10-12	1400	/	
	Fraction EC > 12-16	6900	/	
	Fraction EC > 16-21	7300	/	
	Fraction EC > 21-35	2800	/	
	Naphtalène	3,5	/	

Tache TE1	Fraction EC > 12-16 Fraction EC > 16-21 Fraction EC > 21-35	/	684 848 1460	Cmax
Tache TE2	Fraction EC > 10-12 Fraction EC > 12-16 Fraction EC > 16-21 Fraction EC > 21-35	/	2800 12400 11900 3670	Cmax

Au vu des résultats obtenus, une étude de risques a été réalisée. Le Tableau 7 reprend pour chaque pollution identifiée les conclusions opérationnelles et additionnelles validées par la DAS.

Tableau 7: Conclusions opérationnelles et additionnelles

Conclusions opérationnelles et additionnelles pour un usage retenu de type IV (situation en cours)			
Pollutions	Nécessité d'un assainissement	Urgence de l'assainissement	Mesures de sécurité ou de suivi requises
Tache TS1	Non	/	MeSé : Non-remaniement des terres polluées sans la supervision d'un expert agréé en gestion des sols pollués
Tache TS2	Oui	Oui	-
Tache TE1	Non	/	-
Tache TE2	Oui	Oui	MeSu : Monitoring de la dispersion jusqu'à l'assainissement (analyse d'échantillons d'eau tous les 6 mois dans les forages F504 et F601).
Restriction d'usage		Le terrain constitué de la parcelle D48v n'est compatible avec aucun type d'usage.	

2.3 Identification des conditions et contraintes spécifiques

Les pollutions observées au droit du terrain étudié et devant faire l'objet d'un assainissement sont les taches TS2 et TE2. Ce point du rapport reprend les contraintes découlant de celles-ci.

Conditions et contraintes liées à la pollution

Type de pollution et étendue :

- Tache TS2 de pollution du sol en xylènes, naphtalène et hydrocarbures pétroliers (fractions EC>8-35) présentant un critère additionnel de menace grave → **Pollution historique**
 - Comportement des polluants : Polluants volatils, biodégradables et présentant une forte mobilité
 - Toxicité : Menace grave de la pollution liée à l'ingestion de sol et poussières, exposition orale et inhalation
 - Étendue : Pollution présente sur une superficie de 227 m², ayant un volume estimé de 502 m³ (profondeur moyenne de 0,25 à 2,46 m)
 - Nature du sol : remblais sableux à limoneux et terrain naturel limoneux
- Tache TE2 de pollution de l'eau souterraine en hydrocarbures pétroliers (fractions EC>10-35) présentant un critère additionnel de menace grave → **Pollution historique**
 - Comportement des polluants : Polluants volatils, biodégradables et présentant une forte mobilité
 - Toxicité : Menace grave de la pollution liée à l'ingestion de sol et poussières, exposition orale et inhalation
 - Étendue : Pollution présente sur 1307 m², ayant un volume estimé de 441 m³ (profondeur moyenne de 1,11 à 2,46 m)
 - Nature du sol : terrain naturel limoneux

Conditions et contraintes liées au terrain et à son aménagement

- Le terrain étudié est actuellement exploité par un commerce. Des habitations se trouvent sur les parcelles voisines impactées par la pollution. Les taches se trouvent au niveau des jardins ;
- Une zone sensible, le ruisseau du Fond de Harzé, longe le terrain à l'est en bordure de la zone étudiée ;
- L'accès au terrain est compliqué par la présence d'habitation et de barrières. Les pourtours du terrain sont clôturés ;
- L'accès au terrain se fait par la rue du Chalet (N30). Une attention particulière doit cependant être accordée à la signalisation du chantier, car la N30 est un important axe de circulation ;
- Le sol est principalement composé d'une couche de remblais sableux à limoneux (0,15 à 1,24 m) et d'un terrain naturel argileux et limoneux ;
- Le terrain n'est pas situé en zone karstique ;
- Une partie du terrain est inscrit au sein d'une zone d'aléas d'inondation faible ;
- Les alentours directs du terrain sont constitués d'habitations (nord), d'une voirie (ouest), d'une zone boisée avec ruisseau (est) et d'un commerce (sud). Les alentours proches sont également constitués de zones résidentielles.

Le modèle conceptuel du site caractérisé n'a pas été modifié depuis l'approbation de l'étude combinée.

3 Phase 2 : Élaboration et sélection de la variante d'assainissement retenue

3.1 L'option simplifiée « excavation totale »

L'examen de l'option excavation-évacuation totale a été réalisé à l'aide de l'outil GAMMA. L'ensemble des conditions prédéfinies permettent de définir si cette option est applicable ou non au cas étudié. En fonction des réponses, l'excavation-évacuation totale est considérée comme :

- Particulièrement pertinente (respect des six conditions) ;
- Une solution discutable parmi d'autres variantes possibles ou totalement exclue (non-respect d'au moins une des six conditions).

Ces questions sont reprises et discutées dans le Tableau 8 ci-dessous. L'Annexe C5 reprend le formulaire de données GAMMA.

Tableau 8: Option simplifiée "excavation - totale"

	Condition	Vrai/Faux	Commentaire
1	La volumétrie concernée par l'excavation totale est inférieure ou égale à 600 m ³ .	Vrai	Les remblais à assainir présentent un volume estimé à 502 m ³ .
2	L'excavation totale n'implique pas de rabattement de nappe.	Faux	La tache TS2 est située entre 0,25 et 2,46 m de profondeur et l'eau souterraine est présente en moyenne à 1,11 m-n.s.
3	L'excavation totale n'implique pas de mesure de stabilité.	Faux	Des mesures de stabilité devront être mises en place pour maintenir le hangar présent sur le terrain
4	L'excavation totale n'implique pas la nécessité de détruire et reconstruire un bâtiment ou des impétrants.	Faux	Un abri de jardin devra être détruit en cas d'excavation totale de la tache de sol.
5	L'excavation totale n'implique pas de pertes significatives de revenus (fermeture de commerces, impossibilité d'accès ou de passage, location interrompue, etc.) et/ou de dommages collatéraux (coupures d'approvisionnement, relogement de personnes, délocalisation temporaire d'entreprises, etc.).	Vrai	Le terrain est occupé par un commerce, mais les travaux d'excavation n'auront que des impacts limités sur cette activité.
6	L'excavation totale n'a pas lieu sur un terrain situé en zone de patrimoine ou en zone nature.	Vrai	L'excavation totale n'aura pas d'impact sur le patrimoine immobilier, culturel ou naturel.

Au vu des réponses, l'option excavation-évacuation totale apparaît comme une **solution discutable parmi d'autres variantes possibles**. Dès lors, cette option sera considérée comme variante d'assainissement et comparée aux autres techniques applicables.

3.2 Techniques applicables, variantes d'assainissement et analyse comparative

Techniques applicables

Dans cette partie de rapport, un examen des différentes techniques envisageables est réalisé en vue de sélectionner les techniques d'assainissement applicables aux pollutions à assainir. Cette sélection a été effectuée au moyen de l'outil GAMMA. L'Annexe C4 présente les résultats de cette analyse.

L'option excavation-évacuation totale de la pollution à assainir a été retenue comme une technique d'assainissement envisageable.

Les pollutions observées sur le terrain et nécessitant un assainissement étant qualifiées d'historiques, les objectifs d'assainissement visent à supprimer au minimum l'existence d'une menace grave pour la santé

humaine, l'eau souterraine, et les écosystèmes. Cet objectif est poursuivi en tenant compte des caractéristiques du terrain et en mettant en œuvre les meilleures techniques disponibles.

Dans le cadre de l'étude de risques réalisée au stade de l'étude combinée, un critère additionnel de menace grave est mis en évidence au des taches TS2 et TE2, elles sortent toutes les deux du terrain étudié. Une menace grave pour la santé humaine est également mise en évidence, elle est liée aux concentrations en hydrocarbures pétroliers. L'ingestion de sol et poussières, l'exposition orale et l'inhalation constituent les principales voies d'exposition.

