# ANNEXE 10 : ETUDES TECHNIQUES

## Table des matières

**A. Etude de gestion des eaux pluviales**

**B. Etude géotechnique G2PRO**

**C. Dossier de gestion des pollutions**

**C1. Diagnostic de pollution et plan de gestion (G ENVIRONNEMENT – 15 mai 2025)**

**C2. Plan de gestion (ALPES CONTROLES – 5 mars 2026)**

**C3. Plan de localisation des pollutions concentrées (ALPES CONTROLES – mars 2026)**

**C4. Données servant de base à l'élaboration du cahier des charges pour la consultation des entreprises de travaux de dépollution (ALPES CONTROLES)**

**D. Etude d'impact circulatoire de la création d'un magasin LIDL**

## A. Etude de gestion des eaux pluviales

G ENVIRONNEMENT – 5 mars 2026

6 rue des Essarts 38610 GIERES
☎+33 (0) 438 120 735
🖷 +33 (0) 438 491 523
Sarl RCS Grenoble 440 219 053
APE 7112B – SIRET 440 219 053 00046
contact@g-environnement.fr
www.g-environnement.fr

**Affaire :** 4938

**Référence :** chrono 17796 Aff 4938-RapV0 AM 2026.01.16

**Type doc :** Rapport

**Destinataire :** LIDL
M. Ludovic MILHAVET
Responsable Technique
ludovic.milhavet@lidl.fr
☎+33 6 70 51 34 53

# ETUDE DE GESTION DES EAUX PLUVIALES

## *Site Berod-Collet – Les Communaux* - BONNEVILLE (74)

G ENVIRONNEMENT
BUREAU D'ETUDES GOEMANS
6, rue des Essarts - 38610 GIERES
Tél. +33 (0) 438 120 735
Fax +33 (0) 438 491 523
Siret : 440 219 053 00046 - RCS Grenoble

# RAPPORT

| Ind. | Date | Nb pages | Version | Rédigé | Vérifié | Approuvé |
|---|---|---|---|---|---|---|
| B | | | | | | |
| **A** | **05/03/2026** | **40** | **Modification du système** | **A.MOKRANE a.mokrane@g-environnement.fr** | | |
| 0 | 16/01/2026 | 43 | Version initiale | A.MOKRANE a.mokrane@g-environnement.fr | P.GOEMANS p.goemabs@g-environnement.fr | P.GOEMANS p.goemabs@g-environnement.fr |

# SOMMAIRE

1 INTRODUCTION ..... 5

2 CONTEXTE GENERAL ..... 6

2.1 SITUATION GEOGRAPHIQUE ..... 6
2.2 PRESENTATION DU SITE ET DES ENVIRONNANTS ..... 8
2.3 OCCUPATION DU SOL – ASPECT REGLEMENTAIRE ..... 11
2.4 RISQUES ET DOCUMENTS REGLEMENTAIRES ..... 14
2.5 CONTEXTE GEOLOGIQUE ..... 18
2.6 CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE ..... 20
2.7 PERIMETRES DE PROTECTION DE CAPTAGE D'ADDUCTION EN EAU POTABLE ..... 23
2.8 CONTEXTE NATUREL REGLEMENTAIRE ET PATRIMONIAL ..... 23
2.9 DIAGNOSTIC DE L'EXISTANT EN MATIERE D'EAUX PLUVIALES ..... 25
2.10 BASSIN VERSANT INTERCEPTE ..... 25

3 PRESENTATION DU PROJET ..... 26

3.1 PRESENTATION RAPIDE DES AMENAGEMENTS PROJETES ..... 26
3.2 INFILTRATION DES TERRAINS ..... 28
3.3 PRINCIPE DE GESTION DES EAUX PLUVIALES ..... 31

4 DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES ..... 32

4.1 PLUIE ET RUISSELLEMENT ..... 32
4.2 COEFFICIENTS DE RUISSELLEMENT ET SURFACES PRIS EN COMPTE ..... 32
4.3 METHODE DE DIMENSIONNEMENT ..... 33
*4.3.1 Résultats du dimensionnement ..... 34*
*4.3.2 Suggestion d'implantation des ouvrages ..... 35*

5 CONCLUSION ..... 37

6 ANNEXES ..... 39

6.1 EXTRAIT DU REGLEMENT DU PPRN DE LA COMMUNE DE BONNEVILLE 74 ..... 39
6.2 DISPOSITIFS REALISABLES SELON LA NATURE DES SOLS - EXTRAIT DE LA NOTICE TECHNIQUE DU CASIEP DE BONNEVILLE ..... 40

# TABLES DES ILLUSTRATIONS

FIGURE 1 : SITUATION GENERALE DU SITE ETUDIE SUR FOND DE CARTE IGN (GEOPORTAIL) ..... 6
FIGURE 2 : PHOTOGRAPHIE AERIENNE DU SITE (GEOPORTAIL) ..... 7
FIGURE 3 : PLAN CADASTRAL DU SITE D'ETUDE (SOURCE. CADASTRE.GOUV.FR) ..... 7
FIGURE 4: LIMITE OUEST DU SITE DEPUIS LA RUE DES COMMUNAUX (SOURCE : STREETVIEW 2019) ..... 8
FIGURE 5 : VUE GENERALE DU SITE COTE OUEST (SOURCE : STREETVIEW 2019) ..... 8
FIGURE 6 : GRILLE AVALOIR (PARKING NORD) ..... 9
FIGURE 7 : GRILLE AVALOIR (PARKING NORD) ..... 9
FIGURE 8 : LIMITE OUEST DU SITE DEPUIS LA RUE DES COMMUNAUX ..... 10
FIGURE 9 : LIMITE OUEST DU SITE DEPUIS LA RUE DES COMMUNAUX (PARKING NORD) ..... 10
FIGURE 10 : LIMITE OUEST DU SITE DEPUIS LA RUE DES COMMUNAUX ..... 11
FIGURE 11 : EXTRAIT DU PLU DE LA COMMUNE DE BONNEVILLE (74) ..... 11
FIGURE 12 : EXTRAITS DU REGLEMENT DU PLU DE BONNEVILLE (74) ..... 13
FIGURE 13 : EXTRAITS DE LA CARTE D'APTITUDE DES SOLS A L'INFILTRATION DES EAUX PLUVIALES DE BONNEVILLE (SOURCE : ANNEXES SANITAIRES DU PLU DE BONNEVILLE). ..... 14
FIGURE 14: EXTRAIT DU PPRI DE L'ARVE, COMMUNE DE BONNEVILLE (74) ..... 15
FIGURE 15: EXTRAIT DU PPRN DE LA COMMUNE DE BONNEVILLE (74) ..... 16
FIGURE 16 : EXTRAIT DU REGLEMENT DU PPRN DE BONNEVILLE (74) ..... 16
FIGURE 17 : EXTRAIT DU TRI DE ANNEMASSE-CLUSES COMMUNE DE BONNEVILLE (74) ..... 17
FIGURE 18 : RISQUE RETRAIT/GONFLEMENT DES ARGILE COMMUNE DE BONNEVILLE (74) (SOURCE, GEORISQUES) ..... 17
FIGURE 19 : RISQUE REMONTEE DE NAPPE COMMUNE (SOURCE, INFOTERRE) ..... 18
FIGURE 20 : EXTRAIT DE LA CARTE GEOLOGIQUE DE ANNECY-BONNEVILLE N° 678 (SOURCE, INFOTERRE BRGM) ..... 18
FIGURE 21 : COUPE GEOLOGIQUE D'UN FORAGE A PROXIMITE DU SITE ..... 19
FIGURE 22 : POINTS REFERENCES DANS LA BSS EAU A PROXIMITE DU SITE (INFOTERRE, BRGM). ..... 21
FIGURE 23 : NIVEAUX D'EAU OBSERVES SUR SITE (SOURCE : EG-SOL) ..... 22
FIGURE 24 : EXTRAIT DE LA CARTE DES CAPTAGES AEP ET LEURS PERIMETRES DE PROTECTION (SOURCE : ARS AURA) ..... 23
FIGURE 25 : CARTOGRAPHIE DES ZONAGES NATURE, PAYSAGE, BIODIVERSITE (DREAL RHONE-ALPES). ..... 24
FIGURE 26 : BASSIN VERSANT INTERCEPTE ..... 25
FIGURE 27 : PLAN DE MASSE DU PROJET ..... 27
FIGURE 28 : RESULTAT DES TESTS D'INFILTRATION MAI 2022 (SOURCE : SOCIETE : EGSOL) ..... 29
FIGURE 29 : PLAN D'IMPLANTATION DES TESTS D'INFILTRATION REALISES PAR EG-SOL ..... 30
FIGURE 30 : COEFFICIENTS DE MONTANA DE LA STATION DE MEYTHET (74), ..... 32
FIGURE 31 : PROPOSITION D'IMPLANTATION DES OUVRAGES DE GESTION SUR PLAN DE MASSE ..... 36

TABLEAU 1 : DESCRIPTIF DES POINTS REFERENCES DANS LA BSS EAU A PROXIMITE DU SITE ..... 21
TABLEAU 2 : DESCRIPTION DE L'AMENAGEMENT DES SURFACES (SOURCE : RAPPORT APD DU 22.12.2025). ..... 26
TABLEAU 3 : LITHOLOGIE RENCONTREE LORS DES TESTS D'INFILTRATION (SOURCE EG-SOL) ..... 28
TABLEAU 4 : SURFACES ACTIVES DU PROJET ..... 33
TABLEAU 5 : DIMENSIONNEMENT DU BASSIN D'INFILTRATION ENTERRE A GALETS ..... 34
TABLEAU 6 : DIMENSIONNEMENT DU BASSIN D'INFILTRATION AERIEN ..... 34

# GLOSSAIRE

| ACRONYME | DEFINITION |
|---|---|
| AEP | Alimentation en Eau Potable |
| ALUR | Accès au Logement et un Urbanisme Rénové |
| AMPG | Arrêté Ministériel de Prescriptions Générales |
| ARS | Agence Régionale de Santé |
| BASIAS | Base de données des Anciens Sites Industriels et Activités de Service |
| BASOL | BAse de données sur les Anciens Sites pOLlués |
| BRGM | Bureau de Recherche Géologiques et Minières |
| BSS | Banque de donnée du Sous-Sol |
| DREAL | Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement |
| BV | Bassin Versant |
| DTA | Directive Territoriale d'Aménagement |
| EP | Eaux Pluviales |
| ICPE | Installation Classée pour la Protection de l'Environnement |
| IEM | Interprétation de l'Etat des Milieux |
| IGN | Institut Géographique National |
| K | Perméabilité |
| MEDD | Ministère de l'Environnement et du Développement Durable |
| PP | Puits de Pompage |
| ppm | Partie par million (équivalent mg/kg) |
| PR | Puits de Rejet |
| PZ | Piézomètre |
| Q | Débit |
| T | Transmissivité |
| TN | Terrain Naturel |
| ZICO | Zone d'Importance pour la Conservation des Oiseaux |
| ZNIEFF | Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique |

# 1 INTRODUCTION

A la demande de M. MILHAVET et pour le compte de la société LIDL, G ENVIRONNEMENT a réalisé une étude de gestion des eaux pluviales pour le projet de construction d'un magasin LIDL sur le site BEROD COLLET 54 rue des Communaux sur la commune de BONNEVILLE (74 130).

Cette étude comprend :

- La visite du site et des environnants, l'étude du site, des contextes géographique, géologique, hydrologique et hydrogéologique issus de bibliographie ;
- L'étude des données géologiques, hydrogéologiques et hydrologiques locales ;
- Le dimensionnement d'ouvrages de gestion des eaux pluviales (tranchées, bassins, puits d'infiltration) sur la base des tests d'infiltration réalisés par la société EG-SOL le 04 et 05 mai 2022, et selon une pluviométrie locale décennale, conformément aux préconisations de la commune de BONNEVILLE (74).

L'étude a été réalisée sur la base du plan PC, du 20/01/2026 réalisé par ARK'IN'TECH.

# 2 CONTEXTE GENERAL

## 2.1 Situation géographique

Le site est situé dans la zone industrielle des Communaux. Il est localisé au niveau du 54 rue des Communaux, accessible via ladite rue à l'ouest, bordé au sud par la route de Cluses (D 1205), à l'est par une parcelle enherbée et au nord par un terrain vierge et un bâtiment commercial.

La topographie de la zone d'étude est relativement plane, et se situe à une côte altimétrique de 446 m NGF.

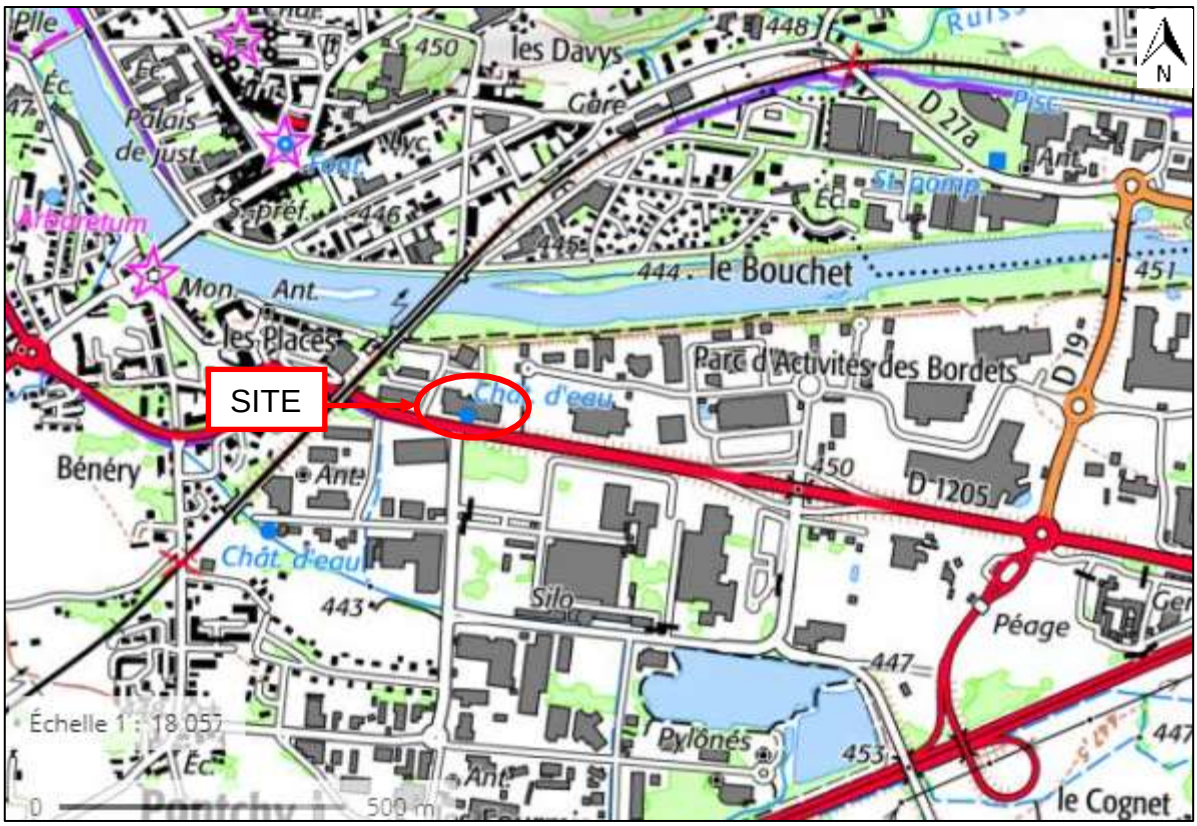



Figure 1 : Situation générale du site étudié sur fond de carte IGN (Géoportail)

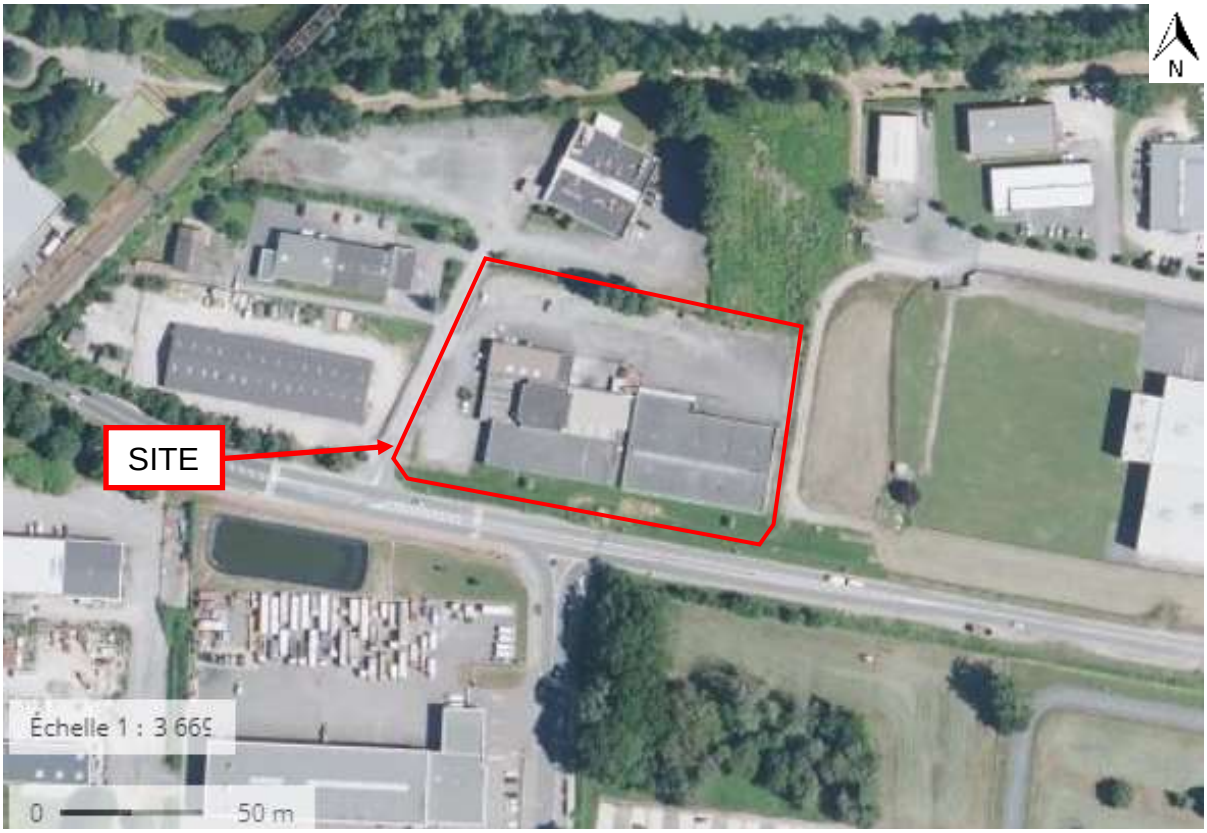



Figure 2 : Photographie aérienne du site (Géoportail)

Le site est implanté sur les parcelles 93, 94, 129, 130, 131, 132, 135,250, 251, 252, 253, 327, 330 et 332 de la section cadastrale AO de la commune de BONNEVILLE (74) et s'étend sur une superficie de 9 214 m$^2$.




Figure 3 : Plan cadastral du site d'étude (source. cadastre.gouv.fr)

## 2.2 Présentation du site et des environnants

Le site est actuellement occupé par la société Berod Collet spécialisée dans l'usinage de pièces métalliques de précision.

La majeure partie du site est imperméabilisée par la présence d'un bâtiment, de parkings et voies de circulation en enrobé. On notera également la présence d'un espace en concassé au sud-ouest du bâtiment et d'une bande d'espaces verts d'environ 5 mètres de longueur en limite sud vers la route de Cluses.

Les photographies ci-dessous montrent l'aspect du site lors de notre intervention conjointe avec la société EG-SOL.