Les différentes techniques applicables sont discutées dans le Tableau 9 ci-dessous :

Tableau 9 : Liste des techniques applicables

N°	Technique	Pertinente?	Justification	Pertinente?	Justification
HS Techniques hors-site					
		-		Non	Pas applicable pour l'eau souterraine
1	Excavation et incinération	Non	Non adapté à la pollution	Non	
2	Excavation et traitement thermique	Oui		Non	
3	Excavation et traitement physico-chimique	Non	Non adapté à la pollution	Non	
4	Excavation et traitement biologique	Oui		Non	
5	Excavation et mise en décharge	Non	Non adapté à la pollution	Non	
6	Excavation et réutilisation	Non	Non adapté à la pollution	Non	
7	Excavation et pyrolyse	Non	Non adapté à la pollution	Non	
ON Techniques on site					
		Non	Difficilement envisageable au vu de la configura	Non	Pas applicable pour les eaux souterraines
1	Excavation et incinération	Non		Non	
2	Excavation et traitement thermique	Non		Non	
3	Excavation et traitement physico-chimique	Non		Non	
4	Excavation et traitement biologique	Non		Non	
5	Excavation et encapsulation sur site	Non		Non	
6	Excavation et compostage, landfarming	Non		Non	
7	Excavation et biopile	Non		Non	
8	Excavation et lavage à l'eau	Non		Non	
IS Techniques in situ					
		-		Non	Pas applicable pour les eaux souterraines
1	Confinement par couverture et étanchéification	Non	Non adapté à la situation (jardin)	Non	
2	Lavage de sol	Non	Non adapté à la situation (jardin)	Non	
3	Bio stimulation/biodégradation/précipitation accélérée in situ	Oui		Non	
4	Réduction chimique in situ	Non	Non adapté aux superficies à traiter	Non	
5	Oxydation chimique in situ	Non	Non adapté à la situation (jardin)	Non	
6	Extraction multiphase	Non	Non adapté aux volumes à traiter	Non	
7	SVE (Soil Vapor Extraction)	Non	Non adapté à la situation (jardin)	Non	
8	Air sparging, bioventing	Non	Non adapté à la situation (jardin)	Non	
9	Phytoremédiation in situ	Non	Variante pas adaptée à la nature de la pollution	Non	
10	Vitrification in situ	Non	Variante pas adaptée à la nature de la pollution	Non	
11	Solidification	Non	Variante pas adaptée à la nature de la pollution	Non	
12	Stabilisation chimique	Non	Variante pas adaptée à la nature de la pollution	Non	
13	Désorption thermique in situ par injection de vapeur	Non	Non adapté à la situation (jardin)	Non	
14	Désorption thermique in situ pas six phases heating ou électrocinétique	Non	Non adapté à la situation (jardin)	Non	
15	Désorption thermique in situ par conduction de chaleur	Non	Non adapté à la situation (jardin)	Non	
16	Soil mixing + combinaison technique in situ	Non	Variante pas adaptée à la nature de la pollution	Non	
17	Combustion in situ	Non	Variante pas adaptée à la nature de la pollution	Non	
E Techniques eau					
		Non	Pas applicable pour le sol	-	
1	Confinement physique	Non		Non	Non adapté à la situation (jardin)
2	Confinement hydraulique	Non		Non	Non adapté à la situation (proche d'un ruisseau)
3	Pompage et traitement - Zone source	Non		Oui	
4	Pompage et traitement - Fracturing	Non		Oui	
5	Groundwater circulation wells	Non		Non	Variante pas adaptée à la nature de la pollution
6	Réduction chimique in situ	Non		Non	Variante pas adaptée à la nature de la pollution
7	Oxydation chimique in situ	Non		Non	Non adapté à la situation (jardin)
8	Lavage in situ (pompage et injection)	Non		Non	Non adapté à la situation (jardin)
9	Barrière perméable réactive	Non		Non	Non adapté à la situation (jardin)
10	Extraction multi-phases	Non		Non	Non adapté à la situation (jardin)
11	Désorption thermique	Non		Non	Non adapté au vu des volumes à assainir
12	Biosparging, in-well air stripping	Non		Non	Non adapté à la situation (jardin)
13	Biodégradation accélérée	Non		Oui	
14	Atténuation naturelle contrôlée	Non		Oui	
15	Phytoremédiation	Non		Non	Non adapté pour les polluants

Variantes d'assainissement

Pour rappel, au stade de l'étude combinée, différentes pollutions ont été mises en évidence :

- Une tache de pollution dans le sol en hydrocarbures pétroliers (EC > 21-35), nommée « **TS1** ». Cette contamination présente une superficie de 16 m², pour un volume estimé à 10 m³ (extension verticale comprise entre 0,15 et 0,79 m-n.s). Cette pollution a été considérée comme historique ;
- Une tache de pollution dans le sol en xylènes, naphtalène et hydrocarbures pétroliers (EC > 8-35), nommée « **TS2** ». Cette contamination présente une superficie de 227 m², pour un volume estimé à

502 m³ (extension verticale comprise entre 0,25 et 2,46 m-n). Cette pollution a été considérée comme historique ;

- Une tache de pollution dans l'eau souterraine en hydrocarbures pétroliers (EC > 12-35), nommée « **TE1** ». Cette contamination présente une superficie de 61 m², pour un volume estimé à 20,6 m³ (extension verticale comprise entre 1,11 et 2,46 m-n). Cette pollution a été considérée comme historique ;
- Une tache de pollution dans l'eau souterraine en hydrocarbures pétroliers (EC > 10-35), nommée « **TE2** ». Cette contamination présente une superficie de 1307 m², pour un volume estimé à 441 m³ (extension verticale comprise entre 1,11 et 2,46 m-n). Cette pollution a été considérée comme historique.

Des 4 zones de contamination identifiées au droit du terrain, seules les taches TS2 et TE2 présentent un critère additionnel de menace grave et doivent dès lors faire l'objet d'un assainissement.

Au vu de l'analyse des techniques applicables réalisée dans le paragraphe précédent, il apparaît que les techniques les plus pertinentes à utiliser sont l'excavation et traitement hors site, le pompage de l'eau polluée ou injection

Trois variantes d'assainissement sont proposées ci-dessous :

- **Variante 1** : Excavation et évacuation totale des terres contaminées, pompage et traitement de l'eau souterraine ;
- **Variante 2** : Excavation et évacuation partielle (noyau) des terres contaminées et bioaugmentation ;
- **Variante 3** : Excavation et évacuation partielle (noyau) des terres contaminées, pompage, traitement et monitoring de l'eau souterraine.

Ces variantes sont présentées en détail dans la suite du paragraphe. Elles seront ensuite comparées pour déterminer la variante optimale.

Les variantes sont proposées pour le traitement combiné des taches TS2 et TE2.

Variante 1

Technique mise en œuvre

Excavation et évacuation totale des terres contaminées, pompage et traitement de l'eau souterraine.

Description du procédé et de sa mise en œuvre

- Les terres contaminées à assainir seront totalement excavées, c'est-à-dire jusqu'à l'atteinte du socle rocheux, et ce sur l'entièreté de la tache ;
- L'ensemble des terres excavées seront envoyées en centre de traitement pour être décontaminées. Elles pourront par la suite être revalorisées en fonction de leur qualité post-assainissement ;
- Démantèlement et évacuation de l'ancienne citerne de 40 000 L (SPP15) ;
- Le remblaiement du terrain sera ensuite réalisé avec des matériaux conformes à l'usage futur du site (à savoir le type IV-Récréatif et/ou Commercial sur le terrain et le type III-Résidentiel hors du terrain) ;
- Au niveau du jardin, la fosse sera remblayée avec des terres. Les terres qui seront amenées sur site auront préalablement été analysées conformément aux dispositions en vigueur lors des travaux d'assainissement. Dans le hangar, la fosse sera remblayée avec du stabilisé ;
- Deux drains seront ensuite mis en place afin de permettre le pompage de l'eau polluée ;
- L'eau sera pompée dans le puits, traitée dans un séparateur et rejetée dans le Ruisseau de Fond de Harzé qui longe le terrain à l'est jusqu'à atteindre des concentrations inférieures à 80 % des VS ;
- Les concentrations seront contrôlées par des prélèvements à l'entrée et à la sortie des séparateurs tous les mois ;
- Lorsque les concentrations de l'eau souterraine seront descendues sous 80% des VS, deux forages seront réalisés dans la tache de pollution résiduelle du sol pour contrôler sa dégradation.

Objectifs d'assainissement attendus

Élimination totale de la charge polluante à assainir au niveau des parcelles D48v, D47l, D47m, D47g et D46w.

Volumétries des pollutions résiduelles attendues

Au niveau de la pollution à assainir, aucune pollution résiduelle n'est attendue sur les parcelles D48v, D47l, D47m, D47g et D46w.

Pourcentage de charge polluante à éliminer

Un volume de 462 m³ de terres contaminées et un volume de 441 m³ d'eau polluée seront évacués du terrain. Ce traitement représente une élimination de 100 % de la charge polluante à assainir. La citerne de 40 000L sera également évacuée.

Le pourcentage de la charge polluante à éliminer a été calculé via l'Annexe 4 du GRPA – Grille de calcul du pourcentage de charge polluante éliminée disponible à l'Annexe C13.

Le calcul a été réalisé sur base d'une densité de 1236 kg/m³ pour le remblai (Annexe B4 du GRER V06).

Volumes de terres évacuées et de terres d'apport

Un volume de 462 m³ de terres contaminées sera évacué du terrain, correspondant au volume estimé de la tache TS2 sans tenir compte du volume de la citerne SPP15.

Le remblaiement du terrain sera ensuite réalisé avec 502 m³ de matériaux conformes à l'usage futur du site (à savoir le type III-Résidentiel). Les terres qui seront amenées sur site auront préalablement été analysées conformément aux dispositions en vigueur lors des travaux d'assainissement.

Mesures de suivi (surveillance, validation, stabilité)

- Suivi des travaux de terrassement (excavation et remblaiement) par un expert agréé en gestion des sols pollués ;
- Réalisation d'un reportage photographique validant l'atteinte du socle rocheux (retrait total des terres à assainir), évacuation de la citerne et le remblaiement du terrain ;
- Validation de l'élimination de la totalité de la charge polluante du sol par prélèvements sur les parois ;
- Validation de la conformité des terres utilisées pour le remblaiement ;
- Suivi du pompage et traitement de l'eau souterraine par un expert agréé en gestion des sols pollués ;
- Prise d'échantillon de contrôle à l'entrée et à la sortie du séparateur tous les mois.

Mesures de sécurité

- Sans objet

Mesures de réparation complémentaire et compensatoire

- Sans objet.

Coûts estimés

- 234 779 € HTVA (avec 15% d'incertitude)

L'Annexe C5 reprend les zones d'excavation et/ou d'implantation des techniques d'assainissement pour la variante 1.

Variante 2

Technique mise en œuvre

Excavation et évacuation partielle (noyau) des terres contaminées et bioaugmentation.

Description du procédé et de sa mise en œuvre

- Les terres contaminées seront en partie excavées jusqu'à la profondeur de 1,5 m, et ce sur une superficie de 80 m². Une fosse plus profonde sera réalisée autour de la citerne (31,5 m² jusque 3 m de profondeur). Cette excavation sera réalisée de préférence lorsque le niveau de la nappe est bas (entre juin et octobre) ;
- L'ensemble des terres excavées seront envoyées en centre de traitement pour être décontaminées. Elles pourront par la suite être revalorisées en fonction de leur qualité post-assainissement ;
- L'ancienne citerne de 40 000 L, vidangée en 2019, sera excavée et évacuée ;

- Des prélèvements seront réalisés sur les parois de la fosse et en fond de fouille afin d'actualiser les concentrations représentatives de la tache résiduelle dans le sol ;
- Un piézomètre sera installé dans la fosse avant le remblaiement ;
- Le remblaiement du terrain sera ensuite réalisé avec des matériaux conformes à l'usage du site (à savoir le type IV-Récréatif et/ou Commercial). La fosse sera remblayée avec du gypse puis environ un mètre de graviers puis avec du stabilisé ;
- Réalisation d'un test pilote d'injection de bactéries ;
- Des injections de bactéries auront lieu sur l'ensemble du périmètre de la tache dans l'eau jusqu'à atteindre des concentrations inférieures aux VS dans l'eau souterraine (selon les estimations de la société d'assainissement Envirotop, 8 campagnes d'injection dans 8 puits seraient nécessaires) ;
- Un monitoring de 5 piézomètres (F301, F302, F401, F402, F505 et nouveau piézomètre dans la fosse) sera mis en place tous les mois ;
- Lorsque les concentrations de l'eau souterraine seront descendues sous 80% des VS, deux forages seront réalisés dans la tache de pollution résiduelle du sol pour contrôler sa dégradation.

Objectifs d'assainissement attendus

Élimination totale de la charge polluante à assainir au niveau des parcelles D48v, D47l, D47m, D47g et D46w.

Volumétries des pollutions résiduelles attendues

L'excavation des terres ne laisse aucune pollution résiduelle. Les terres polluées non excavées seront assainies par bioaugmentation, une incertitude de 10% est associée à cette technique.

Une pollution résiduelle pourrait provenir de l'incertitude de la méthode utilisée pour la pollution non excavée.

Le volume est estimé à 40,8 m³ de sol et 44,1 m³ d'eau.

Pourcentage de charge polluante à éliminer

Un volume total de 127,25 m³ de terres sera évacué du terrain dont 94 m³ font partie de la tache TS2 selon l'estimation de son périmètre. En tenant compte de l'incertitude, la charge polluante éliminée dans le sol et l'eau souterraine s'élève à 2775,95 kg, soit 91,87%.

Le pourcentage de la charge polluante à éliminer a été calculé via l'Annexe 4 du GRPA – Grille de calcul du pourcentage de charge polluante éliminée disponible à l'Annexe C13.

Volumes de terres évacuées et de terres d'apport

Un volume de 127,25 m³ de terres sera évacué du terrain sans tenir compte du volume de la citerne SPP15. Selon les concentrations observées en fonction de la profondeur de la nappe, une suspicion de LNAPL est à envisager, c'est pourquoi le périmètre d'excavation a été étendu au nord de la tache TS2, là où la concentration en pollution dans l'eau souterraine est la plus élevée.

Le remblaiement du terrain sera ensuite réalisé avec 167,25 m³ de matériaux conformes à l'usage futur du site (à savoir le type III-Résidentiel). Les terres qui seront amenées sur site auront préalablement été analysées conformément aux dispositions en vigueur lors des travaux d'assainissement.

Mesures de suivi (surveillance, validation, stabilité)

- Suivi des travaux de terrassement (excavation et remblaiement) par un expert agréé en gestion des sols pollués ;
- Réalisation d'un reportage photographique validant l'excavation et le remblaiement du terrain, l'évacuation de la citerne ;
- Le monitoring de 5 piézomètres (F301, F302, F401, F402, F505 et le nouveau piézomètre dans la fosse) sera mis en place tous les mois.

Mesures de sécurité

- Sans objet.

Mesures de réparation complémentaire et compensatoire

- Sans objet.

Coûts estimés

- 70 353 € HTVA (avec 15 % de sécurité)

L'Annexe C6 reprend les zones d'excavation et/ou d'implantation des techniques d'assainissement pour la variante 2.

Variante 3

Technique mise en œuvre

Excavation et évacuation partielle (noyau) des terres contaminées, pompage, traitement et monitoring de l'eau souterraine.

Description du procédé et de sa mise en œuvre

- Les terres contaminées seront en partie excavées jusqu'à la profondeur de 1,5 m, et ce sur une superficie de 80 m². Une fosse plus profonde sera réalisée autour de la citerne (31,5 m² jusqu'à 3 m de profondeur). Cette excavation sera réalisée de préférence lorsque le niveau de la nappe est bas (entre juin et octobre) ;
- L'ensemble des terres excavées seront envoyées en centre de traitement pour être décontaminées. Elles pourront par la suite être revalorisées en fonction de leur qualité post-assainissement ;
- L'ancienne citerne de 40 000 L, vidangée en 2019, sera excavée et évacuée ;
- Des prélèvements seront réalisés sur les parois de la fosse et en fond de fouille afin d'actualiser les concentrations représentatives de la tache résiduelle dans le sol ;
- Un puits de pompage sera installé dans la fosse avant le remblaiement ;
- Le remblaiement du terrain sera ensuite réalisé avec des matériaux conformes à l'usage du site (à savoir le type IV-Récréatif et/ou Commercial). La fosse sera remblayée avec du gypse puis environ un mètre de graviers puis avec du stabilisé ;
- L'eau sera pompée dans le puits, traitée dans un séparateur et rejetée dans le Ruisseau de Fond de Harzé qui longe le terrain à l'est jusqu'à atteindre des concentrations inférieures à 80 % des VS ;
- Les concentrations seront contrôlées par des prélèvements à l'entrée et à la sortie des séparateurs tous les mois ;
- Un monitoring de l'eau souterraine sera réalisé tous les trois mois dans les 5 piézomètres toujours en place (F301, F302, F401, F402 et F505) ;
- Le monitoring sera maintenu pendant minimum un an et arrêté lorsque l'absence de pollution aura été mise en évidence pendant 3 campagnes consécutives ;
- Lorsque les concentrations de l'eau souterraine seront descendues sous 80% des VS, deux forages seront réalisés dans la tache de pollution résiduelle du sol pour contrôler sa dégradation.