Figure 4: Limite ouest du site depuis la rue des Communaux (Source : Streetview 2019)



Figure 5 : Vue générale du site côté ouest (Source : Streetview 2019)




Figure 6 : Grille avaloir (parking nord)




Figure 7 : Grille avaloir (parking nord)




Figure 8 : Limite ouest du site depuis la rue des communaux




Figure 9 : Limite ouest du site depuis la rue des communaux (parking nord)




Figure 10 : Limite ouest du site depuis la rue des communaux

## 2.3 Occupation du sol – Aspect réglementaire

La commune de Bonneville (74) est régie par un PLU, dont la dernière modification a été approuvée le 2 décembre 2021, ce dernier classe notre site d'étude en zone Uxc, désignant une zone urbaine à dominance d'activé commerciale.

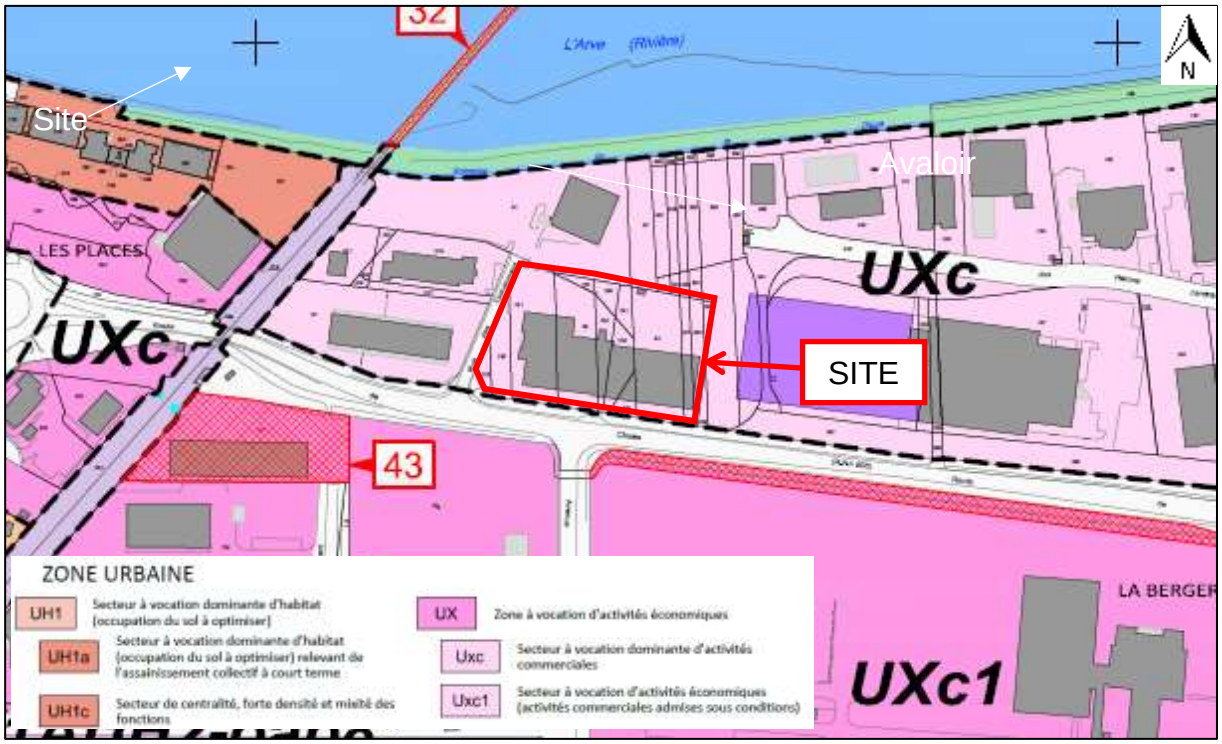



Figure 11 : Extrait du PLU de la commune de Bonneville (74)

En ce qui concerne la gestion des eaux pluviales, le règlement lié à cette zone impose la collecte, la rétention puis l'infiltration des eaux pluviales.

Cependant en cas d'impossibilité technique ou règlementaire avérée et justifiée, un rejet dans le réseau EP ou dans un fossé ou un ruisseau (absence de réseau) sera admis à débit régulé :

- De 3l/s pour les surfaces imperméabilisées inférieures à 500m² ;
- Inférieur ou égal au débit généré par le terrain avant son aménagement pour les surfaces imperméabilisées supérieures à 500m².

Le règlement stipule que la mise en place d'un dispositif de traitement des hydrocarbures, en complément du dispositif de rétention, est nécessaire dans le cas où la demande d'urbanisme comprend :

- La création ou l'extension d'aire de stationnement ou d'exposition de véhicules portant la capacité totale à 20 véhicules légers et/ou 3 poids lourds,
- La création de voiries ou places de stationnement d'une surface supérieure à 500m$^2$ (notamment dans le cas où les eaux de ruissellement collectées sont évacuées par infiltration dans les sols).

### 4.3. Évacuation des eaux pluviales et de ruissellement

Toute construction ou installation, toute surface imperméable nouvellement créée (terrasse, toiture, voirie) doit être équipée d'un dispositif d'évacuation des eaux pluviales, conforme aux dispositions techniques prescrites en application des annexes sanitaires du PLU et du règlement des eaux pluviales, qui assure :

- leur collecte (gouttière, réseaux),
- leur rétention (citerne ou massif de rétention),
- leur infiltration dans les sols (puits d'infiltration, massif d'infiltration) quand ceux-ci le permettent.

PLU de la commune de BONNEVILLE – Règlement – AGENCE DES TERRITOIRES SARL 31

UX

Les canalisations de surverse et de débit de fuite doivent être dirigées :

- dans le réseau d'eaux pluviales communal, s'il existe,
- dans le fossé ou le ruisseau le plus proche, en l'absence de réseau d'eaux pluviales.

L'ensemble du dispositif sera conçu de façon à ce que le débit de pointe généré soit :

- inférieur ou égal à 3L/s si la surface imperméabilisée est inférieure à 500m²,
- inférieur ou égal au débit généré par le terrain avant son aménagement si la surface imperméabilisée est supérieure à 500m².

Lorsque les eaux pluviales collectées par les aménagements réalisés sur l'assiette foncière (eaux de toiture, voiries privées…) ne peuvent pas être rejetées dans le réseau communal d'assainissement des eaux pluviales dimensionné à cet effet (réseau eaux pluviales ou réseau unitaire), elles doivent être traitées par un dispositif individuel d'évacuation dimensionné pour les besoins de l'opération, sans être canalisées et rejetées dans le réseau d'assainissement d'eaux pluviales propre à la voirie départementale.

Les rejets issus des piscines (eaux de bassin) doivent être soit infiltrés, soit être raccordés au réseau d'évacuation des eaux pluviales, et faire l'objet d'un traitement préalable de stabilisation du chlore.

En cas de pollution des eaux pluviales, celles-ci doivent être traitées par décantation et séparation des hydrocarbures avant rejet.

La mise en place d'un dispositif de traitement des hydrocarbures, en complément du dispositif de rétention, est également requise uniquement dans le cas où la demande d'urbanisme comprend :

- la création ou l'extension d'aire de stationnement ou d'exposition de véhicules portant la capacité totale à 20 véhicules légers et/ou 3 poids lourds,
- la création de voiries ou places de stationnement d'une surface supérieure à 500m2 (notamment dans le cas où les eaux de ruissellement collectées sont évacuées par infiltration dans les sols).

En cas d'aire de lavage, de carburants, d'atelier de mécanique, de carrosserie, ou de site industriel des prescriptions particulières pourront être imposées.

Pour la création de nouvelles surfaces imperméables sur du bâti existant (exemple: extension d'une habitation existante ou création d'une annexe), le dispositif de rétention-infiltration sera dimensionné pour l'ensemble des surfaces imperméables (existantes et nouvelles). Cette disposition ne s'applique pas aux projets dont la surface nouvellement créée est inférieure à 50m2 et ne dépasse pas 20% des surfaces existantes.

Les ruissellements de surface préexistants avant tout aménagement (construction, terrassement, création de voiries, murs et clôtures…) doivent pouvoir se poursuivre après aménagement. En aucun cas les aménagements ne doivent faire obstacle à la possibilité de ruissellement de surface de l'amont vers l'aval.

Les aménagements nécessaires au libre écoulement des eaux pluviales sont à la charge du bénéficiaire de l'autorisation d'urbanisme qui doit réaliser les dispositifs adaptés à l'opération et au terrain.

Figure 12 : Extraits du règlement du PLU de Bonneville (74)

Par ailleurs la commune de Bonneville (74) dispose d'une Carte d'Aptitude des Sols à l'Infiltration des Eaux Pluviales (CASIEP), mentionnée dans les annexes sanitaires, cette dernière classe notre site d'étude en filière verte 2 où on admet une infiltration avec surverse.

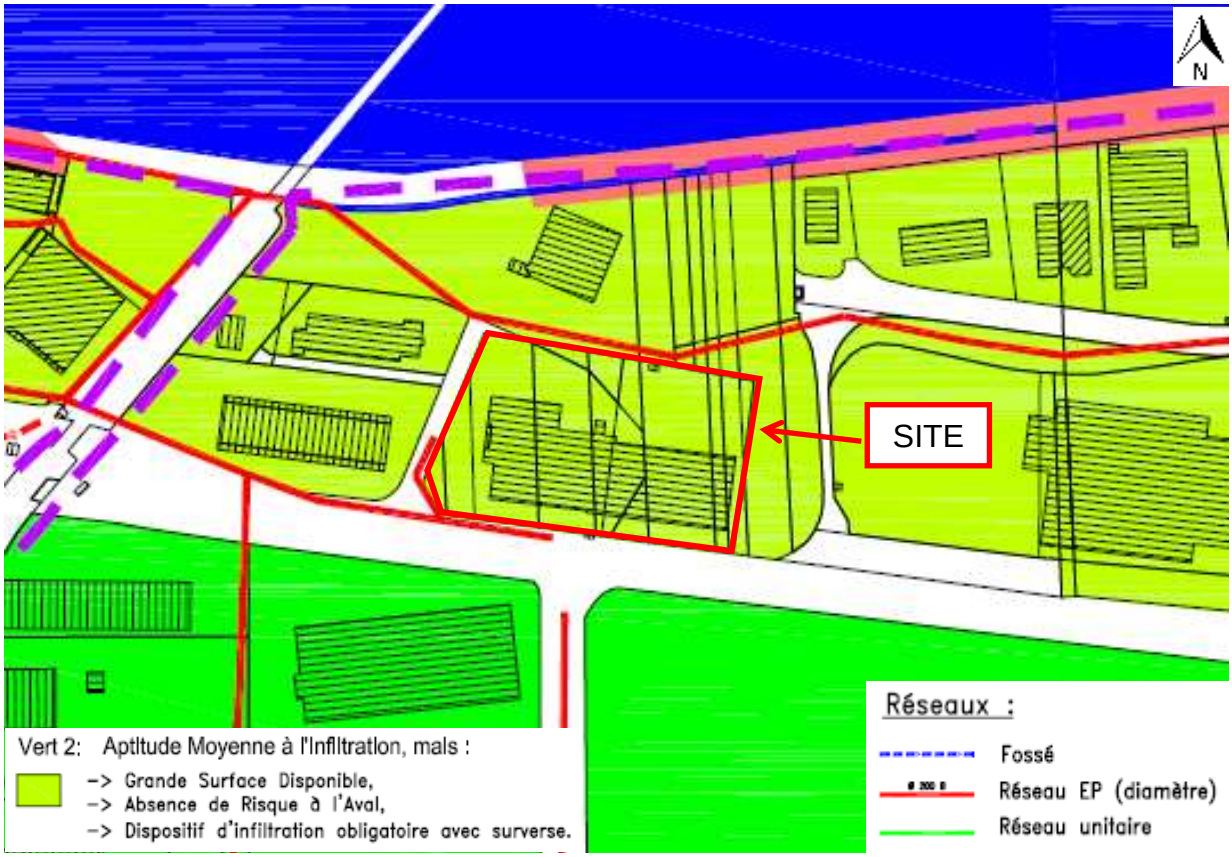



Figure 13 : Extraits de la Carte d'Aptitude des Sols à l'Infiltration des Eaux Pluviales de Bonneville (source : annexes sanitaires du PLU de Bonneville).

## 2.4 Risques et documents règlementaires

La commune de Bonneville (74) est concernée par les risques suivants :

- Inondation ;
- Avalanche
- Mouvement de terrain ;
- Risque industriel ;
- Séisme Zone de sismicité : 4 (moyenne) ;
- Transport de marchandises dangereuses.

La commune de Bonneville (74) ne fait pas l'objet d'un programme de prévention (PAPI), cependant elle est concernée par le plan de prévention des risques d'inondation (PPRI) de l'Arve, prescrit le 20/10/2006. La commune est également soumise à un territoire à risque important d'inondation (TRI) de Annemasse-Cluses et un PPRN établi en juin 2000.

D'après le PPRI de l'Arve, extrait de la figure au-dessous, notre site d'étude est situé en zone de risque modéré constructible sous conditions.

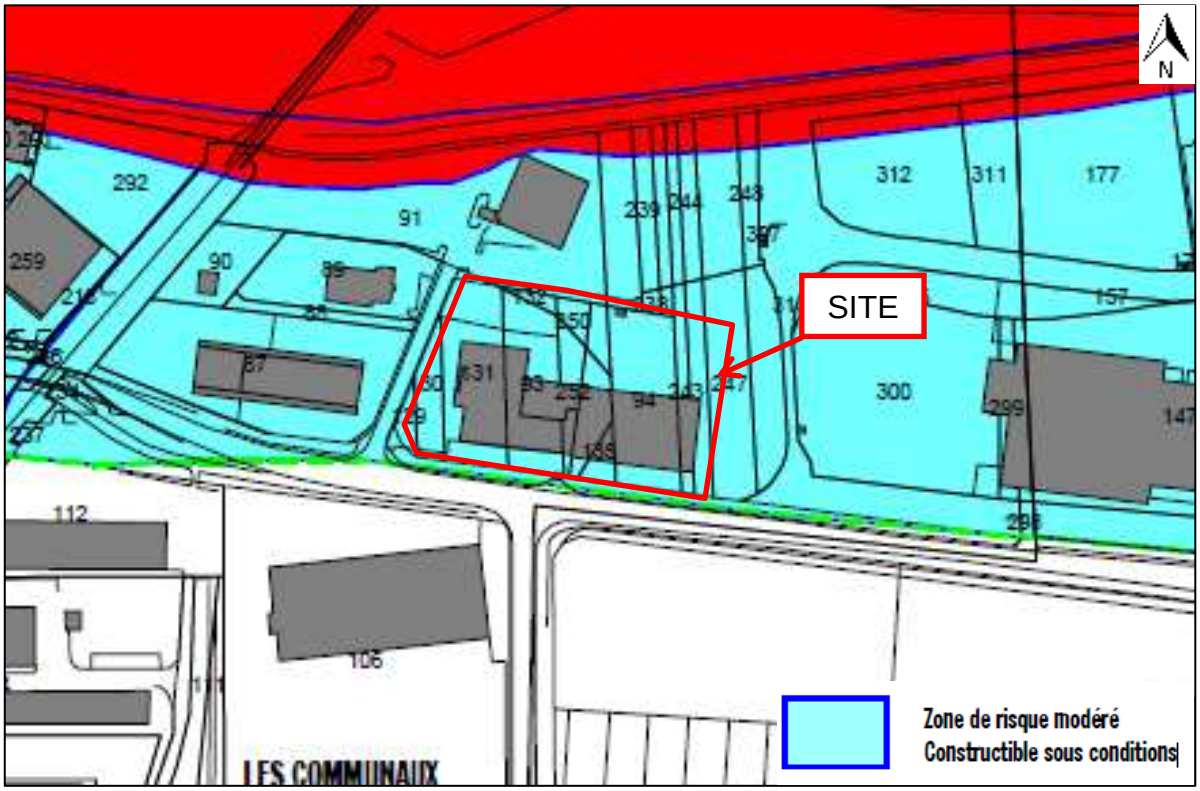



Figure 14: Extrait du PPRI de l'Arve, commune de Bonneville (74)

D'après le PPRN de la commune de Bonne ville, extrait de la figure au-dessous, notre site d'étude est situé dans une zone identifiée $I^{1}_{77}$ qui correspond à une zone de faible risque d'inondation par remontée de nappe, le règlement applicable à cette zone est le règlement de la zone N (voir annexe 1).

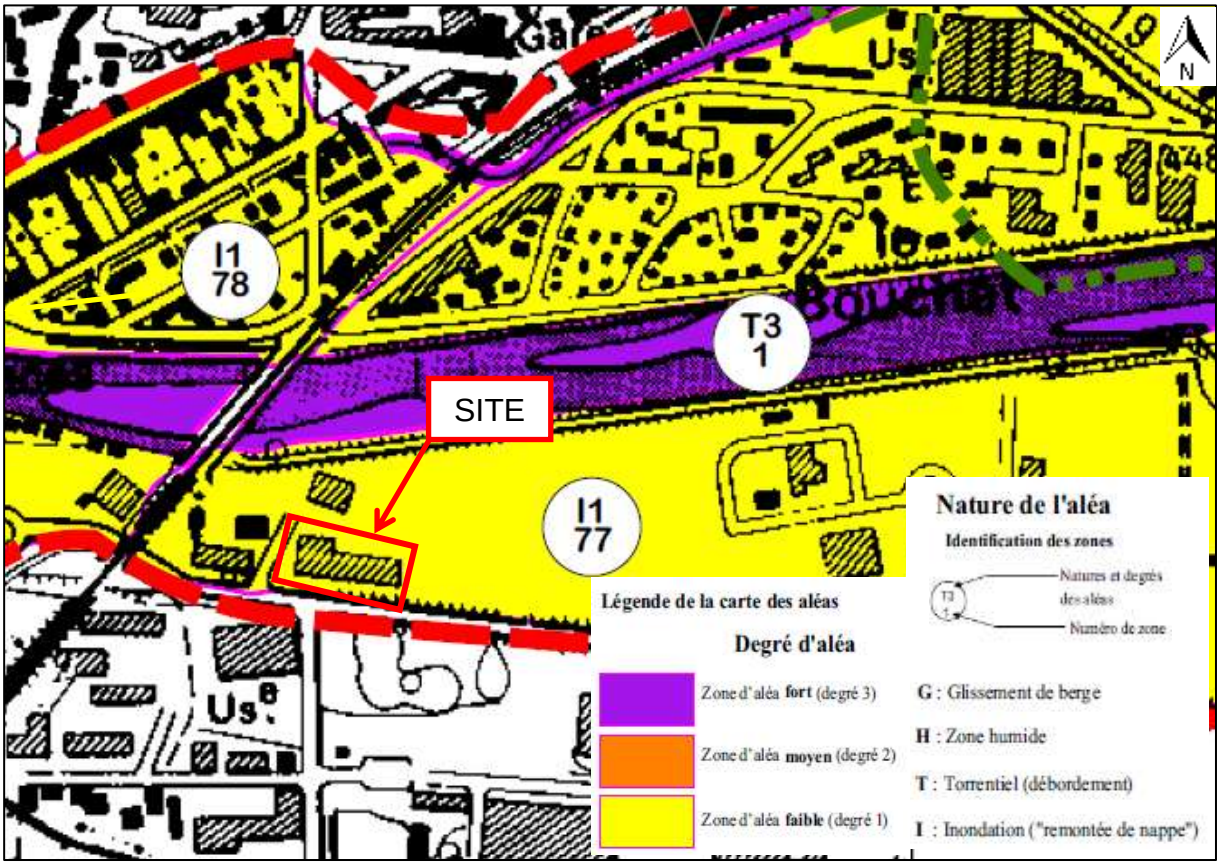



Figure 15: Extrait du PPRN de la commune de Bonneville (74)