Objectifs d'assainissement attendus

Élimination totale de la charge polluante à assainir au niveau des parcelles D48v, D47l, D47m, D47g et D46w.

Volumétries des pollutions résiduelles attendues

L'excavation des terres ne laisse aucune pollution résiduelle. Les terres polluées non excavées seront assainies par pompage et atténuation naturelle contrôlée, une incertitude de 10% est associée à cette technique.

Une pollution résiduelle pourrait provenir de l'incertitude de la méthode utilisée pour la pollution non excavée.

Le volume est estimé à 40,8 m³ de sol et 44,1 m³ d'eau.

Pourcentage de charge polluante à éliminer

Un volume total de 127,25 m³ de terres sera évacué du terrain dont 94 m³ font partie de la tache TS2 selon l'estimation de son périmètre. En tenant compte de l'incertitude, la charge polluante éliminée dans le sol et l'eau souterraine s'élève à 2775,95 kg, soit 91,87%.

Le pourcentage de la charge polluante à éliminer a été calculé via l'Annexe 4 du GRPA – Grille de calcul du pourcentage de charge polluante éliminée disponible à l'Annexe C13.

Volumes de terres évacuées et de terres d'apport

Un volume de 127,25 m³ de terres sera évacué du terrain sans tenir compte du volume de la citerne SPP15. Selon les concentrations observées en fonction de la profondeur de la nappe, une suspicion de LNAPL est à envisager, c'est pourquoi le périmètre d'excavation a été étendu au nord de la tache TS2, là où la concentration en pollution dans l'eau souterraine est la plus élevée.

Le remblaiement du terrain sera ensuite réalisé avec 167,25 m³ de matériaux conformes à l'usage futur du site (à savoir le type III-Résidentiel). Les terres qui seront amenées sur site auront préalablement été analysées conformément aux dispositions en vigueur lors des travaux d'assainissement.

Mesures de suivi (surveillance, validation, stabilité)

- Suivi des travaux de terrassement (excavation et remblaiement) par un expert agréé en gestion des sols pollués ;
- Réalisation d'un reportage photographique validant l'excavation et le remblaiement du terrain, l'évacuation de la citerne ;
- Prélèvements à l'entrée et la sortie du séparateur ;
- Le monitoring de 5 piézomètres (F301, F302, F401, F402, F505) sera mis en place tous les 3 mois ;
- L'efficacité de la technique sera évaluée à chaque campagne de monitoring.

Mesures de sécurité

- Sans objet.

Mesures de réparation complémentaire et compensatoire

- Sans objet.

Coûts estimés

- 54 994 € HTVA (avec 15 % de sécurité)

L'Annexe C7 reprend les zones d'excavation et/ou d'implantation des techniques d'assainissement pour la variante 2.

Analyse comparative

Le fichier GAMMA est présent en version numérique et une copie des feuillets de l'outil peut être visualisée à l'Annexe C4.

Dans cette partie, nous allons développer point par point l'évaluation environnementale, l'évaluation sociale et l'évaluation des coûts qui a été facilitée par l'utilisation de l'outil GAMMA.

Évaluation des coûts

Les coûts de chacune des techniques ont été évalués. Notez que ces montants sont indicatifs, tout en se rapprochant le plus possible des coûts réels. Tous les prix sont mentionnés HTVA.

Ces coûts ont été subdivisés en deux catégories : les coûts liés à l'assainissement à proprement parler et les coûts liés aux pollutions résiduelles maintenues au droit du terrain. Ces derniers sont liés à l'incertitude des méthodes utilisées.

Le Tableau 10, exposé ci-dessous, présente les coûts directement liés à l'assainissement.

Tableau 10 : Estimation des coûts d'assainissement

Variantes évaluées	Coûts (+ 15 % imprévus) exprimés en € HTVA
Variante 1	234 779
Variante 2	70 353

Variantes évaluées	Coûts (+ 15 % imprévus) exprimés en € HTVA
Variante 3	54 994

En ce qui concerne les coûts liés à la pollution résiduelle maintenue au droit du terrain, ceux-ci sont estimés dans le Tableau 11 ci-dessous.

Tableau 11 : Estimation des coûts liés au maintien de pollutions résiduelles

Coûts liés à la persistance de pollution résiduelle	Variante 1	Variante 2	Variante 3
100% du volume de pollution résiduelle (m³) comprise en 0 et 1 m-ns	0	11	11
30% du volume de pollution résiduelle (m³) comprise en 1 et 3 m-ns	0	29,77	29,77
Prix traitement au m³ (€ HTVA)	30		
Total (k€ HTVA)	0	40,80	40,80

Sur base de ces estimations, la variante 3 est la moins coûteuse. Les variantes les plus coûteuses sont les variantes 1 et 2.

Évaluation environnementale

Pourcentage de charge polluante éliminée

Le Tableau 12 ci-dessous reprend le pourcentage de charge polluante éliminée pour les différentes variantes.

Tableau 12 : Élimination de la charge polluante

Élimination de la charge polluante	Variante 1	Variante 2	Variante 3
Charge polluante en place actuellement (en kg)	3021,59	3021,59	3021,59
Charge polluante éliminée (en kg)	3021,59	2775,95	2775,95
Pourcentage d'élimination	100	91,87	91,87

Sur base de ces estimations, la variante 1 présente le plus grand pourcentage d'élimination de la charge polluante (100 %). Les variantes éliminant le moins de charge polluante sont les variantes 2 (avec 91,87 %) et 3 (avec 91,87 %).

Impact sur la biodiversité

Pas d'application (terrain hors « zone nature »).

Imperméabilisation du sol

Pour les trois variantes, le score pour l'augmentation de l'imperméabilisation du sol a été fixé à 5 (pas d'augmentation de l'imperméabilité du sol), car un revêtement est présent en partie sur le terrain et celui-ci sera maintenu.

Quantité d'eau consommée

Pour les variantes 1 et 3, le score pour la consommation d'eau liée à l'assainissement a été fixé à 5 (pas d'utilisation d'eau pour l'assainissement).

Pour la variante 2, le score pour la consommation d'eau liée à l'assainissement a été fixé à 4 (utilisation d'eau pour l'injection).

Rejet d'eau à l'égout

Aucun rejet d'eau à l'égout n'est prévu pour les 3 variantes, le score attribué est de 5.

Production de déchets (autres que terres)

Pour la variante 1, le score pour la production de déchets lié à l'assainissement a été fixé à 3 (le revêtement présent sur l'ensemble de la tache dans le sol (146 m²) est à évacuer).

Pour les variantes 2 et 3, le score pour la production de déchets lié à l'assainissement a été fixé à 4 (le revêtement présent sur une partie de la tache dans le sol (80m²) est à évacuer).

Quantité de terres évacuées en centre d'enfouissement technique

Pour les trois variantes, le score pour l'évacuation en CET a été fixé à 5 (pas d'évacuation en CET).

Consommation d'énergie

Pour la variante 1, le score pour la consommation d'énergie a été fixé à 3 (consommation d'énergie pour excaver et traiter 462 m³ de terres, excaver une citerne et assainir l'eau souterraine via l'utilisation de 2 pompes, 2 séparateurs d'hydrocarbures, 2 filtres à charbon).

Pour la variante 2, le score pour la consommation d'énergie a été fixé à 3 (consommation d'énergie pour excaver et traiter 127,25 m³ de terres, excaver une citerne et réaliser 8 campagnes d'injection).

Pour la variante 3, le score pour la consommation d'énergie a été fixé à 3 (consommation d'énergie pour excaver et traiter 127,25 m³ de terres, excaver une citerne et assainir l'eau souterraine via l'utilisation de 1 pompe, 1 séparateur d'hydrocarbures, 1 filtre à charbon).

Le Tableau 13 présenté ci-dessous reprend la synthèse des scores attribués au pilier environnemental tels que repris dans l'outil GAMMA.

Tableau 13 : Synthèse des scores attribués au pilier environnemental

Critères	Variante 1	Variante 2	Variante 3
Pourcentage de charge polluante éliminée (%)	100	91,87	18,70
Impact sur la biodiversité	-	-	-
Imperméabilisation du sol	5	5	5
Quantité d'eau consommée	5	4	5
Rejet d'eau à l'égout	5	5	5
Production de déchets (autres que terres)	3	4	4
Quantité de terres évacuées en CET	5	5	5
Consommation d'énergie	3	3	3

Évaluation sociale

Nuisances liées au chantier

Pour la variante 1, le score pour les nuisances liées à l'assainissement a été fixé à 3 (l'excavation et le pompage de l'eau souterraine auront lieu sur les parcelles voisines sur une durée estimée à 7 mois).