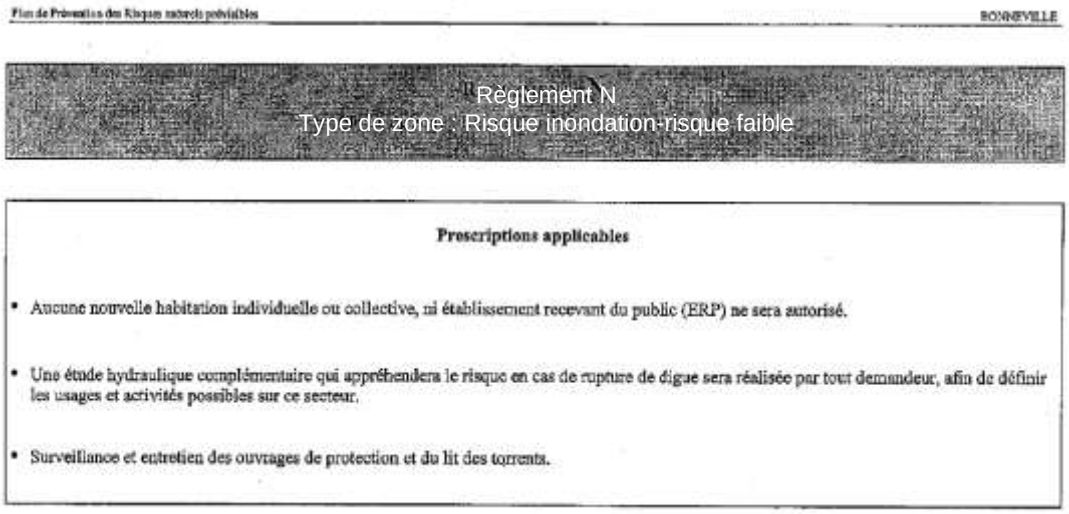



Figure 16 : Extrait du règlement du PPRN de Bonneville (74)

D'après le TRI de Annemasse-Cluses, extrait de la figure suivante, notre site d'étude est situé en zone inondable où la hauteur d'eau peut atteindre 2m lors d'une crue (scénario extrême)

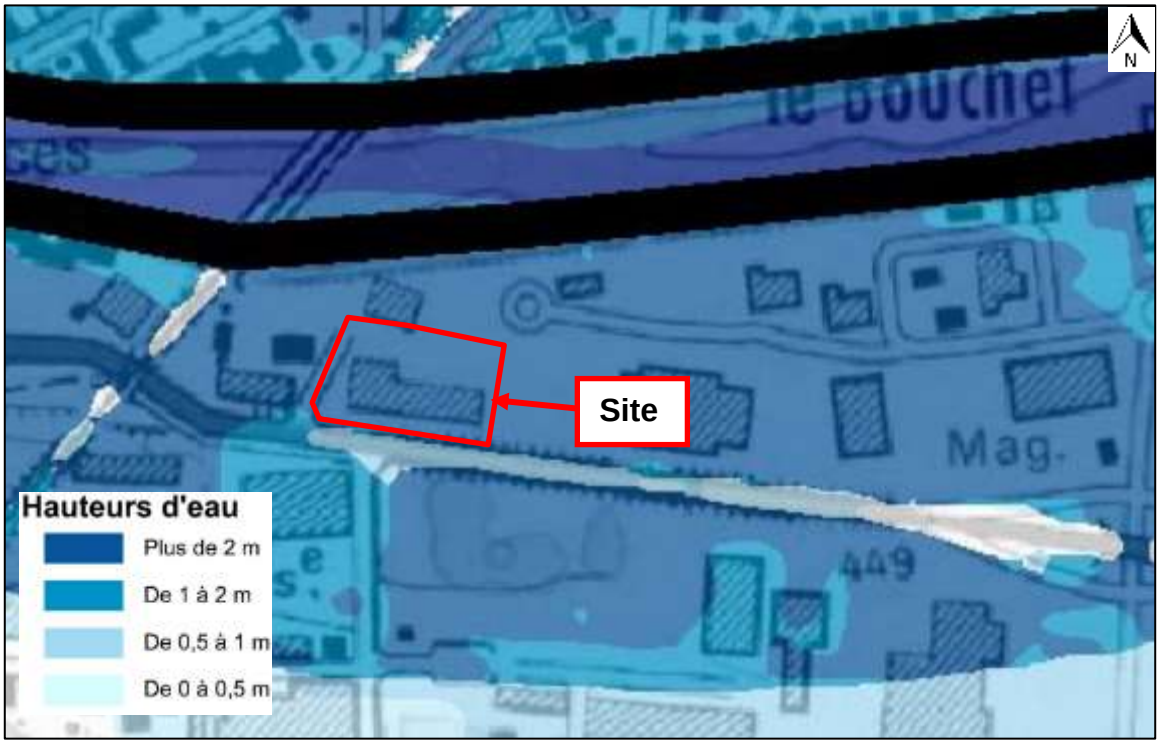



Figure 17 : Extrait du TRI de Annemasse-Cluses commune de Bonneville (74)

Le site est exposé à un aléa faible de retrait gonflement des argiles.

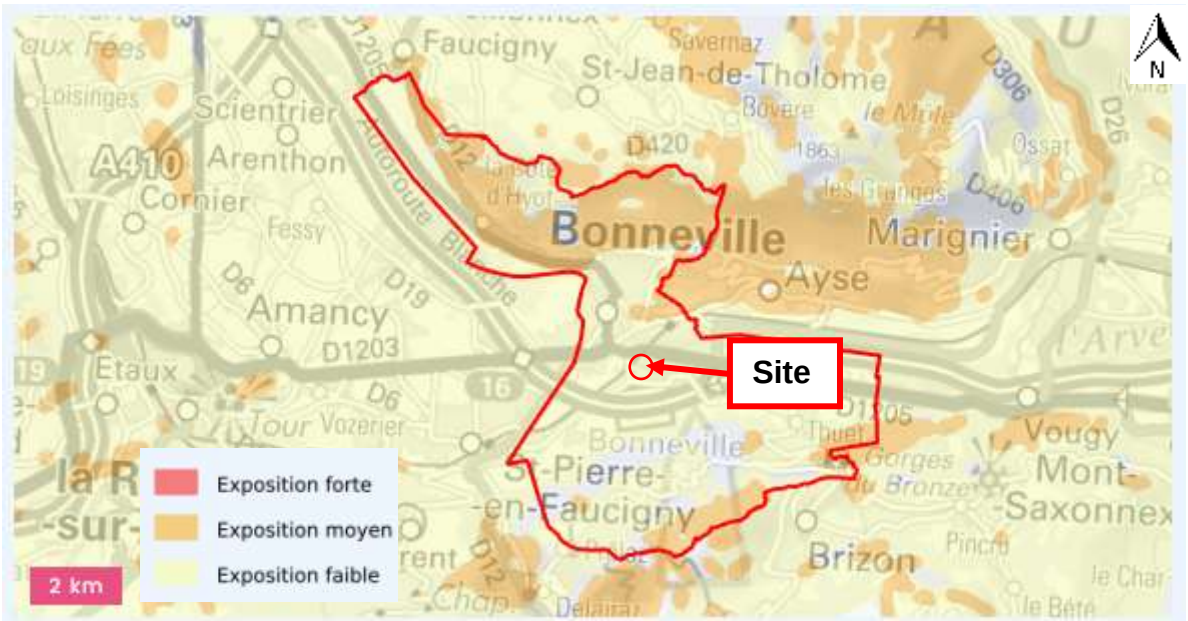



Figure 18 : Risque retrait/gonflement des argile commune de Bonneville (74) (source, Géorisques)

Le site est concerné par le risque de remontée de nappe, et il serait également compris dans une enveloppe rapprochée des inondations potentielle.

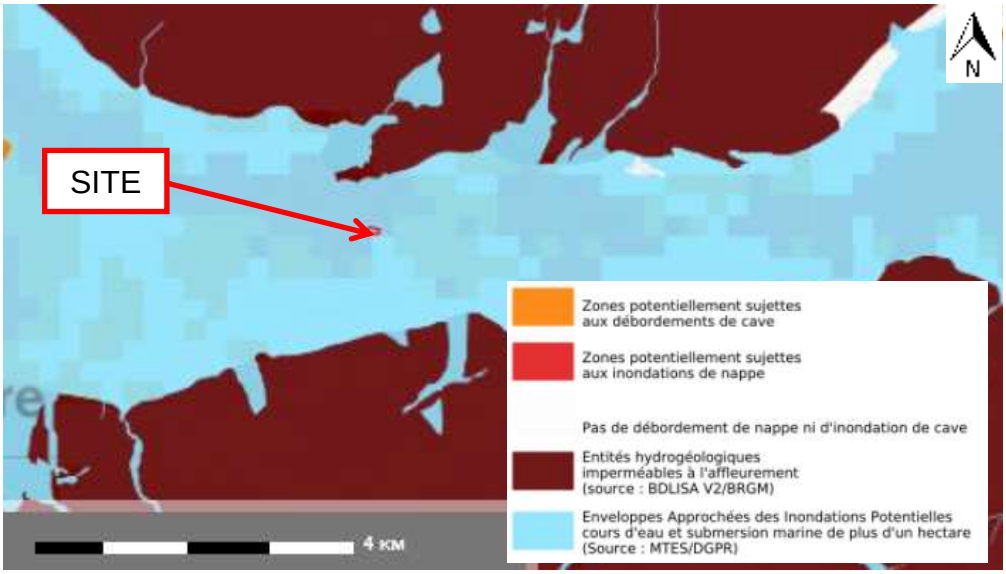



Figure 19 : Risque remontée de nappe commune (source, infoterre)

## 2.5 Contexte géologique

D'après la carte géologique de ANNECY-BONNEVILLE le site se trouve au droit d'une formation notée Fz, désignant les Alluvions modernes de vallée.




Figure 20 : Extrait de la carte géologique de ANNECY-BONNEVILLE n° 678 (source, Infoterre BRGM)

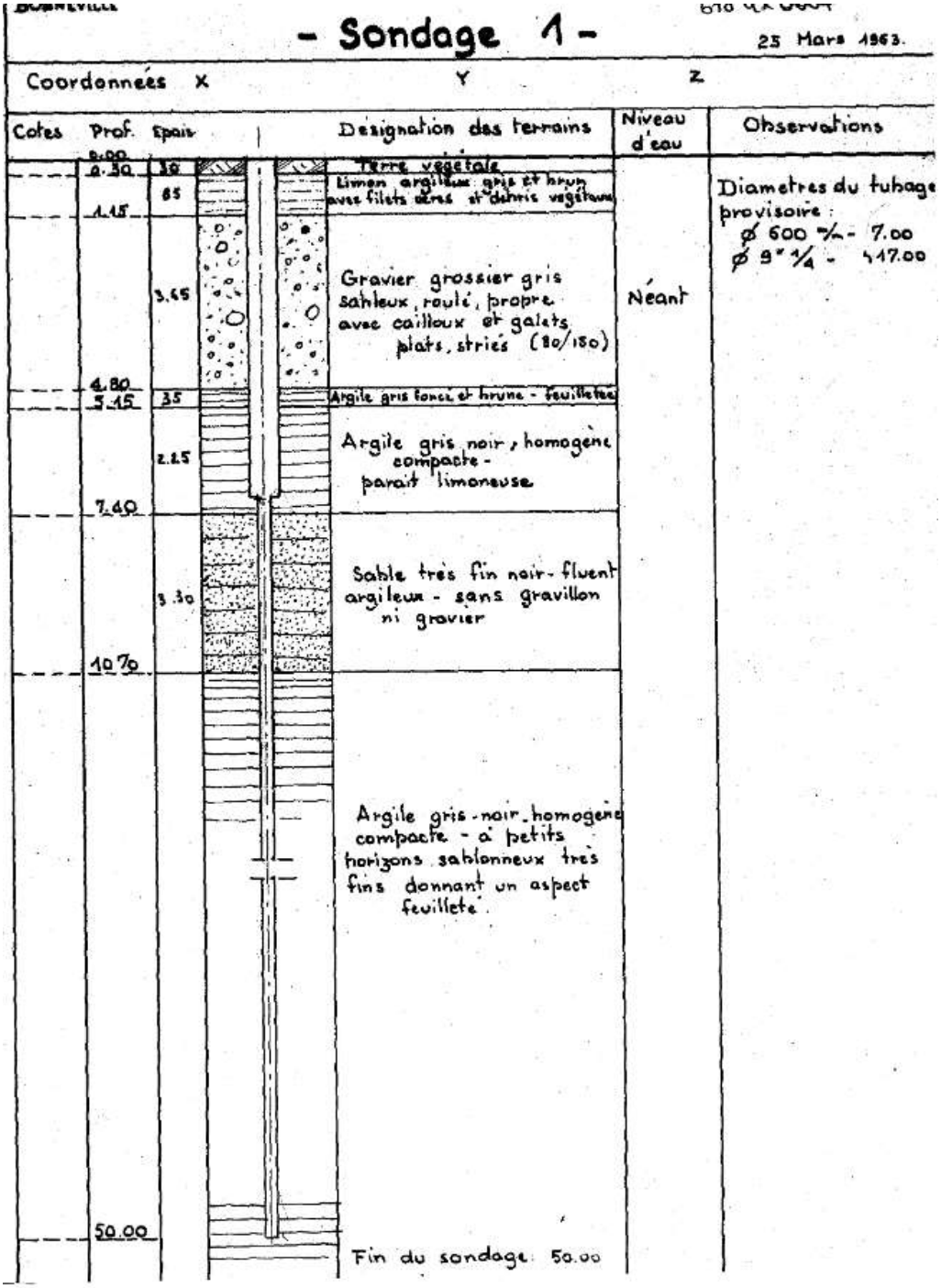



Figure 21 : Coupe géologique d'un forage à proximité du site

Cette coupe géologique montre la présence d'une couche de graviers et de sables qui sont favorables à l'infiltration mais qui rendent la nappe d'eaux souterraines vulnérable vis-à-vis d'une pollution (absence de couche protectrice).

## 2.6 Contexte hydrogéologique

Le site se situe au droit de la masse d'eau superficielle codifiée FRDG364 intitulée «Alluvions de l'Arve ». Géographiquement, cette masse correspond à la vallée de l'Arve, comprise entre Les Tines (74) pour l'amont de la vallée et Genève à l'aval.

Le magasin aquifère comporte trois unités dont le rôle hydrogéologique est différent :
1) Alluvions récentes ;
2) Formations glaciaires et/ou fluvio-glaciaires anciennes ;
3) Sillons de surcreusement.

Les formations graveleuses superficielles (alluvions récentes) constituent des aquifères de faible importance, la plupart du temps. Leur épaisseur varie en moyenne de 10 à 20 m (60 m au forage des Houches). Les formations graveleuses incluses dans les moraines (graviers interstadiaires) abritent une nappe étendue. La puissance de cette formation est variable, elle peut dépasser 20 m.
Pour la nappe superficielle, la recharge s'effectue par l'infiltration des précipitations (600 mm/an) et par les apports des bordures. L'alimentation des nappes interstadiaires et des sillons profonds a pour origine les cônes et deltas sur les bordures des vallées (Giffre, Borne, Menoge) et une part de drainance provenant des aquifères discontinus plus superficiels.

Le débit disponible pour l'écoulement souterrain a été évalué à 4 l/s/km$^2$ (CPGF, 1979). L'exutoire principal est l'Arve.

L'aquifère est principalement libre en ce qui concerne la nappe superficielle.

L'écoulement des eaux souterraines s'effectue dans l'axe des vallées, vers l'ouest. Compte tenu de l'existence de plusieurs nappes superposées, en continuité hydraulique ou non, il n'existe aucune carte piézométrique précise.

Les gradients hydrauliques de la nappe superficielle sont sensiblement équivalents aux pentes de l'Arve. Le gradient des nappes interstadiaires et des sillons profonds est de l'ordre de 0,5 % (gradient entre Scientrier et Etrembières).

L'épaisseur moyenne de la nappe superficielle est comprise entre 10 et 20m, sa perméabilité est inférieure ou égale à 0,1.10$^{-3}$ m/s

Les paramètres hydrodynamiques et vitesses de transfert des sillons varient :
- Sillon Arve - Ménoge : épaisseur : 30 à 60m, perméabilité : 0,5 à 2.10$^{-3}$ m/s ;
- Sillon de Sallanches (forage de Chedde) : épaisseur : 160m, perméabilité : 10$^{-6}$ m/s ;
- Sillon Giffre-Arve : épaisseur : 80 et 120m, perméabilité : 10$^{-3}$ m/s.

La zone non saturée dans la vallée de l'Arve entre Passy et Bonneville est composée de graviers et sables fins, fortement vulnérable aux pollutions en vue de l'absence de couche protectrice hormis la terre végétale. Quant à la zone non saturée dans la vallée de l'Arve et de la Ménoge entre Bonneville et Arthaz-Pont-Notre-Dame, elle est composée de sables (argileux, fins) et des argiles morainiques, couverte de terre

végétale et de limons argileux d'une épaisseur supérieure à 2 m, la rendant moins vulnérable aux pollutions.

D'après la Banque de Données du Sous-Sol (BSS) du BRGM, plusieurs ouvrages sont répertoriés dans un rayon de 500 m autour du site.

| Code BSS | Type | Profondeur ouvrage (m/TN) | Profondeur niveau d'eau (m/TN) | Côte niveau d'eau (m NGF) | Date relevé piézométrique |
|---|---|---|---|---|---|
| **BSS001SFQK** | Forage | / | 2,19 | 444,81 | 2/10/2007 |
| **BSS001SFQM** | Forage | 5,1 | 2,6 | 444,4 | 04/03/2008 |
| **BSS001SFQL** | Forage | 15 | 2,19 | 443,81 | 2/10/2007 |

Tableau 1 : Descriptif des points référencés dans la BSS Eau à proximité du site

Les éléments disponibles semblent montrer un niveau d'eau compris entre -2,6 et -2,19 m par rapport au terrain naturel.

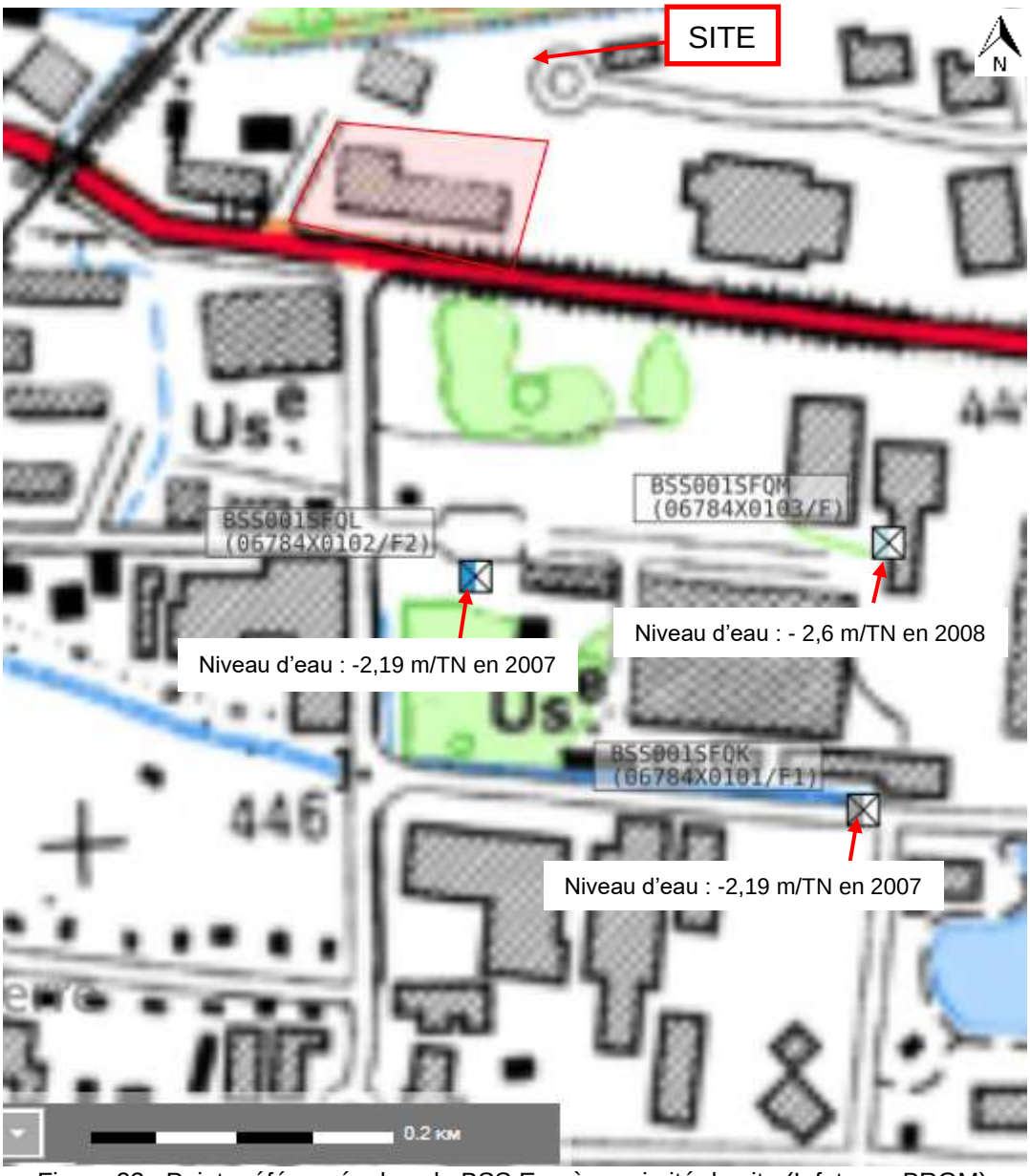



Figure 22 : Points référencés dans la BSS Eau à proximité du site (Infoterre, BRGM).

Lors des investigations de la société EG-SOL le 04 et 05 mai, des venues d'eau ont été observées dans les sondages de reconnaissance à des profondeurs variant entre 2,3 et 2,9 m/TN.

Le piézomètre installé sur site montre un niveau piézométrique de -2,4 m/TN soit 443,4 mNGF.

| Sondage | Cote de la tête du sondage | Date | Venue d'eau ou niveau d'eau | | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | Profondeur | Cote | |
| | [m NGF] | | [m/TA] | [m NGF] | |
| PM1 | 446,0 | 04/05/2022 | 2,9 | 443,1 | Venue d'eau |
| PM2 | 445,9 | 04/05/2022 | 2,8 | 443,1 | Venue d'eau |
| PM3 | 445,8 | 04/05/2022 | 2,7 | 443,1 | Venue d'eau |
| PM4 | 445,7 | 04/05/2022 | 2,9 | 442,8 | Venue d'eau |
| PM5 | 445,7 | 04/05/2022 | 2,3 | 443,4 | Venue d'eau |
| PM6 + EP1 | 445,9 | 04/05/2022 | 2,3 | 443,6 | Venue d'eau |
| PM7 | 445,8 | 04/05/2022 | 2,6 | 443,2 | Venue d'eau |
| PM8 + EP2 | 445,5 | 04/05/2022 | 2,4 | 443,1 | Venue d'eau |
| SP2 + Pz1 | 445,8 | 14/05/2022 | 2,4 | 443,4 | Niveau stabilisé |

Figure 23 : Niveaux d'eau observés sur site (source : EG-SOL)

## 2.7 Périmètres de protection de captage d'Adduction en Eau Potable

Selon les données de l'ARS Auvergne Rhône Alpes ; aucun périmètre de protection des captages d'AEP ne se trouve dans un rayon de 500 m du site d'étude.

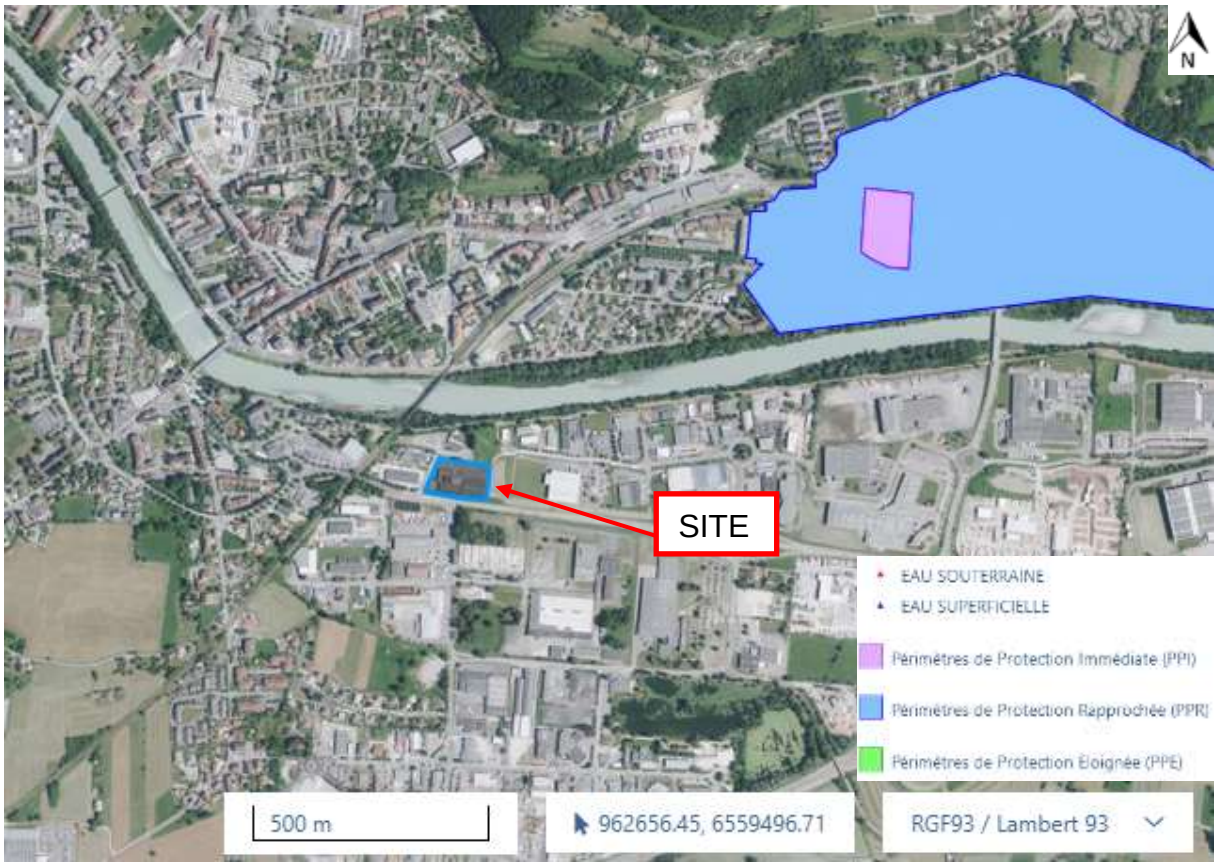



Figure 24 : Extrait de la carte des captages AEP et leurs périmètres de protection (source : ARS AuRA)

## 2.8 Contexte naturel règlementaire et patrimonial

Selon la cartographie Nature, Paysage et Biodiversité de la DREAL Rhône-Alpes, le site d'étude n'est inclus dans aucun périmètre patrimonial, naturel ou règlementaire de type :

- Réserve nationale ou régionale,
- Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Floristique ou Faunistique de type 1,
- Zone d'Intérêt pour la Conservation des Oiseaux,
- Zone Humide RAMSAR, élémentaire ou non,
- Arrêté Préfectoral de Protection du Biotope,
- Site inscrit ou classé,
- Parc Naturel,
- NATURA 2000,
- Zone Sensible à l'Eutrophisation,
- Zone Vulnérable aux Nitrates.

Le site d'étude est inclus dans périmètre patrimonial, naturel ou règlementaire de type :

- Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Floristique ou Faunistique de type 2.

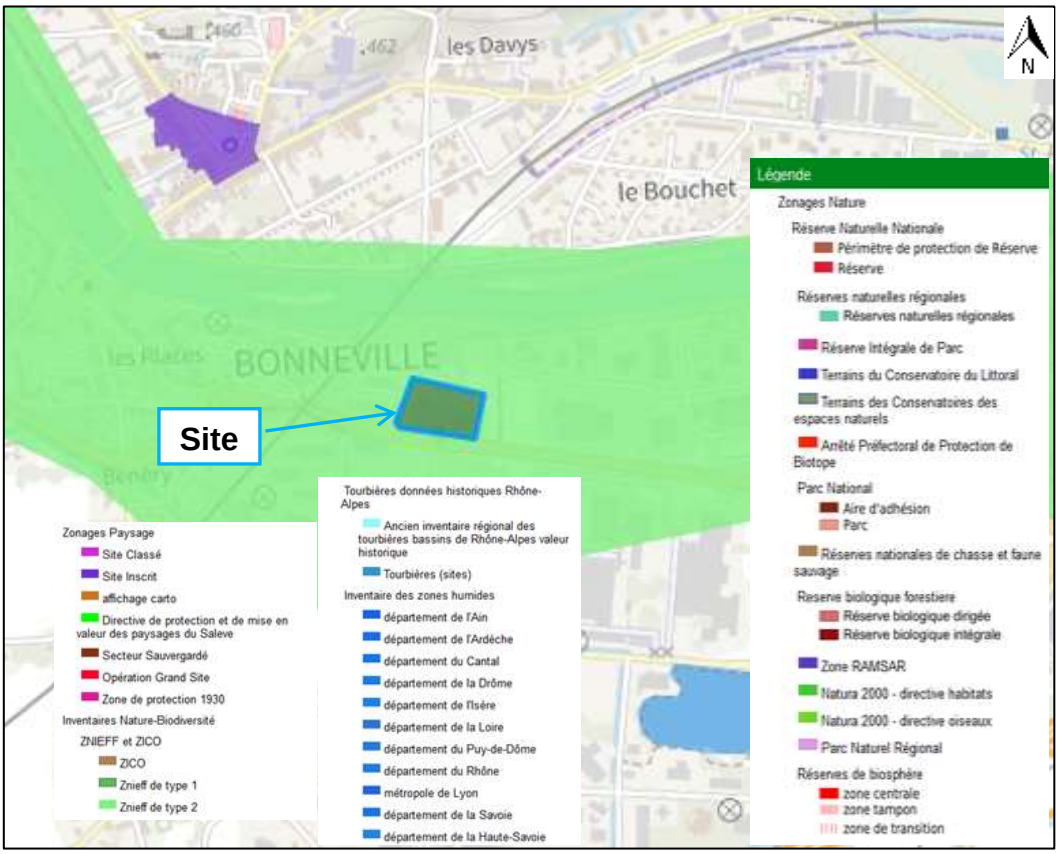



Figure 25 : Cartographie des zonages nature, paysage, biodiversité (DREAL Rhône-Alpes).

## 2.9 Diagnostic de l'existant en matière d'eaux pluviales

Toute la propriété est dotée d'un réseau de collecte des eaux pluviales (avaloirs à grille et regards) se rejetant au puits perdu situé en limite sud-ouest du tènement.

## 2.10 Bassin versant intercepté

Les caractéristiques de la parcelle étudiée (topographie, voiries en bordure Ouest de site avec réseau de collecte des eaux pluviales) amènent à considérer la surface de bassin versant intercepté équivalente à la surface totale du site, soit 9 306 m².

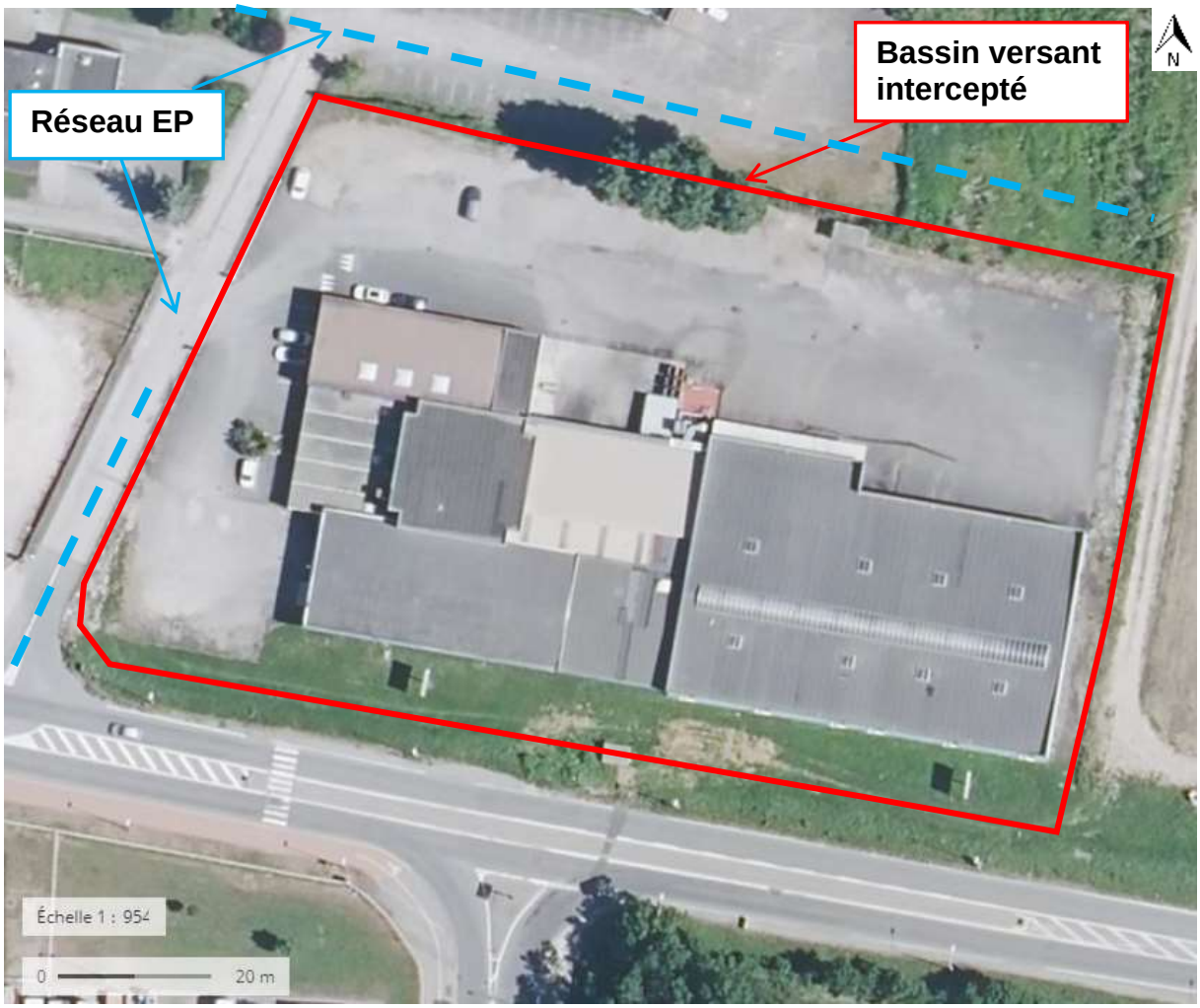



Figure 26 : Bassin versant intercepté

# 3 PRESENTATION DU PROJET

## 3.1 Présentation rapide des aménagements projetés

Le projet consiste en la construction d'un supermarché LIDL au niveau de la zone industrielle des Communaux, commune de Bonneville (74).

Les surfaces à gérer sont les toitures, les voiries et places de stationnement en enrobé, le parvis et les surfaces perméables (espaces verts, stationnements perméables…).

Le détail des surfaces à gérer est renseigné ci-dessous :

| Désignation | Surface (m²) |
|---|---|
| Toiture | 3 103,8 |
| Voirie et stationnement en enrobé | 2 433,8 |
| Stationnement perméable en pavés drainants | 1 151,6 |
| Espaces verts | 2 525 |
| **Total** | **9 214,2** |

Tableau 2 : Description de l'aménagement des surfaces (source : rapport APD du 22.12.2025).

Le projet prévoit la gestion de l'ensemble des eaux de ruissellement du site à l'échelle du projet pour une pluie d'occurrence décennale,

Ci-après le plan de masse du projet

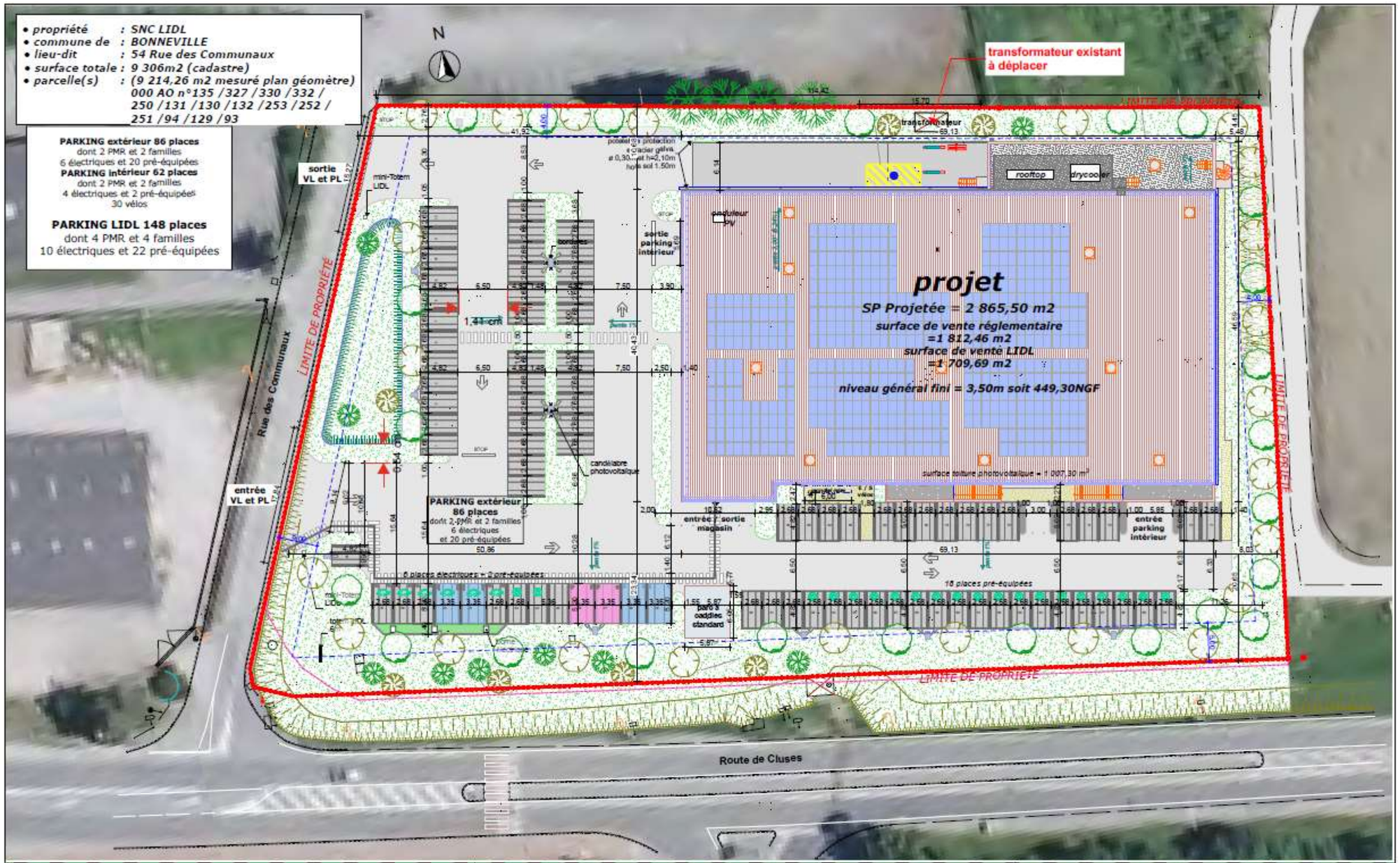



Figure 27 : Plan de masse du projet

## 3.2 Infiltration des terrains

Deux tests d'infiltration ont été réalisés sur site par la société EG-SOL le 04 et 05 mai 2022.

Les deux tests à charge variable ont été réalisés dans deux puits à la pelle mécanique et à deux profondeurs différentes.