Pour la variante 2, le score pour les nuisances liées à l'assainissement a été fixé à 3 (les injections auront lieu sur les parcelles voisines sur une durée estimée à 1,5 ans).

Pour la variante 3, le score pour les nuisances liées à l'assainissement a été fixé à 4 (aucune intervention sur les parcelles voisines n'aura lieu, la durée d'excavation est estimée à 1 semaine et le pompage de l'eau souterraine à 7 mois).

Les principales nuisances environnementales liées au chantier sont les poussières qui pourraient être produites durant la phase d'excavation des terres et le bruit généré par les engins de chantier (lors de l'excavation), les installations de pompage et traitement de l'eau souterraine, les campagnes d'injection de bactéries. De plus, étant donné la présence d'une dalle en béton sur une partie du site qui devra être cassée et évacuée, la nuisance liée aux vibrations a été considérée. Vu la situation du terrain à assainir, les nuisances liées à la lumière ou au visuel sont considérées comme faibles. La nuisance olfactive est également considérée comme faible pour les trois techniques.

Nuisances environnementales liées au charroi

Aucune restriction de la circulation ne sera nécessaire.

Pour la variante 1, 71 camions sont prévus pour évacuer les terres contaminées et remblayer à la fin du traitement. Par conséquent, le score pour les nuisances liées au charroi est fixé à 3.

Pour les variantes 2 et 3, 21 camions sont prévus pour évacuer les terres contaminées et remblayer à la fin du traitement. Par conséquent, le score pour les nuisances liées au charroi est fixé à 4.

Impact paysager

Non pris en compte, aucun changement paysager n'est prévu sur le long terme.

Impact patrimonial

Néant.

Pollution résiduelle prévue hors terrain

Pour la variante 1, aucune pollution ne sera laissée en dehors du terrain. Par conséquent, le score est fixé à 5.

Pour la variante 2, nous considérons que 8,13% de la pollution seront laissés en place à cause de l'incertitude de la méthode utilisée sur l'assainissement de la pollution du sol qui ne sera pas excavée. Par conséquent, le score est fixé à 4. La pollution résiduelle étant liée uniquement à l'incertitude de la méthode, aucune mesure de sécurité n'est à appliquer sur le terrain.

Pour la variante 3, nous considérons que 8,13% de la pollution seront laissés en place à cause de l'incertitude de la méthode utilisée sur l'assainissement de la pollution du sol qui ne sera pas excavée. Par conséquent, le score est fixé à 4. La pollution résiduelle étant liée uniquement à l'incertitude de la méthode, aucune mesure de sécurité n'est à appliquer sur le terrain.

Le Tableau 14 présenté ci-dessous reprend la synthèse des scores attribués au pilier social tels que repris dans l'outil GAMMA.

Tableau 14 : Synthèse des scores attribués au pilier social

Critères	Variante 1	Variante 2	Variante 3
Nuisances liées au chantier	3	3	4
Restriction de la circulation	5	5	5
Volume de terres à évacuer (m³)	462	127,25	127,25
Volume de matériaux d'apport extérieur (m³)	502	167,25	167,25
Mêmes camions pour évacuation et apport terres/matériaux	Non	Non	Non
Charroi	3	4	4
Impact paysager négatif après travaux	5	5	5

Critères	Variante 1	Variante 2	Variante 3
Impact négatif sur le patrimoine pendant et après travaux	-	-	-
Autre ?	-	-	-

Choix de la variante optimale

Sur base des données intégrées dans l’outil GAMMA, il ressort que la variante optimale pour l’assainissement du terrain est la variante 3 (Excavation et évacuation partielle (noyau) des terres contaminées et pompage de l’eau souterraine). La Figure 1, présentée ci-dessous, reprend la synthèse des différents bilans générés.

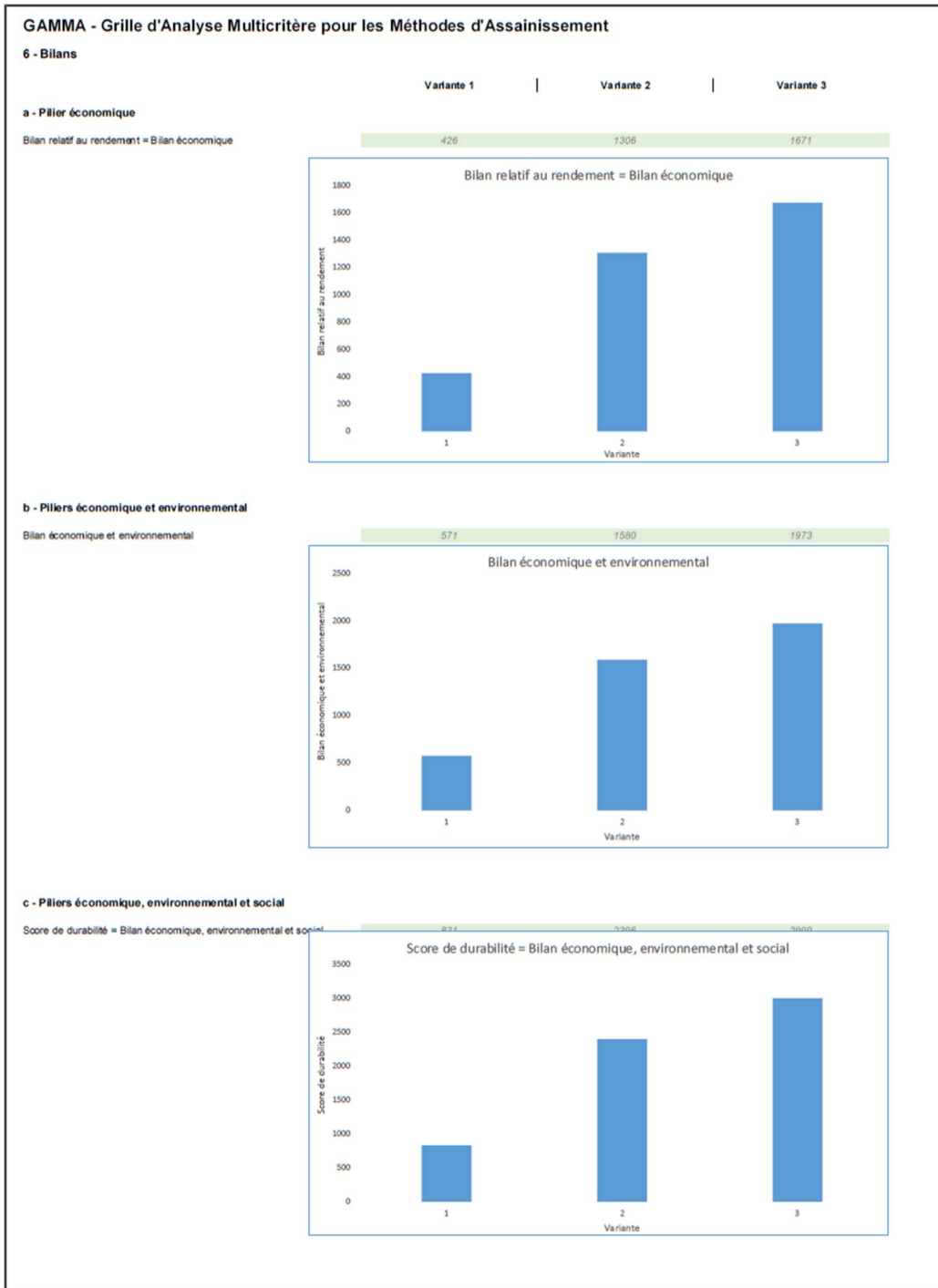


Figure 1 : Bilans générés par l'outil GAMMA

La variante 3 obtient un score global de 2999. La variante 1 a un score de 831 et la variante 2 de 2396.

La variante 2 permet de supprimer le critère additionnel de menace grave en éliminant la quasi-totalité de la pollution en dehors du terrain.

Pour rappel, l'étude de risques réalisée au stade de l'étude combinée conclut en la présence d'une menace grave pour la santé humaine et l'eau souterraine au niveau des taches TS2 et TE2. L'élimination de 91,87% de la pollution permet de supprimer ces risques.