Les sols présents au droit du site, montrent la présence de sols peu perméables à perméables avec des faciès :

**PM6 + EP1**

Date : 04/05/2022

| Epaisseurs (m) | Cote du toit de couche* | Profondeurs (m) | Description lithologique |
|---|---|---|---|
| 0,2 | 445,9 | 0,0 m à 0,2 m | Couverture végétale |
| 1,9 | 445,7 | 0,2 m à 2,1 m | Limon sableux remanié avec traces de matière organique, de terre cuite, et de caoutchouc (Remblais) |
| 0,5 | 443,8 | 2,1 m à 2,6 m | Sable grossier humide à quelques galets et graviers gris foncé |
| Fin du sondage | 443,3 | | * NGF |

**PM8 + EP2**

Date : 04/05/2022

| Epaisseurs (m) | Cote du toit de couche* | Profondeurs (m) | Description lithologique |
|---|---|---|---|
| 0,4 | 445,5 | 0,0 m à 0,4 m | Couche de forme |
| 1,3 | 445,1 | 0,4 m à 1,6 m | Limon sableux marron foncé avec traces d'oxydation |
| 0,7 | 443,9 | 1,6 m à 2,3 m | Limon argileux humide bleu |
| 0,5 | 443,2 | 2,3 m à 2,8 m | Graves sableuses gris anthracite saturées en eau |
| Fin du sondage | 442,7 | | * NGF |

Tableau 3 : Lithologie rencontrée lors des tests d'infiltration (source EG-SOL)

| Nom des essais | Sondage | Profondeur (m/TA) | Faciès testé | K (m/s) | K (mm/h) | Qaulité de perméabilité |
|---|---|---|---|---|---|---|
| EP1 | PM6 | 2,4 | Sable grossier humide à quelques galets et graviers gris foncé | 5,2E-05 | 185,4 | Médiocre |
| EP2 | PM8 | 2,2 | Graves sableuses gris anthracite saturées en eau | 2,4E-06 | 8,8 | Faible |

Figure 28 : Résultat des tests d'infiltration mai 2022 (source : société : EGSOL)

Selon le principe de précaution, la perméabilité la plus contraignante sera retenue pour le reste de l'étude, soit 8,8 mm/h.

L'implantation des sondages est présentée dans la page suivante :

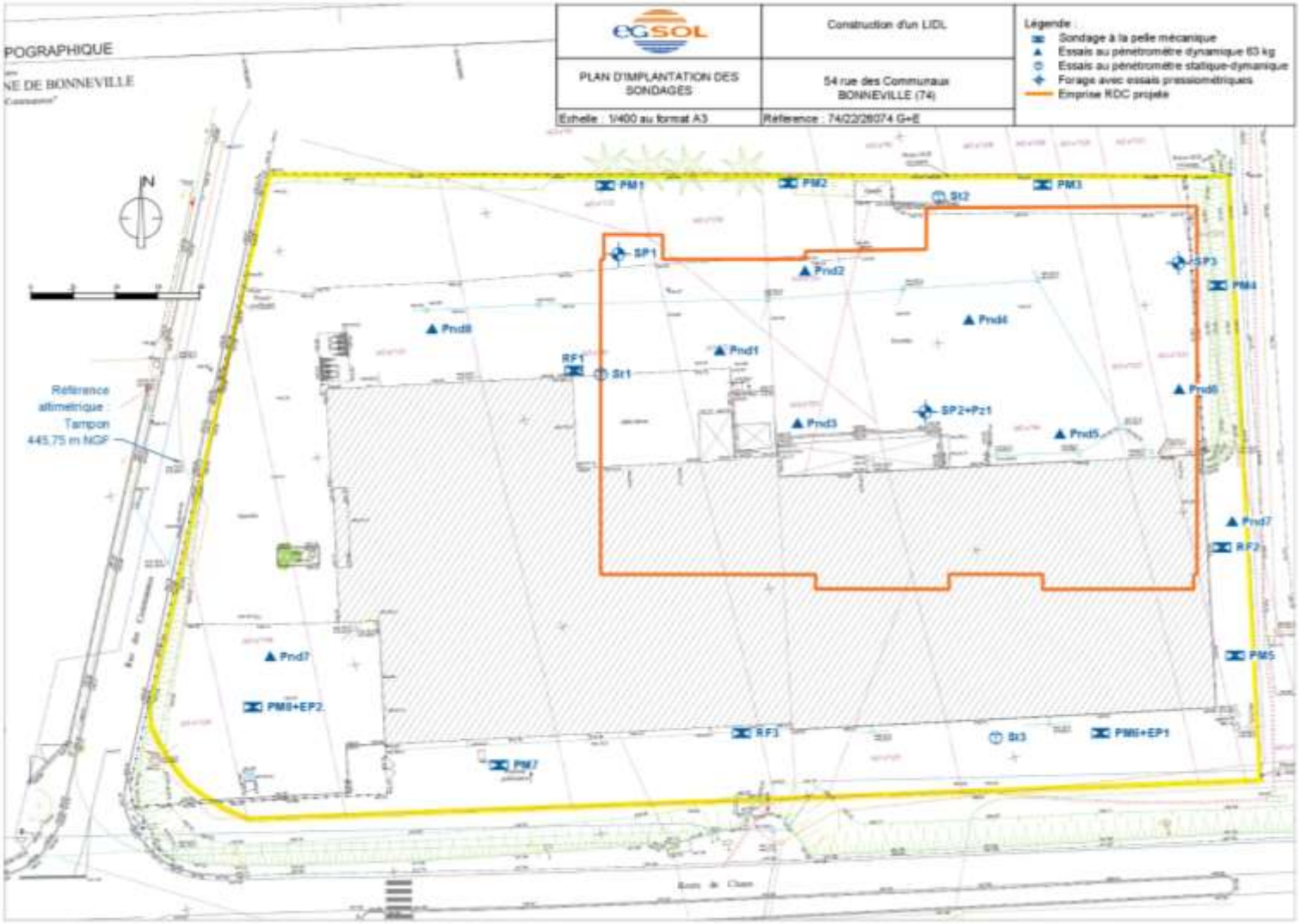



Figure 29 : Plan d'implantation des tests d'infiltration réalisés par EG-SOL

## 3.3 Principe de gestion des eaux pluviales

Les tests d'infiltration réalisés sur site montrent une perméabilité du sol faible à bonne. Les résultats sont cohérents avec nos observations de terrain et les données disponibles dans la bibliographie.

La notice pluviale du PLU préconise la mise en place d'un ouvrage d'infiltration équipé d'une surverse vers le réseau communal.

L'infiltration sur la parcelle techniquement et réglementairement possible. Toutefois, La présence de la nappe à une faible profondeur limite notre marge de manœuvre pour le dimensionnement de l'ouvrage et nous contraint de garder une marge de sécurité par rapport au niveau du toit de la nappe (+ 1 m a minima).

Ainsi, les eaux pluviales du site seront gérées de la manière suivante :

- Les eaux de toiture, jugées non polluées, seront collectées dans une cuve de 10 m³ pour l'arrosage et le nettoyage. Le trop-plein sera dirigé vers un bassin d'infiltration enterré ;
- Les eaux de ruissellement des voiries et parkings seront acheminées vers un bassin paysager planté. Ce dispositif de phyto-épuration permettra le traitement qualitatif des EP ;
- En cas de saturation, l'ensemble des ouvrages évacuera les excédents vers le réseau public de la rue des Communaux via une surverse de sécurité.

L'ensemble des ouvrages a été dimensionné pour contenir le volume d'eau généré par une pluie d'une période de retour décennal, conformément au règlement de gestion des eaux pluviales annexé au PLU de BONNEVILLE, à partir des coefficients de Montana de la station météorologique la plus proche et représentative pour ce site (MEYTHET 74).

Les eaux de ruissellement devront être collectées au moyen de grilles avaloirs équipées de paniers dégrilleurs et de chambres de décantation afin d'éviter tout colmatage des réseaux et des ouvrages (dépôts de matières en suspension).

# 4 DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES

## 4.1 Pluie et ruissellement

Les volumes d'eau à gérer lors d'événements pluvieux ont été calculés à partir d'une pluie décennale, conformément aux recommandations de l'annexe sanitaire du PLU de BONNEVILLE.

Les données pluviométriques utilisées pour le dimensionnement sont extraites des données Météo France,

L'intensité de la pluie est donnée par la formule de Montana : $I = at^{-b}$

Dans laquelle a et b sont des paramètres définis statistiquement pour une région donnée,

**Coefficients de Montana pour des pluies de durée de 6 minutes à 6 heures**

| Durée de retour | a | b |
|---|---|---|
| 5 ans | 455 | 0.678 |
| 10 ans | 541 | 0.685 |
| 20 ans | 624 | 0.688 |
| 30 ans | 673 | 0.691 |
| 50 ans | 729 | 0.691 |
| 100 ans | 807 | 0.691 |

Figure 30 : Coefficients de Montana de la station de MEYTHET (74),

## 4.2 Coefficients de ruissellement et surfaces pris en compte

Les coefficients de ruissellement utilisés pour le dimensionnement sont extraits :

- Des tables de Régis BOURRIER dans « *Les réseaux d'assainissement – Calculs - Applications - Perspectives »* de 1997,

- De l'ouvrage de Y,AZZOUT, S,BARRAUD, F,N,CRES, et E, ALFAKIH de l'INSA de Lyon, *« Techniques alternatives en assainissement pluvial - Choix - Conception - Réalisation – Entretien »* de 1994, réalisé en collaboration avec le GRAIE, le LPCP, le CERTU, le CETE Sud-Ouest et l'agence de l'eau Seine Normandie,

Au vu de la topographie du site et des environnants ainsi que les aménagements présents (zone urbanisée avec systèmes de collecte des eaux pluviales existant en amont) il n'est pas considéré de bassin versant amont pour ce site,

Le tableau suivant résume la destination des surfaces du projet et les coefficients de ruissèlement correspondants :

| Désignation | Surface (m²) | Coefficient de ruissellement | Surface active (m²) |
|---|---|---|---|
| Toiture | 3104 | 1,00 | 3103,8 |
| Voirie et stationnement en enrobé | 2434 | 0,95 | 2312,1 |
| Stationnement perméable en pavés drainants | 1152 | 0,40 | 460,6 |
| Espaces verts | 2525 | 0,10 | 252,5 |
| **Total** | **9 214** | **0,67** | **6 129** |

Tableau 4 : Surfaces actives du projet

## 4.3 Méthode de dimensionnement

On calcule un débit entrant sur la base d'**intensités de pluies décennales** et des superficies du projet,

On calcule ensuite le volume de stockage nécessaire sur la base des perméabilités déterminées sur site par tests d'infiltration (hypothèse pessimiste de perméabilité retenue).

- Le **débit entrant est** calculé au moyen de la formule rationnelle : $Q = C_a \times i \times S$

Avec :

- ✓ $C_a$ : coefficient d'apport $C_a = \sum \frac{C_i \times S_i}{S}$ ($C_i$ les coefficients de ruissellement affectés aux secteurs de surface $S_i$),
- ✓ i : intensité de la pluie,
- ✓ S : surface de réception,

Le volume d'eau stocké à l'instant t dans le bassin peut s'écrire sous la forme :

$$V(t) = f(R, p)$$
$$V(t) = n \times p \times l \times L$$

Avec :

- ✓ L : la longueur
- ✓ L : la largeur
- ✓ n : la porosité
- ✓ p : la profondeur

### 4.3.1 Résultats du dimensionnement

#### *4.3.1.1 Eaux de toitures*

| Bassin d'infiltration enterré à galets | |
|---|---|
| Surface projet (m²) | 3 104 |
| Coefficient de ruissellement | 1 |
| Surface active (m²) | 3 104 |
| Longueur du bassin (m) | 42 |
| Largeur du bassin (m) | 10 |
| Profondeur du bassin (m) | 1,00 |
| Porosité (%) | 40 |
| Perméabilité K (m/s) | $2.\ 10^{-6}$ |
| Surface infiltrante (m²) | 503 |
| Débit d'infiltration (l/s) | 1,01 |
| Durée de pluie la plus défavorable (minutes) | 360 |
| Volume ruisselé (m³) | 178,7 |
| Volume infiltré (m³) | 10,9 |
| Volume de rétention nécessaire lié à une pluie décennale (m³) | 168 |
| **Volume utile (m³)** | **168** |

Tableau 5 : Dimensionnement du bassin d'infiltration enterré à galets

**Le bassin d'infiltration enterré devra avoir un volume minimum 168 m³. Il sera rempli de galets roulés, lavés et siliceux disposant d'une porosité de 40 % minimum.**

#### *4.3.1.2 Eaux de voiries et parking*

| Bassin d'infiltration aérien | |
|---|---|
| Surface projet (m²) | 6 110 |
| Coefficient de ruissellement | 0,50 |
| Surface active (m²) | 3 025 |
| Emprise au sol du bassin (m²) | 210 |
| Profondeur du bassin (m) | 1,10 |
| Talus | 1H/1V |
| Porosité (%) | 100 |
| Perméabilité K (m/s) | $2.\ 10^{-6}$ |
| Surface infiltrante (m²) | 235 |
| Débit d'infiltration (l/s) | 0,47 |
| Durée de pluie la plus défavorable (minutes) | 360 |
| Volume ruisselé (m³) | 174 |
| Volume infiltré (m³) | 5,6 |
| Volume de rétention nécessaire lié à une pluie décennale (m³) | 169 |
| **Volume utile (m³)** | **178** |

Tableau 6 : Dimensionnement du bassin d'infiltration aérien

**Important :**

**Le dimensionnement des ouvrages a été effectué sur la base de surfaces du projet prévu (toitures, voiries et espaces verts), toutes modifications les concernant, nécessitera un réajustement des ouvrages dimensionnés.**

### 4.3.2 Suggestion d'implantation des ouvrages

*Nota : La figure ci-dessous présente une suggestion d'implantation des ouvrages qui peut être adaptée sous réserve de garder le même principe de gestion et les volumes des ouvrages.*

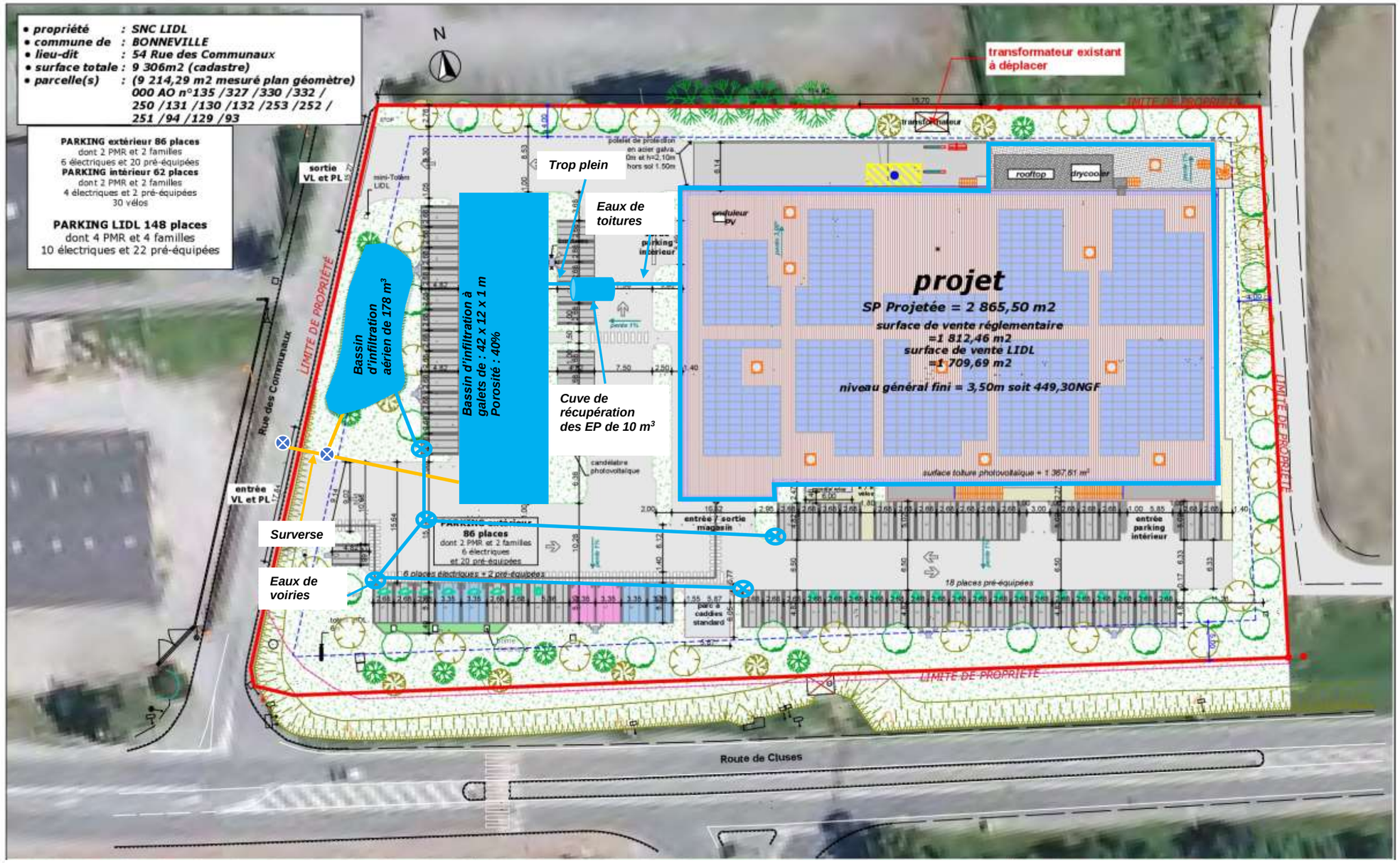



Figure 31 : Proposition d'implantation des ouvrages de gestion sur plan de masse

# 5 CONCLUSION

A la demande de M. MILHAVET et pour le compte de la société LIDL, G ENVIRONNEMENT a réalisé une étude de gestion des eaux pluviales pour le projet de construction d'un magasin LIDL au niveau du 54 rue des Communaux sur la commune de BONNEVILLE (74130).

Cette étude comprend :

- La visite du site et des environnants, l'étude du site, des contextes géographique, géologique, hydrologique et hydrogéologique issus de la bibliographie ;
- L'étude des données géologiques, hydrogéologiques et hydrologiques locales ;
- Le dimensionnement d'ouvrages de gestion des eaux pluviales (tranchées, bassins, puits d'infiltration) sur la base des tests d'infiltration réalisés par la société EG SOL le 04 et 05 mai 2022, et selon une pluviométrie locale décennale, conformément aux préconisations de la commune de Bonneville (74).

L'étude a été réalisée sur la base du rapport Avant-Projet Détaillé pour la réalisation d'un magasin LIDL, du 20/01/2026 réalisé par ARCK'IN'TECH.

Le dimensionnement des ouvrages de gestion des eaux pluviales a été effectué pour une pluie d'occurrence **décennale**, selon les recommandations de la commune de BONNEVILLE et à partir des coefficients de Montana de la station météorologique la plus représentative pour le site, station de MEYTHET (74).

Au vu de la topographie du site et des environnants ainsi que les aménagements présents (zone urbanisée avec systèmes de collecte des eaux pluviales existant en amont) il n'est pas considéré de bassin versant amont pour ce site.

Les surfaces à gérer sont les toitures, les voiries et places de stationnement en enrobé, le parvis et les surfaces perméables (espaces verts, stationnements perméables…).

Ainsi, les eaux pluviales du site seront gérées de la manière suivante :

- Les eaux de toiture, jugées non polluées, seront collectées dans une cuve de 10 m³ pour l'arrosage et le nettoyage. Le trop-plein sera dirigé vers un bassin d'infiltration enterré de 168 m³ de volume utile ;
- Les eaux de ruissellement des voiries et parkings seront acheminées vers un bassin paysager planté d'une capacité de 178 m³. Ce dispositif de phyto-épuration permettra le traitement qualitatif des EP ;
- En cas de saturation, l'ensemble des ouvrages évacuera les excédents vers le réseau public de la rue des Communaux via une surverse de sécurité.

.

Remarques importantes :

- Les préconisations et prescriptions des documents règlementaires présentés au sein du présent rapport (PLU, etc,) devront être appliqués à l'échelle du projet, notamment

la réduction des surfaces imperméabilisées et la réutilisation des eaux pluviales sur site,

- Toute implantation d'arbres ou de végétaux développant un système racinaire important sera effectuée à une distance minimale de 3 m des ouvrages enterrés,

- Les ouvrages de collecte devront être équipés de dispositifs de prétraitement de type paniers dégrilleurs / avaloirs à grille / chambres de décantation pour parer au colmatage de l'ouvrage,

- Les ouvrages de gestion des eaux pluviales devront être régulièrement inspectés et entretenus pour garantir leur bon fonctionnement (au minimum une fois par an et après tout évènement exceptionnel),

- L'inspection devra être visuelle et fonctionnelle et l'entretien inclura notamment le curage du bassin / des dispositifs de prétraitement,

- Une procédure devra être rédigée et mise en place en cas de déversements accidentels s'écoulant jusqu'aux ouvrages (hydrocarbures, produits chimiques, etc,), Ces derniers devront ensuite être curés, inspectés et nettoyés dans les règles de l'art avant remise en service,

# 6 ANNEXES

## 6.1 Extrait du règlement du PPRN de la commune de BONNEVILLE 74

| Localisation | N° de la zone réglementaire | Type de règlement | N° de la zone d'aléa correspondante |
|---|---|---|---|
| Les Places | 42 | I | 79 |
| Les Bordets Ouest et Est, Vers les Bois, Le Bouchet | 43 | N | 77, 83 et 86 |
| Le Bouchet | 44 | I | 78 |
| Les Bordets | 45 | E | 84 |
| La Cour, Sous Pratz-Colis, Les Charbonnières | 46 | I | 91 |
| Ruisseau de l'étang des Bois d'Avaz | 47 | X | 85 |
| La Cour | 48 | I+E | 90 |
| Les Bois d'Avaz | 49 | X | 92 |
| Torrent Le Bronze | 50 | X | 93 |
| L'Isle | 51 | X | 95 |
| L'Isle | 52 | X | 94 |
| L'Isle | 53 | I | 91 |
| L'Isle | 54 | X | 97 |
| Les Bois d'Avaz | 55 | O | 92 |

Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles — BONNEVILLE

### 3. Catalogue des règlements applicables

**Règlement X**
Type de zone : Risque torrentiel, glissement de berge - risque fort
Champ d'expansion de crue à préserver

**Règlement D**
Type de zone : Instabilités de terrain - risque moyen

**Règlement E**
Type de zone : Zone humide - risque faible

**Règlement I**
Type de zone : Risque inondation - risque faible

**Règlement J**
Type de zone : Risque torrentiel - risque faible

**Règlement L**
Type de zone : Risque torrentiel en zone urbanisée - risque moyen à fort

**Règlement M**
Type de zone : Risque inondation - risque faible

**Règlement N**
Type de zone : Risque inondation - risque faible

**Règlement O**
Type de zone : Zone humide - risque moyen à fort

11

## 6.2 Dispositifs réalisables selon la nature des sols - Extrait de la notice technique du CASIEP de Bonneville

**Dispositifs réalisables selon l'aptitude des sols à l'infiltration des eaux pluviales**

| Aptitude | Puits d'infiltration AVEC débit de fuite Notice technique n°1 | Puits d'infiltration SANS débit de fuite Notice technique n°2 | Champs d'épandage AVEC débit de fuite Notice technique n°3 | Champs d'épandage SANS débit de fuite Notice technique n°4 | Citerne étanche Notice technique n°5 | Ouvrage de rétention-infiltration superficiel AVEC débit de fuite Notice technique n°6 | Ouvrage de rétention superficiel Etanche AVEC débit de fuite Notice technique n°7 | Ouvrage de rétention-infiltration superficie SANS débit de fuite Notice technique n°8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Verte | | ✓ | | ✓ | | | | ✓ ⚠ |
| Verte 2 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ ⚠ | | ✓ ⚠ |
| Orange | ✓ ⚠ | ✓ ⚠ | ✓ ⚠ | ✓ ⚠ | ✓ ⚠ | ✓ ⚠ | ✓ ⚠ | ✓ ⚠ |
| Rouge | | | | | ✓ | | ✓ | |

⚠ Etude de conception du dispositif obligatoire (aptitude orange : nature des sols à valider par la réalisation de sondages).

# B. Etude géotechnique G2PRO

E.G. SOL – Juin 2022

EGSOL Savoies
4, rue Henri Verjus
74600 ANNECY SEYNOD
T : 04 79 68 70 09
egsol-savoies@egsol.fr

www.egsol.fr

PARTOUT EN FRANCE

DAUPHINÉ SAVOIE
38610 GIÈRES
egsol-grenoble@egsol.fr

SAVOIES
74600 ANNECY SEYNOD
egsol-savoies@egsol.fr

LYON
69800 ST PRIEST
egsol-lyon@egsol.fr

EST
01250 HAUTECOURT-ROMANECHE
egsol-est@egsol.fr

CENTRE
42330 ST GALMIER
egsol-centre@egsol.fr

AUVERGNE
63000 CLERMONT-FD
egsol-auvergne@egsol.fr

SUD
13420 GEMENOS
egsol-sud@wanadoo.fr

BEZIERS
34500 BÉZIERS
egsol-sud.beziers@orange.fr

OUEST
86550 MIGNALOUX-BEAUVOIR
egsol-ouest@egsol.fr

ILE DE FRANCE
78370 PLAISIR
egsol-paris@egsol.fr

# RAPPORT D'ÉTUDE

# MISSION GÉOTECHNIQUE G2 PRO
## Etude géotechnique de conception en phase projet

Construction d'un LIDL

**BONNEVILLE (74 - Haute-Savoie)**

LIDL Direction régionale Pontcharra

| | |
|---|---|
| ***Fait à Gières- Le 10/06/2022*** | ***Réf : R74/22/26074 G*** |

| *Indice* | *Rédigé par* | *Vérifié par* | *Mission* | *Modifications* |
|---|---|---|---|---|
| ***0*** | ***SM*** | ***CB*** | ***G2 PRO*** | ***-*** |



| *Ingénieur responsable* | *Contact téléphonique* | *Courriel* |
|---|---|---|
| ***Sandra MARIOTTE*** | *06 86 23 72 41* | *sandra.mariotte@egsol.fr* |

# SOMMAIRE

**1. INTRODUCTION ..... 3**

**2. RENSEIGNEMENTS GENERAUX ..... 4**

**2.1. Le site ..... 4**
**2.2. Contexte géologique ..... 6**
**2.3. Contexte hydrogéologique ..... 7**
**2.4. Risques naturels ..... 7**
**2.5. Documents en notre possession ..... 9**
**2.6. Le projet ..... 9**

**3. CAMPAGNE DE RECONNAISSANCE DES SOLS ET RESULTATS ..... 11**

**3.1. Campagne de reconnaissances ..... 11**
**3.2. Remarques préalables ..... 11**
**3.3. Modèle géologique et géotechnique – première approche ..... 13**
**3.4. Résultats des essais de laboratoire ..... 15**
**3.5. Données hydrogéologiques ..... 17**
**3.6. Tests d'infiltration ..... 18**
**3.7. Reconnaissance de fondations existantes ..... 18**

**4. SYNTHÈSE ET PRÉCONISATIONS ..... 19**

**4.1. Identification et impact potentiel des risques géotechniques ..... 19**
**4.2. Aléa sismique et susceptibilité à la liquéfaction ..... 19**
**4.3. Fondation ..... 20**
**4.4. Traitement des niveaux bas ..... 27**
**4.5. Couche de forme et remblais techniques ..... 28**
**4.6. Protection vis-à-vis de l'eau ..... 30**
**4.7. Terrassement ..... 30**

**5. REMARQUES ET SUGGESTIONS PARTICULIERES – ALEAS ET INCERTITUDES ..... 32**

**ANNEXES**

T.N : Terrain naturel
T.A : Terrain actuel
N.G.F : Nivellement général de la France

# 1. INTRODUCTION

Principales données de la mission :

| | |
|---|---|
| *Maître d'ouvrage* | LIDL Direction régionale Pontcharra |
| *Commune / Département du site* | BONNEVILLE (74 - Haute-Savoie) |
| *Projet* | Construction d'un LIDL |
| *Mission géotechnique ** | Etude géotechnique de conception en phase projet<br>G2 PRO |
| *Date de la commande* | 31/03/2022 |

*(*) Selon la « Classification des Missions Géotechniques Types » définie dans la norme NF P 94-500 de Novembre 2013 dont est joint un extrait en annexe.*

Cette étude a pour objectifs :

- De préciser les contextes géologique, hydrogéologique et géotechnique du site ;
- De procéder à une identification des risques géotechniques du site ;
- De préconiser les fondations les mieux adaptées aux contextes et aux structures ;
- De se prononcer sur la perméabilité des terrains rencontrés ;
- De donner des recommandations pour la réalisation des fondations, des niveaux bas, des terrassements et pour la protection vis-à-vis de l'eau.

En revanche, les aspects suivants ne font pas partie de notre mission :

- Étudier l'impact sur les réseaux éventuels présents sur le site ;
- Réaliser une ébauche dimensionnelle des fondations ;
- Réaliser une étude hydrogéologique ;
- Réaliser un diagnostic pollution ;
- Effectuer la reconnaissance des anomalies géotechniques situées en dehors de nos sondages et notamment en profondeur.

# 2. RENSEIGNEMENTS GENERAUX

## 2.1. LE SITE

| | |
|---|---|
| *Localisation du site* | • Adresse : 54 rue des Communaux - BONNEVILLE (74 - Haute-Savoie)<br>• Parcelle cadastrale : n° 93, 94, 129, 130, 135, 250, 252, 253, 327, 330 et 332 section AO |
| *Paysage / altitude* | • Altitude : environ 445 m NGF à 446 m NGF<br>• Paysage : plaine alluviale, proximité de la rivière l'Arve (100 m à 150 m au Nord)<br>• Contexte : zone d'activité |
| *Etat des lieux / morphologie / pente* | • Terrain relativement plan<br>• Terrain occupé par un bâtiment industriel de type RDC et par une voirie en enrobé |
| *Réseaux* | • Présence de nombreux réseaux |
| *Zone d'Influence géotechnique (Z.I.G) 1ère approche* | • Voirie au Sud et à l'Ouest<br>• Terrain avec voirie au Nord<br>• Terrain libre de construction à l'Est |

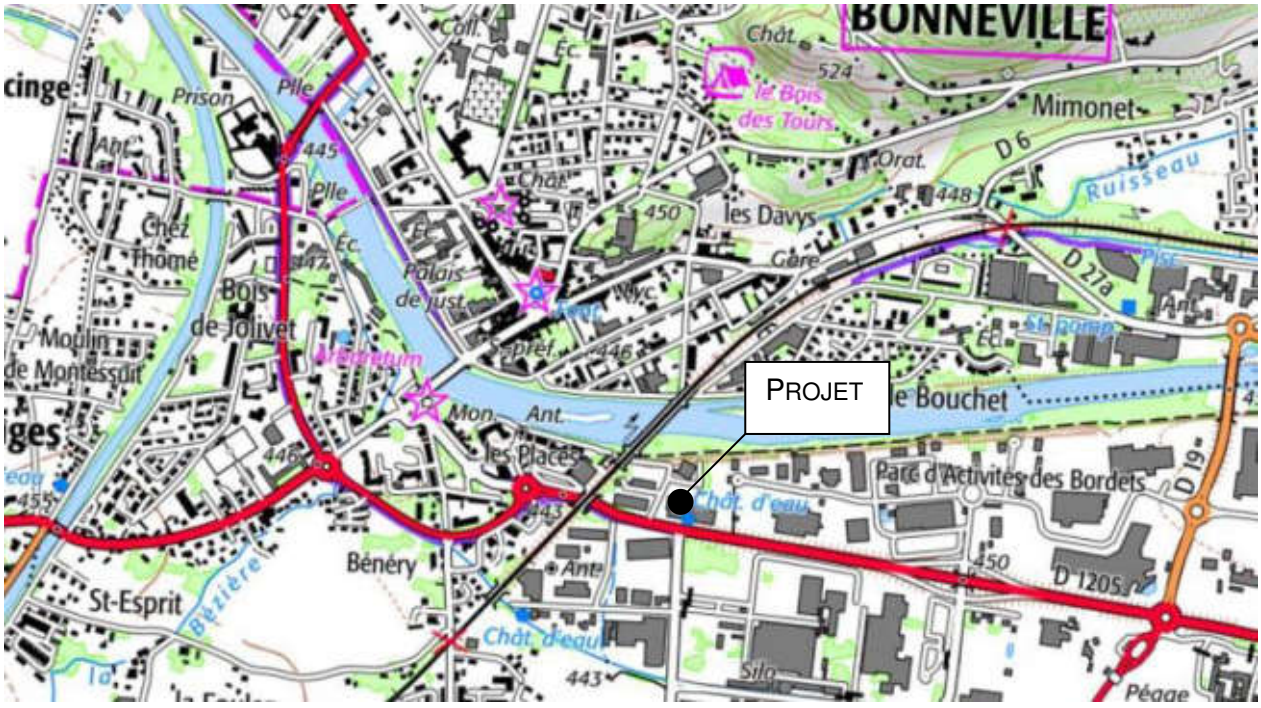



*Photo aérienne du site (source Géoportail)*



*Photo aérienne du site (source Géoportail)*



*Photo de la façade Nord du bâtiment*




*Photo de la façade Est du bâtiment*



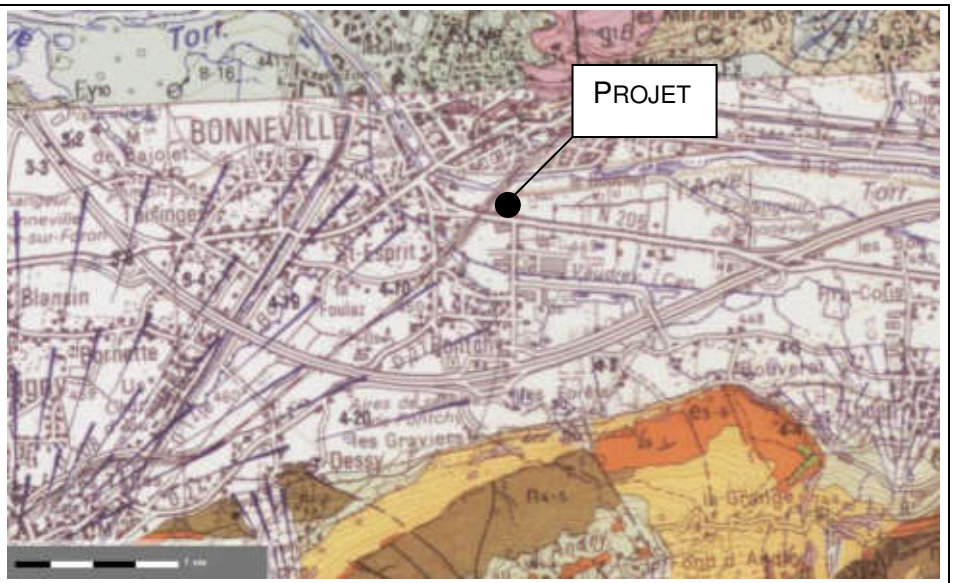
*Photo de la façade Sud du bâtiment*



*Photo de la façade Ouest du bâtiment*

## 2.2. CONTEXTE GEOLOGIQUE

*Carte géologique*



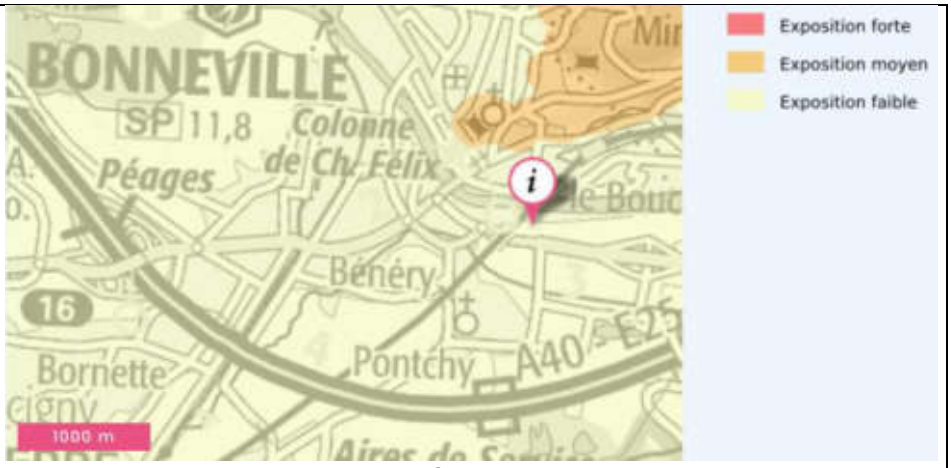

*Extrait de la carte géologique de ANNECY-BONNEVILLE au 1/50000ème, source BRGM*

| | |
|---|---|
| *Contexte géologique du site* | Fz Alluvions modernes de vallée |

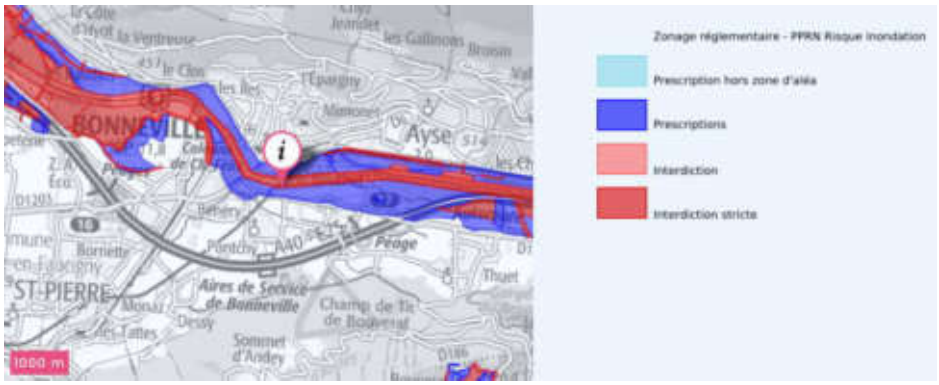
## 2.3. CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE

| | |
|---|---|
| *Contexte hydrogéologique du site* | Le site, du fait de sa localisation dans une plaine alluviale, à proximité d'un cours d'eau, est susceptible d'abriter une nappe. |

## 2.4. RISQUES NATURELS

| | |
|---|---|
| *Exposition à l'aléa retrait/gonflement des argiles* |  **Aléa faible** |
| *Sismicité selon l'arrêté du 22/10/2010* | **Zone 4 (Moyenne)** |
| *Mouvements de terrain* | Mouvements de terrain recensés dans un rayon de 500 m : Non |
| *Cavités souterraines* | Cavités souterraines recensées dans un rayon de 500 m : Non |

<table>
<tr>
<td>Inondations / remontée de nappe</td>
<td>TRI ➔ crue de probabilité moyenne<br> 