Ce choix de la variante 3 repose sur plusieurs raisons en accord avec l'outil GAMMA :

- D'un point de vue économique, la variante 3 présente des coûts modérés pour un moindre impact environnemental ;
- La diminution naturelle des concentrations a déjà été démontrée par les résultats de l'étude combinée. L'élimination du noyau améliorera encore l'atténuation déjà en cours ;
- Les pollutions se trouvant sur des parcelles occupées par des habitations avec jardins, cette variante permet d'éviter les interventions lourdes dans les jardins voisins ;

Étude de faisabilité

Aucune étude de faisabilité n'est nécessaire pour la variante sélectionnée, et la réalisation de tests pilotes n'est pas envisagée. Cette section est donc sans objet.

4 Phase 3 : Description détaillée de la variante retenue

4.1 Présentation de la variante retenue

Données nécessaires au dimensionnement

La variante d'assainissement retenue ne nécessite pas la réalisation d'une phase pilote.

Pour rappel, la variante retenue est la variante 3 (Excavation et évacuation partielle (noyau et citerne) des terres contaminées et pompage de l'eau souterraine) et consistera en :

- L'excavation et évacuation du noyau des taches TS2 et TE2 (127,25 m³) ;
- Le pompage de l'eau souterraine au niveau du noyau ;
- Le suivi par monitoring de la tache de pollution TE2.

Une étude de stabilité devra être réalisée pour évaluer la nécessité de mettre en place des mesures de stabilité.

Pour rappel, un critère additionnel de menace grave conclut à la nécessité d'assainir ces taches de pollution (présence des pollutions en dehors du terrain étudié). La variante d'assainissement retenue permettra d'éliminer l'ensemble des taches TS2 et TE2 à terme.

Afin d'évaluer la présence d'une pollution résiduelle dans le sol, des forages de contrôle seront réalisés au droit de la tache TS2 afin d'actualiser les concentrations présentes à la suite de l'assainissement de la tache TE2.

Aucune mesure de sécurité ne devra être imposée à la suite de l'assainissement.

Des échantillons d'eau seront prélevés à l'entrée et la sortie du séparateur afin de vérifier le bon fonctionnement du traitement. Des échantillons d'eau seront également prélevés dans les piézomètres toujours en place tous les 3 mois.

Dimensionnement de la variante retenue

La variante retenue est la variante 3 (Excavation et évacuation partielle (noyau) des terres contaminées, pompage, traitement et monitoring de l'eau souterraine). Celle-ci consistera en :

- L'enlèvement et l'évacuation de dalle béton (la terre devra être mise à nu sur 80 m²) ;
- L'excavation du noyau de la tache TS2 jusqu'à 3 m au droit de la citerne (31,5 m²) et jusqu'à 1,5m sur le reste de la surface ;
- L'excavation de l'ancienne citerne de 40 000 L ;
- Le prélèvement d'échantillons de contrôle au niveau des parois de la fosse afin d'actualiser les résultats de la tache de pollution TS2 ;
- Installation d'un puits de pompage au droit de la fosse ;
- Le remblaiement du terrain par des matériaux conformes à son usage futur (gypse, graviers de construction et stabilisé) ;
- L'eau sera pompée dans le puits, traitée dans un séparateur et rejetée dans le Ruisseau de Fond de Harzé qui longe le terrain à l'est jusqu'à atteindre des concentrations inférieures à 80 % des VS ;
- Les concentrations seront contrôlées par des prélèvements à l'entrée et à la sortie des séparateurs tous les mois ;
- Un monitoring de l'eau souterraine sera réalisé tous les trois mois dans les 5 piézomètres toujours en place (F301, F302, F401, F402 et F505) ;
- Le monitoring sera maintenu pendant minimum un an et arrêté lorsque l'absence de pollution aura été mise en évidence pendant 3 campagnes consécutives ;
- Lorsque les concentrations de l'eau souterraine seront descendues sous 80% des VS, deux forages seront réalisés dans la tache de pollution résiduelle du sol pour contrôler sa dégradation.

Remarque : le gypse fonctionne comme accepteur d'électrons à libération lente qui favorise la dégradation naturelle des hydrocarbures.

Au niveau de la tache TS2, les terres seront enlevées sur une superficie estimée à 80 m² jusque 1,5 m ou 3 m de profondeur pour un total de 127,25 m³ de terres excavées et évacuées.

Les matériaux amenés sur le terrain à des fins de remblaiement respecteront les dispositions de l'Arrêté du Gouvernement wallon relatif à la gestion et à la traçabilité des terres.

Les travaux seront réalisés les jours ouvrables à un régime proposé de 7h00 à 18h00. Aucune activité ne sera effectuée en dehors de ces heures sans autorisation préalable des autorités communales.

Les travaux seront réalisés à l'aide d'engins de génie civil dont la puissance sera adaptée aux travaux à réaliser (pelleteuse(s) de 10 à 25 tonnes).

L'expert supervisera les actes et travaux d'assainissement. Il participera si nécessaire aux réunions de préparation et de chantier.

Une série d'échantillons de contrôle seront prélevés sur les parois de la fosse créée au droit du noyau de la tache TS2, ce afin d'actualiser les concentrations de la tache TS2.

Les Annexes C5, C6 et C7 reprennent le périmètre d'application de chaque variante et technique pour l'ensemble du terrain, tandis que l'Annexe C11 présente le dimensionnement de la variante optimale.

4.2 Résultats attendus

Pour rappel, il s'agit d'une pollution historique, l'assainissement doit donc au minimum éliminer la menace grave tout en respectant le principe BATNEEC. Celle-ci est définie par le fait que la pollution sort du terrain étudié vers le nord.

Concernant le sol :

À court terme, la variante d'assainissement retenue (V3) permettra d'éliminer le noyau de la pollution du sol. Le reste de la pollution sera laissé en place. L'assainissement de l'eau souterraine permettra ensuite d'éliminer la pollution de sol qui ne sera pas excavée.

Lorsque la pollution de l'eau sera dégradée, deux forages seront réalisés sur le terrain voisin pour actualiser les concentrations présentes dans le sol. L'expert s'attend à ce que l'entièreté de la pollution du sol soit éliminée.

Au terme de cet assainissement, il n'est pas possible d'estimer la pollution résiduelle, mais nous nous attendons à ce qu'elle se rapproche au plus de 0 m³.

Les concentrations attendues dans le sol après excavation du noyau ont été reprises dans le tableau ci-dessous (VS). L'expert tient à souligner que les concentrations représentatives reprises dans le tableau ci-dessous ont été calculées sur base des forages et analyses réalisées au stade de l'étude combinée.

Concernant l'eau souterraine :

Suite à l'élimination du noyau de pollution et le pompage de l'eau souterraine, l'expert s'attend à ce que la pollution de l'eau souterraine soit entièrement éliminée.

L'évolution sera contrôlée via des prélèvements et l'analyse d'échantillons d'eau à l'entrée et sortie du séparateur tous les mois et dans les 5 piézomètres toujours en place (F301, F302, F401, F402 et F505) tous les 3 mois.

Les concentrations reprises dans le tableau ci-dessous pour la tache TS2 sont donc considérées comme surévaluées et correspondantes à une situation « worst case ». Une actualisation des concentrations sera effectuée à la fin du traitement.

Le Tableau 15, présenté ci-dessous, reprend les concentrations représentatives de chaque zone de pollution assainie dans le cadre de la variante retenue.

Tableau 15 : Concentrations attendues – Tache TS2 et TE2

Zones	Paramètres	Concentrations représentatives (mg/kg MS ou µg/L)	Profondeur à partir du niveau de sol (de ... à ... m-ns)	Surface de la pollution (m²)	Volumétrie de la pollution (m³)
Tache TS2	Xylènes	<0,15* mg/kg MS	0,25 à 2,46	227	502
	Fraction EC > 8-10 (HP)	48* mg/kg MS			
	Fraction EC > 10-12 (HP)	280* mg/kg MS			
	Fraction EC > 12-16 (HP)	1300* mg/kg MS			
	Fraction EC > 16-21 (HP)	1200* mg/kg MS			
	Fraction EC > 21-35 (HP)	910* mg/kg MS			
	Naphtalène	<0,05* mg/kg MS			
Tache TE2	Fraction EC > 10-12 (HP)	160 µg/L	1,11 à 2,46	1307	441
	Fraction EC > 12-16 (HP)	160 µg/L			
	Fraction EC > 16-21 (HP)	240 µg/L			
	Fraction EC > 21-35 (HP)	240 µg/L			

**Ces concentrations sont basées sur l'étude combinée (F7 5, F12 1 et F12 4). Elles devront être actualisées à la suite de l'assainissement.*

Mesures de sécurité post-assainissement

Aucune mesure de sécurité ne devra être imposée à la suite de l'assainissement. Le terrain sera restreint à des usages de types IV et V et les parcelles voisines aux types III, IV et V.