<br>PPRNI ➔ zon à interdiction stricte<br> 
</td>
</tr>
<tr>
<td>Arrêtés CATNAT</td>
<td>Inondations et/ou Coulées de boue : 5<br>
<table>
<tr><th>Code national CATNAT</th><th>Début le</th><th>Fin le</th><th>Arrêté du</th><th>Sur le Journal Officiel du</th></tr>
<tr><td>INTE2121745A</td><td>09/06/2021</td><td>09/06/2021</td><td>09/06/2021</td><td>04/08/2021</td></tr>
<tr><td>INTE1817087A</td><td>20/01/2018</td><td>22/01/2018</td><td>22/01/2018</td><td>05/07/2018</td></tr>
<tr><td>INTE1516409A</td><td>30/04/2015</td><td>04/05/2015</td><td>04/05/2015</td><td>22/07/2015</td></tr>
<tr><td>INTE1516409A</td><td>26/04/2015</td><td>28/04/2015</td><td>28/04/2015</td><td>22/07/2015</td></tr>
<tr><td>NOR19821118</td><td>06/11/1982</td><td>10/11/1982</td><td>10/11/1982</td><td>19/11/1982</td></tr>
</table>
Mouvement de terrain : 3<br>
<table>
<tr><th>Code national CATNAT</th><th>Début le</th><th>Fin le</th><th>Arrêté du</th><th>Sur le Journal Officiel du</th></tr>
<tr><td>INTE1817087A</td><td>20/01/2018</td><td>22/01/2018</td><td>22/01/2018</td><td>05/07/2018</td></tr>
<tr><td>INTE1516409A</td><td>30/04/2015</td><td>04/05/2015</td><td>04/05/2015</td><td>22/07/2015</td></tr>
<tr><td>INTE1516409A</td><td>26/04/2015</td><td>28/04/2015</td><td>28/04/2015</td><td>22/07/2015</td></tr>
</table>
Secousse Sismique : 2<br>
<table>
<tr><th>Code national CATNAT</th><th>Début le</th><th>Fin le</th><th>Arrêté du</th><th>Sur le Journal Officiel du</th></tr>
<tr><td>INTE9600421A</td><td>15/07/1996</td><td>23/07/1996</td><td>23/07/1996</td><td>17/10/1996</td></tr>
<tr><td>INTE9500219A</td><td>14/12/1994</td><td>14/12/1994</td><td>14/12/1994</td><td>07/05/1995</td></tr>
</table>
Tempête : 1<br>
<table>
<tr><th>Code national CATNAT</th><th>Début le</th><th>Fin le</th><th>Arrêté du</th><th>Sur le Journal Officiel du</th></tr>
<tr><td>NOR19821118</td><td>06/11/1982</td><td>10/11/1982</td><td>10/11/1982</td><td>19/11/1982</td></tr>
</table></td>
</tr>
</table>

*Liste non exhaustive sur la base des données bibliographiques disponibles (site internet InfoTerre, Géorisques…)*

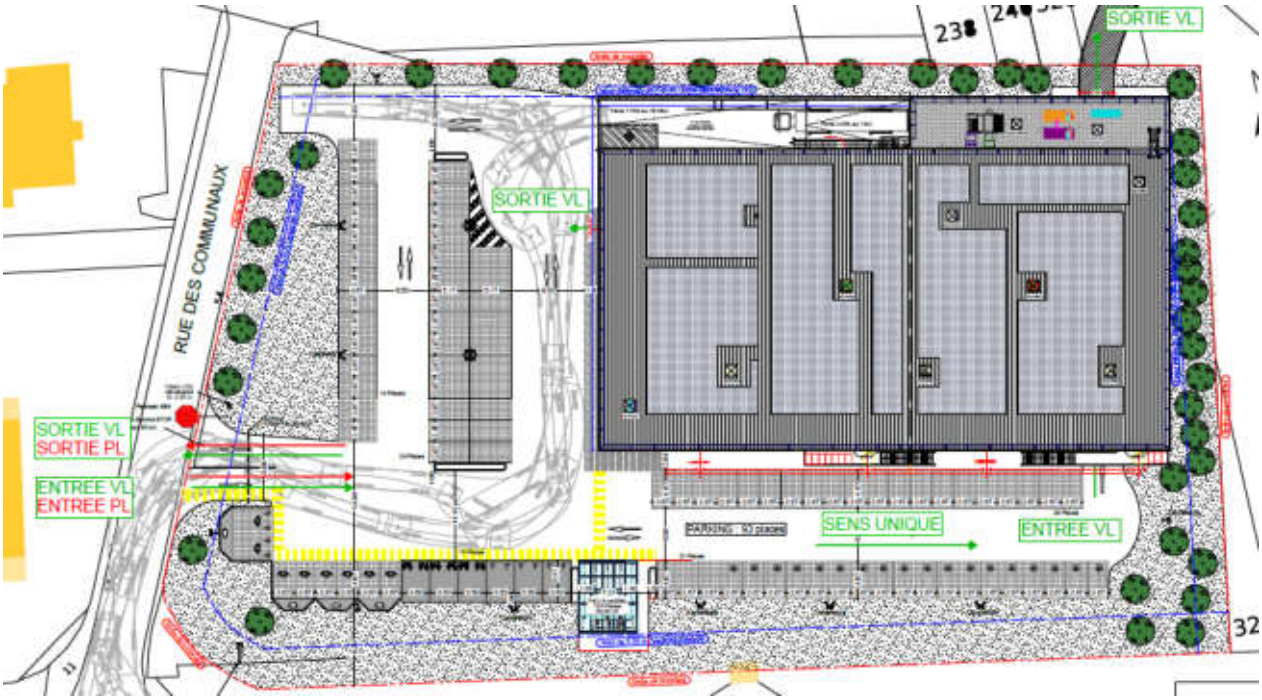
## 2.5. DOCUMENTS EN NOTRE POSSESSION

Documents en notre possession au 10/06/2022 :

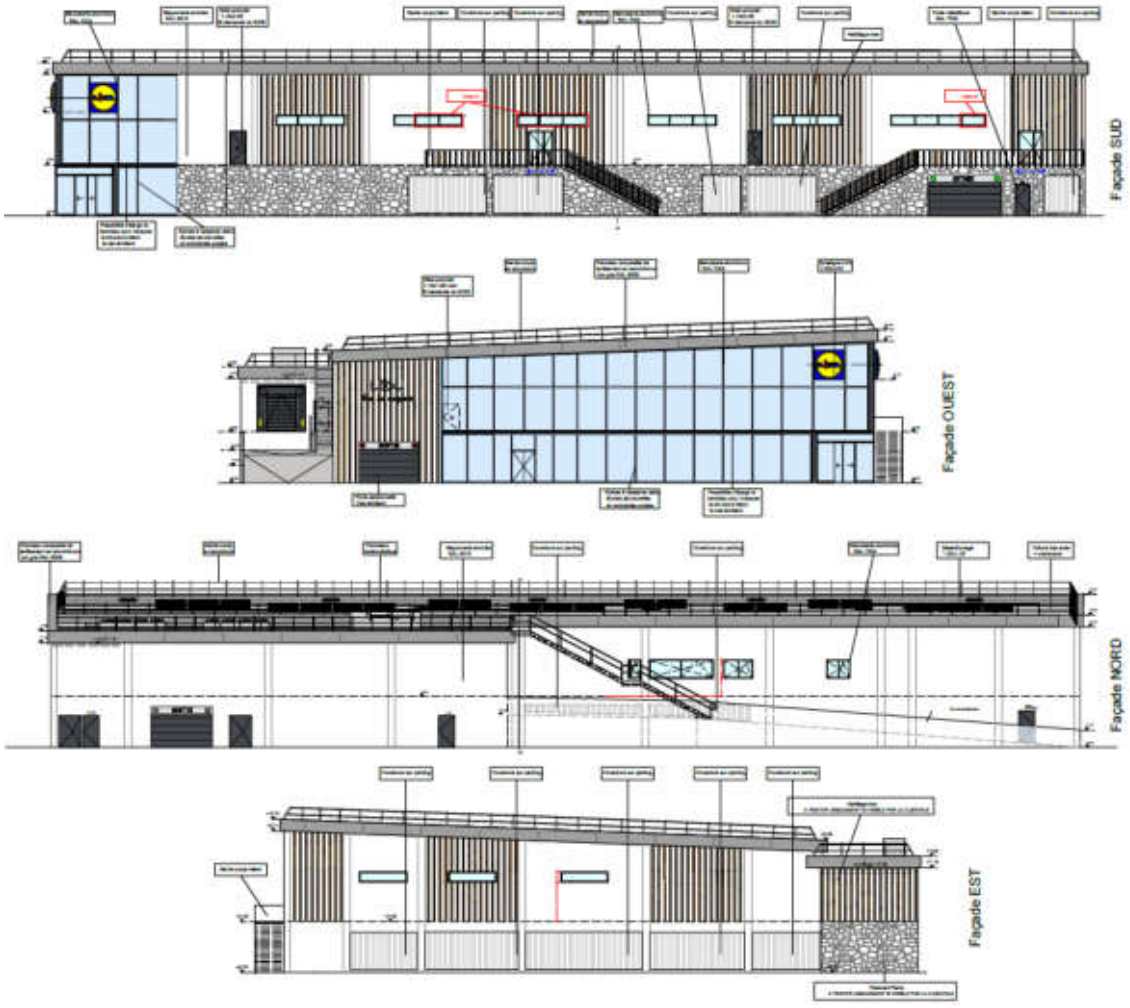
| Nature | Auteur | Référence | Phase | Indice | Date d'édition |
|---|---|---|---|---|---|
| *Dossier de plan du projet - Architecte* | ARCHI LARDEAU | | APS | 4.0 | 09/09/2021 |

## 2.6. LE PROJET

| | |
|---|---|
| *Nature du projet / surface / mitoyenneté* | • Bâtiment de type R + 1 avec quai de chargement surélevé<br>• Ouvrages annexes : Voirie |
| *Calage du projet* | • Niveau 0,00 du RDC : TA actuel environ 446,5 m NGF<br>• Niveau bas du quai de chargement : +2,25/0,00 soit environ 448,75 m NGF |
| *Terrassements* | • Hauteur des terrassements en déblai/remblais pour la partie principale du bâtiment : +/- 0,3 m<br>• Hauteur des terrassements en déblai/remblais pour le quai de chargement du bâtiment : + 2,0 m (hypothèse) |
| *Descentes de charges ELS (hypothèses)* | • Massifs de 2,8 m x 2,8 m<br>• Charge ELS approximative (transmises par le BET Structure) :<br>  ○ G + Q =1500 kN<br>  ○ G = 500 à 800 kN<br>• Charge sismique approximative (transmises par le BET Structure) :<br>  ○ $F_x$ = 129 kN<br>  ○ $F_y$ = 50 kN<br>  ○ $F_z$ = +/- 1200 kN<br>• Charge Uniformément Répartie sur dallage : 5,0 kN/m$^2$ |
| *Gestion des eaux pluviales* | • Recherche d'une solution de gestion sur la parcelle (hors mission) |




*Plan de masse du projet*




*Plan de coupe du projet*

Si le projet venait à être modifié par rapport à ces données, nos conclusions deviendraient caduques.

# 3. CAMPAGNE DE RECONNAISSANCE DES SOLS ET RESULTATS

## 3.1. CAMPAGNE DE RECONNAISSANCES

Nous avons réalisé, entreles 04 et 16/05/2022, la campagne de reconnaissance des sols suivante :

| | Nombre | Nature | Notation |
|---|---|---|---|
| ***Sondages à la pelle*** | 8 | Reconnaissance géologique | PM1 à PM8 |
| | 1 | Reconnaissance de fondations | RF1 |
| ***Essais au pénétromètre*** | 9 | Dynamique DPSH-B | Pnd |
| | 3 | Statique 10 t ou 20 t | St1 à St3 |
| ***Forages*** | 3 | Destructif avec essais pressiométriques | SP1 à SP3 |
| ***Équipement hydrogéologique*** | 1 | Piézomètre | Pz1 |
| ***Tests de perméabilité*** | 1 | Type Matsuo (niveau variable) | EP1 à EP2 |
| ***Essais de laboratoire*** | 3 | Teneur en eau | $W_{eau}$ |
| | 3 | Valeur au bleu de méthylène | VBS |
| | 3 | Granulométrie | Gr |
| | 2 | Proctor | Pr |
| | 1 | Agressivité du sol vis-à-vis du béton | |
| | 1 | Agressivité de l'eau vis-à-vis du béton | |

Des essais d'analyse d'agressivité de l'eau et du sol vis-à-vis du béton sont en cours de réalisation, ils seront ajoutés au présent rapport dans la cadre d'un indice 1.

L'implantation des sondages a été réalisée au mieux en fonction des conditions d'accès au terrain, des réseaux existants et de la précision des plans fournis pour notre intervention.

L'implantation des sondages, le principe ainsi que les résultats sont présentés en annexe.

## 3.2. REMARQUES PREALABLES

Les descriptions de faciès que nous donnons (lithologie, humidité) sont basées sur la réalisation des sondages à la pelle mécanique (profondeur d'investigation jusqu'à 1,0 m/TA à 3,0 m/TA) sur la base d'une reconnaissance visuelle ne se substituant en aucun cas à des essais en laboratoire.

Au droit des essais pénétrométriques, les faciès ne sont donc qu'une interprétation basée sur les résultats de ces essais qui sont des essais « en aveugle » ne permettant pas de connaitre précisément la nature géologique des terrains traversés, ou ceux ayant provoqués le refus. De cette interprétation résulte également le fait que les cotes ou profondeurs indiquées ne sont que des estimations et non des références absolues.

Au droit des sondages destructifs avec essais pressiométriques**,** les faciès ne sont qu'une interprétation basée sur l'interprétation des essais pressiométriques et la remontée des cuttings de forages plus ou moins efficace.

Ces descriptions ne résultent donc pas d'une description visuelle du matériau in-situ telle que celles pouvant être effectuées au droit de puits à la pelle mécanique ou à l'aide de sondages carottés (échantillons intacts), seules investigations pouvant caractériser avec précision la nature géologique des sols rencontrés en profondeur.

La tenue des parois indiquée dans les sondages à la pelle n'est valable que pour la réalisation d'un puits ponctuel de très courte durée.

Notons que les reconnaissances effectuées sont ponctuelles et que des variations latérales de faciès sont toujours possibles.

Toutes les cotes altimétriques précisées dans ce rapport découlent d'un nivellement effectué par nos soins mais ne résultent en aucun cas d'un relevé topographique pouvant être effectué par un géomètre. Le point de référence choisi pour le nivellement de nos sondages est indiqué sur le plan d'implantation des sondages en annexe (nivellement NGF IGN 69).

## 3.3. MODELE GEOLOGIQUE ET GEOTECHNIQUE – PREMIERE APPROCHE

| Description | Tenue des parois | Résistances mécaniques | Compacité |
|---|---|---|---|
| **Formation 0 :**<br>Couche de forme | Bonne | • Rda ~14 à 94 MPa<br>• $q_c$ ~ 5 à 57 MPa | Elevée |
| **Formation 1 :**<br>Remblais limono-sableux | Bonne | • Rda ~2,9 à 14 MPa<br>• $q_c$ ~ 1,4 à 9,1 MPa<br>• $p_l$*~ 0,45 MPa<br>• $E_M$ ~ 3,2 MPa | Faible à moyenne |
| **Formation 2 :**<br>Horizon limono-sablo-argileux | Mauvaise | • Rda ~0,9 à 2,7 MPa<br>• $q_c$ ~ 0,9 à 3,9 MPa<br>• $p_l$*~ 0,35 à 0,44 MPa<br>• $E_M$ ~ 3,4 à 4,7 MPa | Faible |
| **Formation 3 :**<br>Sable, galets et graviers avec quelques lentilles de faible épaisseur de compacité faible (en Pnd1, Pnd2, Pnd5 et Pnd7) | Bonne | • Rda ~0,8 à 21 MPa (refus en Pnd9)<br>{0,8 MPa à 3 MPa} dans les lentilles<br>{10 MPa} pour le reste<br>• $q_c$ ~ 9,6 à 54 MPa (refus en St3)<br>• $p_l$*~ 1,0 à 3,0 MPa<br>• $E_M$ ~ 6 à 16 MPa | Faible dans les lentilles<br>Élevée pour le reste |
| **Formation 4 :**<br>Limon sableux +/- graveleux | | • Rda ~1,0 à 5,5 MPa<br>• $q_c$ ~ 0,9 à 6,0 MPa<br>• $p_l$*~ 0,37 à 1,03 MPa<br>• $E_M$ ~ 4,9 à 11 MPa | Faible à moyenne |

*{Valeur caractéristique}*

**Modèle géotechnique :** Le tableau ci-après récapitule au droit de nos sondages les profondeurs et cotes estimées/interprétées des différentes formations géotechniques mises en évidence. Notons que les reconnaissances effectuées sont ponctuelles et que des variations latérales de faciès sont toujours possibles. Les profondeurs des faciès données ci-dessous ne sont que des estimations issues d'interprétation servant de prévision mais qui pourront nécessiter des recalages lors de reconnaissances ultérieures ou en phases chantier selon le contexte géotechnique réellement observé.

| Sondage | Cote de la tête du sondage | Toit de la formation 2 | | Toit de la formation 3 | | Toit de la formation 4 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Profondeur | Cote | Profondeur | Cote | Profondeur | Cote |
| | [m NGF] | [m/TA] | [m NGF] | [m/TA] | [m NGF] | [m/TA] | [m NGF] |
| PM1 | 446,0 | 0,5 | 445,5 | 2,5 | 443,5 | - | - |
| PM2 | 445,9 | 0,5 | 445,4 | 2,4 | 443,5 | - | - |
| PM3 | 445,8 | 0,5 | 445,3 | > 2,9 | < 442,9 | - | - |
| PM4 | 445,7 | 1,8 | 443,9 | 3,0 | 442,7 | - | - |
| PM5 | 445,7 | 0,5 | 445,2 | 1,7 | 444,0 | - | - |
| PM6 + EP1 | 445,9 | - | - | 2,1 | 443,8 | - | - |
| PM7 | 445,8 | - | - | 1,4 | 444,4 | - | - |
| PM8 + EP2 | 445,5 | 0,4 | 445,1 | 2,3 | 443,2 | - | - |
| RF1 | 445,7 | 0,6 | 445,1 | > 1,4 | < 444,3 | - | - |
| RF2 | 445,7 | 0,5 | 445,2 | > 1,0 | < 444,7 | - | - |
| RF3 | 445,8 | - | - | > 1,4 | < 444,4 | - | - |
| Pnd1 | 445,7 | 0,5 | 445,2 | 3,0 | 442,7 | 5,4 | 440,3 |
| Pnd2 | 445,6 | 0,5 | 445,1 | 2,5 | 443,1 | 4,4 | 441,2 |
| Pnd3 | 445,8 | 0,6 | 445,2 | 3,4 | 442,4 | 5,2* | 440,6* |
| Pnd4 | 445,6 | 2,0 | 443,6 | 3,2 | 442,4 | 6,2 | 439,4 |
| Pnd5 | 445,8 | 0,6 | 445,2 | 2,0 | 443,8 | 5,5 | 440,3 |
| Pnd6 | 445,8 | - | - | 1,6 | 444,2 | 3,8 | 442,0 |
| Pnd7 | 445,7 | 0,4 | 445,3 | 1,8 | 443,9 | 4,6 | 441,1 |
| Pnd8 | 445,5 | 0,6 | 444,9 | 2,8 | 442,7 | 5,0 | 440,5 |
| Pnd9 | 445,6 | 0,6 | 445,0 | 2,4 | 443,2 | > 4,0 | < 441,6 |

| Sondage | Cote de la tête du sondage | Toit de la formation 2 | | Toit de la formation 3 | | Toit de la formation 4 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Profondeur | Cote | Profondeur | Cote | Profondeur | Cote |
| | [m NGF] | [m/TA] | [m NGF] | [m/TA] | [m NGF] | [m/TA] | [m NGF] |
| St1 | 445,8 | 0,4 | 445,4 | 2,6 | 443,2 | 5,0 | 440,8 |
| St2 | 445,7 | 0,6 | 445,1 | 2,8 | 442,9 | 4,8 | 440,9 |
| St3 | 445,8 | | 445,8 | 2,6 | 443,2 | > 5,6 | < 440,2 |
| SP1 | 445,6 | 0,6 | 445,0 | 2,0 | 443,6 | 4,7 | 440,9 |
| SP2 + Pz1 | 445,8 | 0,6 | 445,2 | 2,5 | 443,3 | 6,5 | 439,3 |
| SP3 | 445,8 | 1,5 | 444,3 | 1,8 | 444,0 | 4,5 | 441,3 |

## 3.4. RESULTATS DES ESSAIS DE LABORATOIRE

### *3.4.1. Classification GTR*

Les résultats des essais de laboratoire sont présentés dans le tableau ci-dessous :

| Sondage | Prof. | Nature | Dmax | % d'éléments < 80 µm | % d'éléments < 2 mm | $W_{eau}$ | $W_{OPN}$ | VBS | Classe GTR |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | [m] | | [m] | [%] | [%] | [%] | [%] | | |
| PM6 | 0,7 | Limon finement sableux | 7 | 76,4 | 99,4 | 22,6 | 14,8 | 0,8 | $A_1th$ |
| PM8 | 1,2 | Limon finement sableux | 24 | 90,6 | 97,5 | 38,0 | 16,1 | 1,2 | $A_1th$ |
| PM3 | 0,3 | Graves sableuses | 126 | 7,1 | 21,2 | 2,6 | | 0,19 | $C_1B_3$ |

### *3.4.1. Agressivité du sol*

Les analyses d'agressivité menées sur un échantillon de sol prélevé à 1,0 m de profondeur en PM3 ont mis en évidence les résultats suivants :

| Elément | | Résultats | Critère de la norme pour les sols non agressifs |
|---|---|---|---|
| $SO_4^{2-}$ | [mg/kg] | < 450 | < 2000 |
| Degrés d'acidité | [ml/kg] | 16 | <200 |

Ces résultats permettent de classer l'échantillon de sol testé dans les sols non agressif.