4.3 Mesures de réparation complémentaires et compensatoires

L'expert estime qu'aucune mesure de réparation complémentaire et compensatoire ne doit être imposée. En effet, avec la variante d'assainissement retenue, les pollutions seront en majorité assainies et ne présentent pas de risque pour la santé humaine, l'eau souterraine et les écosystèmes. De plus, les actes et travaux d'assainissement préconisés permettront une réactualisation des concentrations de pollutions.

4.4 Mesures de suivi

La surveillance et la validation des travaux d'assainissement seront effectuées par Aquaconseil srl (expert agréé par la Région wallonne). L'expert sera présent durant l'assainissement afin de vérifier que l'ensemble des indications présentées dans le présent projet d'assainissement soient respectées.

Pour l'excavation de la tache de pollution TS2

Un contrôle visuel et reportage photographique sera réalisé lors des travaux d'excavation de la tache TS2.

Des échantillons de sol seront prélevés et analysés au niveau des parois de la fosse au droit de la tache TS2, ce afin d'actualiser les concentrations représentatives.

L'ensemble des terres excavées seront envoyées en centre de traitement par un transporteur agréé. Les attestations de réception des terres seront fournies dans le rapport d'évaluation finale rédigé par l'expert à la fin de l'assainissement.

Un reportage photographique sera joint dans l'évaluation finale.

Pour le suivi du traitement de l'eau souterraine

Les prélèvements périodiques des échantillons d'eau à l'entrée et sortie du séparateur et dans les piézomètres seront réalisés par l'expert.

Une fois que pour trois échantillons consécutifs, les VS sont atteintes, le monitoring pourra être arrêté. En cas de nouveaux dépassements, le monitoring sera repris et ce cycle sera d'actualité jusqu'à l'obtention de trois contrôles satisfaisants.

Une fois l'assainissement terminé, une évaluation finale sera rédigée et soumise à la DAS pour approbation. Un CCS sera proposé dans cette évaluation finale. Il précisera notamment la localisation sur les parcelles des pollutions résiduelles et leurs concentrations représentatives si applicables, ainsi que les mesures de sécurité qui sont imposées.

Pour les matériaux de remblaiement

L'apport de terres saines sera contrôlé par l'expert agréé. Sur base d'un rapport de qualité de terres conforme au GRGT, il validera la qualité et conformité des terres qui seront amenées sur le site.

4.5 Délai de réalisation et planning

Les travaux d'assainissement débuteront 1 mois maximum après l'approbation du projet d'assainissement. Le planning des travaux est détaillé ci-dessous :

Tableau 16 : Délai de réalisation des travaux d'assainissement

Activités	mois	mai-26				...	oct-26				nov-26				...	oct-28			
	semaine	19	20	21	22	...	41	42	43	44	45	46	47	48	...	41	42	43	44
	durée																		
Envoi du PA	mai-26																		
Instruction du PA	120 jours + 4 semaines (vacances été)	X					X	X	X	X	X								
Acceptation du PA	oct-26							X											
Préparation des travaux	oct-26							X	X	X	X	X	X						
Début de l'assainissement	nov-26												X	X	X				
Fin des travaux d'assainissement	nov-26													X					
Monitoring de l'eau souterraine	nov-28														X	X	X	X	X
Fin des investigations	nov-28																		X

4.6 Incidences des travaux sur l'environnement

L'Annexe C15 reprend la notice d'évaluation des incidences sur l'environnement et la santé humaine. De manière générale, les travaux d'excavation et le monitoring de l'eau souterraine ne présentent que peu de risque pour l'environnement et la santé humaine.

Nous estimons que les travaux d'excavation dureront 2 semaines maximum et que les travaux de forages de contrôle dureront un jour maximum et auront lieu uniquement en journée. Des nuisances sonores (fonctionnement des machines) sont possibles pendant ces heures de travail.

Durant l'assainissement, la seule nuisance possible serait liée au charroi pour les mouvements de terres. Cependant, la circulation du charroi ne nécessitera pas de fermer la voirie présente juste à côté du terrain. En effet, les camions et autres installations pourront être localisés sur le site en tant que tel (le terrain étant suffisamment grand pour accueillir les différentes machines/camions).

4.7 Estimation des coûts d'assainissement

Le coût estimé pour la variante retenue pour les taches TS2-TE2 est présenté sous la forme d'un tableau en Annexe C3, rédigé sur base du métré proposé en Annexe 5 du présent guide.

Ces prix sont présentés à titre indicatif. Ceux-ci se rapprochent toutefois le plus possible des coûts réels. Ils n'engagent pas le bureau d'études.

Tableau 17 : Coûts de la variante d'assainissement choisie

N°	Description	Unité	Prix unitaire (€)	Quantité	Prix total (€)
1	Prestations intellectuelles				
1,4	Evaluation finale	forfait	4000	1	4000
1,5	Etude de stabilité	forfait	1600	1	1600
1,7	Frais de dossier DAS - Evaluation finale	forfait	250	1	250
2	Suivi des travaux d'assainissement (expert environnemental)				
2.3	Suivi environnemental des travaux d'assainissement IS				
2.3.1	Réunion de chantier	forfait	400	1	400
2.3.2	Lancement installations et commandes d'analyses	jour	750	1	750
2.3.3	Suivi des installations et commandes d'analyses	jour	750	1	750
3	Travaux GC				
3.1	Aménagement du chantier				
3.1.3	Clôture du chantier	m	12	45	540
3.2	Travaux de démolition				
3.2.1	Démantèlement du revêtement (fondations et découpes inclus)	m²	12	80	960
3.3	Démantèlement des installations de carburant souterraines volume en m³				
3.3.1	Coûts fixes (mob/démob camion vacuum, enlèvement conduites, etc)	forfait	1130	1	1130
3.3.3	Enlèvement citernes, dalle de lestage incluse	pièce	1010	1	1010
3.4	Travaux de terrassement				
3.4.1	Excavation des terres propres et contaminées	m³	11	127	1397
3.4.4	Remblai et compactage	m³	9	167	1503
3.9	Autres travaux GC				
3.9.2	Travaux de remise en état				
3.9.2.1	Remise en état du revêtement	m²	65	80	5200
3.10	Transport terres contaminées				
3.10.1	Distance via route jusqu'au centre de traitement/jusqu'à la décharge	km	-	10	-
3.10.2	Volume à transporter	tonne	2	157	251
3.11	Traitement de terre contaminée - Ex Situ				
3.11.1	Traitement biologique	tonne	30	157	4710
4	Travaux IS				
4.3	Pump & treat				
4.3.1	Mob/démob				
4.3.1.1	Pompes immergées				
4.3.1.1.1	Pompes immergées	pièce	800	1	800
4.3.1.2	Installation jusqu'à 5 m³/h				
4.3.1.2.2	Séparateur d'hydrocarbures	pièce	910	1	910
4.3.1.2.5	Filtre à charbon actif (eau) (incl 1ère charge charbon actif)	pièce	3350	1	3350
4.3.2	Location + utilisation				
4.3.2.1	Pompes immergées				
4.3.2.1.1	Pompes immergées	semaine	47	30	1410
4.3.2.2	Installation jusqu'à 5 m³/h				
4.3.2.2.2	Séparateur d'hydrocarbures	semaine	65	30	1950
4.3.2.2.5	Filtre à charbon actif (eau)	semaine	85	30	2550
5	Autres				
	Prélèvements échantillons de parois SOL (5j)	pièce	46	6	276
	Monitoring (déplacement, rapport, etc) 5 piézomètres	campagne	1200	8	8400
	Monitoring (déplacement, rapport, etc) séparateur	campagne	450	6	2700
	Réalisation de 2 forages et 4 analyses de sol	forfait	1300	1	1300
TOTAL (€ HTVA)					47821
TOTAL avec 15 % de sécurité (€ HTVA)					54994

Ces prix sont présentés à titre indicatif. Ceux-ci se rapprochent toutefois le plus possible des coûts réels. Ils n'engagent pas le bureau d'étude.

5 Conclusions et recommandations

Conclusions et synthèse technique du projet d'assainissement

Le présent document constitue le projet d'assainissement pour le terrain « Site Paquay » situé Rue du Chalet, 63A à 4920 Aywaille. Ce document fait suite à la lettre de la DAS du 4 novembre 2025 approuvant l'étude combinée réalisée au droit du terrain. Cette lettre précise qu'un projet d'assainissement conformément au GRPA V06 doit être rendu à la DAS avec comme objectif l'assainissement des taches TS2 et TE2 qui ont été mises en évidence par l'étude réalisée.

À l'issue de cette étude, plusieurs zones de pollution ont été mises en évidence pour un usage de Type III - Résidentiel :

- Une tache de pollution dans le sol en hydrocarbures pétroliers (EC > 21-35), nommée « **TS1** ». Cette contamination présente une superficie de 16 m², pour un volume estimé à 10 m³ (extension verticale comprise entre 0,15 et 0,79 m-n). Cette pollution a été considérée comme historique ;
- Une tache de pollution dans le sol en xylènes, naphtalène et hydrocarbures pétroliers (EC > 8-35), nommée « **TS2** ». Cette contamination présente une superficie de 227 m², pour un volume estimé à 502 m³ (extension verticale comprise entre 0,25 et 2,46 m-n). Cette pollution a été considérée comme historique ;
- Une tache de pollution dans l'eau souterraine en hydrocarbures pétroliers (EC > 12-35), nommée « **TE1** ». Cette contamination présente une superficie de 61 m², pour un volume estimé à 20,6 m³ (extension verticale comprise entre 1,11 et 2,46 m-n). Cette pollution a été considérée comme historique ;
- Une tache de pollution dans l'eau souterraine en hydrocarbures pétroliers (EC > 10-35), nommée « **TE2** ». Cette contamination présente une superficie de 1307 m², pour un volume estimé à 441 m³ (extension verticale comprise entre 1,11 et 2,46 m-n). Cette pollution a été considérée comme historique.

Au vu des conclusions de l'étude de risques réalisée au stade de l'étude combinée (présence d'un critère additionnel de menace grave), un projet d'assainissement doit être rédigé conformément au GRPA V06.

Le fait générateur de l'étude est une cessation de l'installation ou activité à risque (Art. 24 du Décret Sols). En effet, la station-service, en activité depuis 2009, et le stockage de carburants qui avaient lieu sur le terrain ont cessé en octobre 2020. Le propriétaire de la parcelle est la société PAQUAY-LESPAGNARD SRL (représentée par Madame Audrey PREVOT - Administratrice).

Trois variantes d'assainissement ont été dimensionnées et comparées dans le présent projet d'assainissement :

- **Variante 1** : Excavation et évacuation totale des terres contaminées, installation d'un drain et pompage de l'eau souterraine ;
- **Variante 2** : Excavation et évacuation partielle (noyau) des terres contaminées et bioaugmentation ;
- **Variante 3** : Excavation et évacuation partielle (noyau) des terres contaminées, pompage, traitement et monitoring de l'eau souterraine.

Ce choix de la variante 3 repose sur plusieurs raisons en accord avec l'outil GAMMA :

- D'un point de vue économique, la variante 3 présente des coûts modérés pour un moindre impact environnemental ;
- La diminution naturelle des concentrations a déjà été démontrée par les résultats de l'étude combinée. L'élimination du noyau améliorera encore l'atténuation déjà en cours ;
- Les pollutions se trouvant sur des parcelles occupées par des habitations avec jardins, cette variante permet d'éviter les interventions lourdes dans les jardins voisins ;

Les mesures de surveillance et de validation des actes et travaux d'assainissement pour la variante retenue comprennent :

- Contrôle des parois et du fond de fouille de l'excavation de la tache TS2 ;
- Validation de la conformité et qualité des matériaux apportés sur le site ;
- Prélèvements d'échantillons d'eau à l'entrée et la sortie du séparateur ;
- Réalisation d'un monitoring de l'eau souterraine par prise d'échantillons ;

- Réalisation de forage de contrôle.

Le coût estimé des travaux d'assainissement est de 53 154 € HTVA. Il permettra d'éliminer, 91,87 % de la charge polluante nécessitant un assainissement. Un total de 124 tonnes de terres polluées seront excavées et envoyées en centre de traitement. Les résultats attendus en termes de concentrations attendues sont repris dans le tableau ci-dessous :

Tableau 18 : Résultats attendus

Zones	Paramètres	Concentrations représentatives (mg/kg MS ou µg/L)	Profondeur à partir du niveau de sol (de ... à ... m-ns)	Surface de la pollution (m²)	Volumétrie de la pollution (m³)
Tache TS2	Xylènes Fraction EC > 8-10 (HP) Fraction EC > 10-12 (HP) Fraction EC > 12-16 (HP) Fraction EC > 16-21 (HP) Fraction EC > 21-35 (HP) Naphtalène	<0,15* mg/kg MS 48* mg/kg MS 280* mg/kg MS 1300* mg/kg MS 1200* mg/kg MS 910* mg/kg MS <0,05* mg/kg MS	0,25 à 2,46	227	502
Tache TE2	Fraction EC > 10-12 (HP) Fraction EC > 12-16 (HP) Fraction EC > 16-21 (HP) Fraction EC > 21-35 (HP)	160 µg/L 160 µg/L 240 µg/L 240 µg/L	1,11 à 2,46	1307	441

**Ces concentrations sont basées sur l'étude combinée (F7 5, F12 1 et F12 4). Elles devront être actualisées à la suite de l'assainissement.*

Le tableau suivant reprend les conclusions opérationnelles et additionnelles dans le cas où une pollution résiduelle persiste dans le sol.

Tableau 19: Conclusions opérationnelles et additionnelles

Pollutions	Nécessité d'un assainissement	Urgence d'assainissement	Mesure de sécurité ou de suivi requise
TS2	Non	-	-
Restriction d'usage du terrain		Après l'assainissement, la parcelle D48v sera compatible avec les usages de type IV et V et les parcelles D47l, D47m, D47g et D46w seront compatibles avec les usages III, IV et V.	

Légende/ Remarques additionnelles/ précisions :

MeSé : mesure de sécurité

MeSu : mesure de suivi en l'attente de l'assainissement

Propositions et recommandations

Mesures de sécurité

Aucune mesure de sécurité ne devra être imposée.

Mesures de suivi

L'ensemble des travaux qui seront réalisés dans le cadre du projet d'assainissement devront être supervisés par un expert agréé qui attestera de la bonne réalisation de ceux-ci. L'ensemble des informations seront reprises dans l'évaluation finale envoyée à la Région wallonne à la fin des travaux.

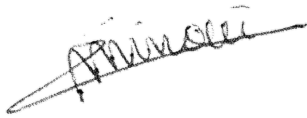
Mesures de réparation complémentaire et compensatoire

Aucune mesure de réparation complémentaire et compensatoire ne sera nécessaire au terme des travaux étant donné le caractère historique des pollutions.

Projets de certificat de contrôle du sol

Un projet de certificat de contrôle du sol sera proposé à la fin de l'évaluation finale. Il reprendra les valeurs particulières si des pollutions résiduelles sont maintenues sur place.

Visé, le 12 mai 2026



E. Minocci
Gestionnaire de Projets



R. Delattre
Personne habilitée

Annexes

Annexe A1 : Localisation de la parcelle sur le plan cadastral et liste des propriétaires

Annexe A2 : Courrier d'approbation de l'étude combinée

Annexe B1 : Localisation du terrain sur le plan cadastral

Annexe B2 : Localisation du terrain sur fond d'orthophotoplan

Annexe C1 : Concentration en habitants dans un rayon de 500 m en Wallonie

Annexe C2 : Justification des techniques jugées applicables

Annexe C3 : Métré d'évaluation des coûts des variantes d'assainissement

Annexe C4 : Outil GAMMA

Annexe C5 : Zone d'excavation et/ou d'implantation des techniques d'assainissement – Variante 1

Annexe C6 : Zone d'excavation et/ou d'implantation des techniques d'assainissement – Variante 2

Annexe C7 : Zone d'excavation et/ou d'implantation des techniques d'assainissement – Variante 3

Annexe C8 : Délimitation des pollutions résiduelles attendues – Variante 1

Annexe C9 : Délimitation des pollutions résiduelles attendues – Variante 2

Annexe C10 : Délimitation des pollutions résiduelles attendues – Variante 3

Annexe C11 : Dimensionnement de la variante optimale

Annexe C12 : Grille de calcul du pourcentage de charge polluante éliminée

Annexe C13 : Tableau du planning du projet d'assainissement

Annexe C14 : Notice d'évaluation des incidences

Annexe D1 : Situation environnementale du sol avant assainissement

Annexe D2 : Situation environnementale de l'eau souterraine avant assainissement

Annexe D3 : Pollutions résiduelles attendues sur le terrain