### *3.4.2. Agressivité de l'eau*

Les analyses d'agressivité de l'eau prélevée en Pz1 ont mis en évidence les résultats suivants :

| Elément | | Résultats | Critère de la norme pour les eaux non agressifs |
|---|---|---|---|
| pH | | 7,2 | > 6,5 |
| $CO_2$ | [mg/l] | 9,5 | < 11 |
| $SO_4^{2-}$ | [mg/l] | 15 | < 200 |
| $NH_4^+$ | [mg/l] | 0,5 | < 15 |
| $Mg^{2+}$ | [mg/l] | 8,7 | > 1 |

Ces résultats permettent de classer l'échantillon testé dans l'eau eaux non agressive.

## 3.5. DONNEES HYDROGEOLOGIQUES

Lors de notre reconnaissance, les venues d'eau suivantes ont été observées dans nos sondages.

| Sondage | Cote de la tête du sondage | Date | Venue d'eau ou niveau d'eau | | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | Profondeur | Cote | |
| | [m NGF] | | [m/TA] | [m NGF] | |
| PM1 | 446,0 | 04/05/2022 | 2,9 | 443,1 | Venue d'eau |
| PM2 | 445,9 | 04/05/2022 | 2,8 | 443,1 | Venue d'eau |
| PM3 | 445,8 | 04/05/2022 | 2,7 | 443,1 | Venue d'eau |
| PM4 | 445,7 | 04/05/2022 | 2,9 | 442,8 | Venue d'eau |
| PM5 | 445,7 | 04/05/2022 | 2,3 | 443,4 | Venue d'eau |
| PM6 + EP1 | 445,9 | 04/05/2022 | 2,3 | 443,6 | Venue d'eau |
| PM7 | 445,8 | 04/05/2022 | 2,6 | 443,2 | Venue d'eau |
| PM8 + EP2 | 445,5 | 04/05/2022 | 2,4 | 443,1 | Venue d'eau |
| SP2 + Pz1 | 445,8 | 14/05/2022 | 2,4 | 443,4 | Niveau stabilisé |

La présence d'eau mise en évidence dans chacun des sondages à la pelle et dans le piézomètre, à une profondeur comprise entre 2,3 m et 2,9 m, s'apparente vraisemblablement à la présence d'une nappe. Celle-ci se situe dans des terrains perméables de sables et galets graviers.

Toutefois, notre intervention ponctuelle dans le cadre de la réalisation de l'étude confiée ne nous permet pas de fournir des informations hydrogéologiques suffisantes, dans la mesure où les informations mentionnées ci-dessus correspondent nécessairement à un moment donné, sans possibilité d'apprécier les variations inéluctables des nappes et circulations d'eau qui dépendent notamment des conditions météorologiques.

## 3.6. TESTS D'INFILTRATION

Les essais d'infiltration réalisés et les perméabilités mesurées sont récapitulés dans le tableau ci-après :

| Nom des essais | Sondage | Profondeur | Faciès testé | K | K | Qualité de perméabilité |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | [m/TA] | | [m/s] | [mm/h] | |
| EP1 | PM6 | 2,4 | Sable grossier humide à quelques galets et graviers gris foncé | 5,2E-05 | 185,4 | Médiocre |
| EP2 | PM8 | 2,2 | Graves sableuses gris anthracite saturées en eau | 2,4E-06 | 8,8 | Faible |

*NOTA : Ces essais ponctuels donnent une indication sur la capacité d'infiltration des sols sur une petite surface et à l'endroit où ils ont été réalisés. Les perméabilités que nous donnons ne sont valables qu'au droit et à la profondeur des essais où elles ont été mesurées. Des variations latérales de faciès et donc de perméabilités sont toujours possibles.*

## 3.7. RECONNAISSANCE DE FONDATIONS EXISTANTES

Nous avons réalisé 3 reconnaissances de fondations du bâtiment existant, notées RF1 à RF3.

Les caractéristiques géométriques des fondations sont résumées dans le tableau ci-après (cf. schémas et photos des reconnaissances de fondation et implantation en annexe) :

| Sondage | Façade | Débord / mur ou soubassement | Largeur | Profondeur assise fondation | Cote assise fondation | Faciès d'assise | Type de fondation |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | [m] | [m] | [m] | [m NFG] | | |
| RF1 | Nord | 1,2 | 1,0 | 1,3 | 444,5 | Limon sableux | Semelle isolée |
| RF2 | Est | 0,1 | 1,4* | 1,0 | 444,7 | Limon sablo-argileux | Semelle isolée |
| RF3 | Sud | 0,83 | 1,5 | 1,0 | 444,8 | Limon sableux (Remblais probable) | Semelle isolée |

*(*) : en considérant une semelle symétrique*

# 4. SYNTHÈSE ET PRÉCONISATIONS

## 4.1. IDENTIFICATION ET IMPACT POTENTIEL DES RISQUES GEOTECHNIQUES

**RISQUES GEOTECHNIQUES LIES AU SITE**

- Présence de remblais limoneux jusqu'à 1,4 m/TA à 2,1 m/TA localement → risque de tassement absolu et différentiel
- Terrains compressibles jusqu'à 1,6 m/TA à 3,4 m/TA → risque de tassement absolu et différentiel
- Terrains sensibles à l'eau → risque de matelassage, de perte de portance, problème de traficabilité
- Présence d'eau souterraine → risque d'arrivée d'eau lors de la réalisation de fouille
- Bâtiment existant à démolir → purges à prévoir

**RISQUES GEOTECHNIQUES LIES AU PROJET**

- Présence d'un niveau surélevé de 2,1 m/TA → risque de tassement absolu et différentiel si un remblaiement est prévu

## 4.2. ALEA SISMIQUE ET SUSCEPTIBILITE A LA LIQUEFACTION

Le profil stratigraphique et la classe de sol associée définis selon la norme NF EN 1998-1 (Eurocode 8 – Septembre 2005) ainsi que le risque de liquéfaction sont donnés ci-dessous :

| Classe de sol | Profil stratigraphique | Liquéfaction |
|---|---|---|
| C | Dépôts (sables, graviers, limons, argiles) de densité moyenne, moyennement raides, profonds (plusieurs dizaines à plusieurs centaines de mètres) | Non liquéfiable |

## 4.3. FONDATION

### *4.3.1. Solution de fondation*

Le site montre la présence de matériaux compressibles (formation 2) sur une formation 3 de sable graveleux de bonne compacité, mais saturée en eau (présence de la nappe). Ainsi, une solution de rattrapage en gros béton ne nous semble pas envisageable, du fait du risque d'éboulement ne permettant pas la réalisation de cette solution sans blindage des fouilles. Ainsi, compte tenu du projet, 2 solutions nous semblent envisageable :

- La réalisation d'une solution de fondations mixtes, c'est-à-dire la mise en œuvre d'inclusions rigides sur lesquels on viendra mettre en œuvre des semelles superficielles isolées ou filantes. Compte tenu de la présence de la nappe et de la faible hauteur, nous proposons de ne pas réaliser de matelas de répartition, ce qui implique que les inclusions rigides seront armées pour reprendre les efforts horizontaux sismiques ;

- Une solution par pieux. Toutefois, dans le cas de cette solution, compte tenu de la faible épaisseur de la formation 3, et de la compacité médiocre de la formation 4, il sera nécessaire de réaliser un sondage pressiométrique profond, afin de préciser l'ancrage des pieux sans doute au-delà de 10 m/TA.

Nous décrivons la première solution. La solution de fondation sur pieux pourra être nécessaire en cas de descentes de charges plus importantes que les hypothèses transmises ou en cas d'efforts horizontaux importants.

| | | | |
|---|---|---|---|
| *Type de fondation envisageable* | • Fondation mixte : fondations superficielles de type semelles filantes et/ou ponctuelles en béton armé sur inclusions rigides | | |
| *Profondeur minimale* | • 0,8 m minimum par rapport au terrain fini pour la garde hors-gel | | |
| *Faciès d'assise* | Sol renforcé | | |
| *États Limites* | **Rupture** | **ELU** | **ELS** |
| *Facteurs partiels* | $\gamma_{r,v}$ = 1,0<br>$\gamma_{rd,v}$ = 1,0 | $\gamma_{r,v}$ = 1,4<br>$\gamma_{rd,v}$ = 1,2 | $\gamma_{r,v}$ = 2,3<br>$\gamma_{rd,v}$ = 1,2 |
| *Contrainte de calcul :* $\frac{R_{vd}}{A'.i\delta.i\beta}\ (MPa)$ | 0,552 | 0,329 | **0,2** |

| | | |
|---|---|---|
| *Angle de frottement d'interface fondation/terrain $\delta_{a,k}$* | $\delta_{a,k} = \phi'$ si coulé pleine fouille | $\phi' = 25°$ |

*$R_{vd}$ : valeur de calcul de la résistance verticale du terrain sous la fondation*

*A' : surface de sol comprimée sous la fondation*

*$i_\delta$ : coefficient de réduction de portance lié à l'inclinaison du chargement (1,0 si charge verticale)*

*$i_\beta$ : coefficient de réduction de portance lié à la proximité d'un talus (1,0 si la fondation est suffisamment éloignée d'un talus > 8 B, B : largeur de la fondation).*

*$R_0$ : poids du volume de sol occupé par la fondation ($R_0$ = 0 par simplification et sécurité)*

Le dimensionnement des fondations sera à réaliser conformément aux Eurocodes (Eurocode 7 « Géotechnique » et Eurocode 8 « Sismique ») et à la norme d'application nationale de justification des fondations superficielles NF P 94-261. Les fondations seront à justifier vis-à-vis du poinçonnement, du glissement et de l'excentrement sous les différentes combinaisons de charges ELS et ELU.

Les fondations devront être coulées immédiatement après ouverture en pleine fouille sur un sol sain, non remanié, damé, non gelé (avec mise en place d'un béton de propreté ou gros béton).

### *4.3.1. Principe du renforcement de sol*

La technique des inclusions rigides est un renforcement de sol qui consiste à transférer les charges de surface vers une couche de sol en profondeur plus résistante. Ce transfert de charge se fait par la combinaison d'inclusions armant le sol compressible (effet du frottement négatif). Cette technique permet une réduction globale du tassement par soulagement des couches compressibles et transfert de charges en profondeur.

En ce qui concerne la mise en œuvre des inclusions, du béton est incorporé gravitairement jusqu'en pied de l'outil, où il remplit l'empreinte laissée par ce dernier au fur et à mesure de sa remontée.

**Compte tenu des efforts verticaux les inclusions devront être armée.**

Les paramètres pris en compte pour les calculs pour les inclusions sont les suivants :

- Diamètre des inclusions : 0,32 m ;
- Module de Young de l'inclusion : 9 GPa à l'ELS et 30 GPa à l'ELU SIS ;
- Béton C16/20 : $f_{ck}$= 16 MPa.

### *4.3.2. Modèle géotechnique retenu*

Sur la base des différents sondages réalisés sur le site, nous avons considéré dans les calculs le modèle géotechnique suivant :

| Nature de l'horizon | Cote de la base de la couche | $p_f$* | $p_l$* | $q_s$* | $E_M$ | α |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | [m NGF] | [MPa] | [MPa] | [kPa] | [MPa] | |
| Horizon limono-sablo-argileux | 442,4 | 0,2 | 0,3 | 50 | 3 | 0,5 |
| Sable, galets et graviers avec quelques lentilles | 441,9 | 0,7 | 1,0 | 102 | 10 | 0,25 |

*(*) : valeur pour des pieux vissés moulée*

### 4.3.1. Fondation

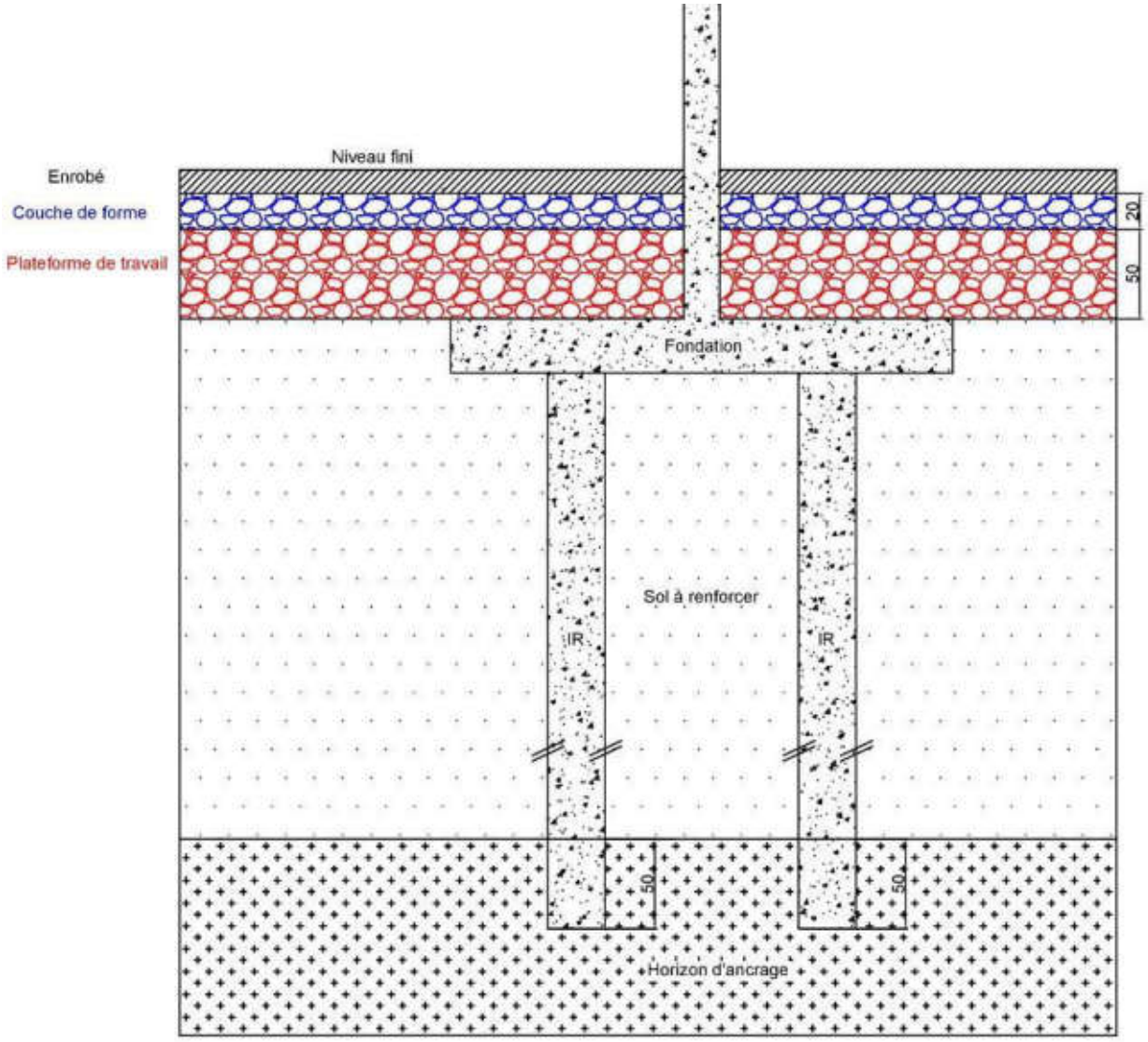
La fondation étudiée est la suivante :

| Semelle | Largeur | Longueur | Charge ELS |
|---|---|---|---|
| | [m] | [m] | [kN] |
| SI | 2,8 | 2,8 | 1500 |

### 4.3.2. Plate-forme de travail

Les inclusions devront être réalisées depuis une plate-forme de travail (PFT) suffisamment portante pour permettre la traficabilité des engins et machines de chantier (cf. §4-5 à ce sujet).

Compte tenu du calage du projet, et des épaisseurs de plate-forme/couche de forme nécessaires, nous avons considéré les différents niveaux suivants :




Les plates-formes devront être réalisées avec des matériaux de type GTR $D_{31}$ 0/80 mm naturels sur un géotextile anticontaminant. Elles devront être réalisées en respectant les recommandations du guide technique SETRA LCPC (1992).

### *4.3.3. Capacité portante d'une inclusion rigide*

#### RESISTANCE STRUCTURELLE (STR)

D'après la norme NFP 94-262, les résistances caractéristiques et de calcul du béton pour les fondations profondes est telle que :

$$f_{ck}^{*} = \inf\left(f_{ck}(t); C_{\max}; f_{ck}\right)\frac{1}{k_1 k_2} \qquad f_{cd} = Min\left(\alpha_{cc} k_3 \frac{f_{ck}^{*}}{\gamma_c}; \alpha_{cc}\frac{f_{ck}(t)}{\gamma_c}; \alpha_{cc}\frac{C_{\max}}{\gamma_c}\right)$$

Les paramètres de résistance de matériaux constituant les inclusions sont résumés dans le tableau ci-après :

| | | |
|---|---|---|
| Ø inclusion | | 0,32 |
| Béton | | C16/20 |
| $f_{ck}$ | [MPa] | 16 |
| Tarière avec enregistrement | | NON |
| Cmax | [MPa] | 35 |
| $k_1$ | | 1,3 |
| $k_2$ | | 1,19 |
| Armé | | NON |
| $\alpha_{cc}$ | | 0,8 |
| $\gamma_c$ | | 1,3 |
| $f_{ck}$* | [MPa] | 10,34 |
| ELS avec contrôle renforcé | | |
| $k_3$ | | 1,2 |
| $\sigma_{lim}$ | [MPa] | 3,72 |
| $N_{ELS,carat,max}$ | [kN] | 299 |

**RESISTANCE GEOTECHNIQUE (GEO)**

Conformément à la norme NFP 94-262, les capacités portantes des inclusions sont déterminées de la façon suivante :

Résistance limite de pointe $R_b$ :

$$R_b = A_b \times K_c \times q_{ce}$$

*$A_b$ = surface sous la pointe du pieu = $D^2 \times \pi/4$ (D : diamètre du pieu)*

*$K_c$ = facteur de portance selon la norme NFP 94-262, fonction de l'ancrage effectif*

*$q_{ce}$ = résistance à la pénétration statique équivalente*

*Résistance pointe caractéristique $R_{b,k}$ : $R_{b,k} = R_b / (\gamma_{Rd1} \times \gamma_{Rd2})$*

Résistance limite de frottement axial Rs :

$$R_s = \Sigma\, q_{si} \times H_i \times \pi \times D$$

*$q_{si}$ = frottement latéral unitaire dans la couche i (= $\alpha_{pieu\ sol} \times f_{sol}$),*

*$H_i$ = Hauteur du fût du pieu traversant la couche i*

*Résistance de frottement caractéristique $R_{s,k}$ : $R_{s,k} = R_s / (\gamma_{Rd1} \times \gamma_{Rd2})$*

Les capacités portantes de calcul en compression aux différents états limites sont déterminées selon les expressions suivantes pour une technique à refoulement :

- à l'ELS caractéristique $R_{c,d} = 1/\gamma_{R\,c}.\ (0,7\ R_{b,k} + 0,7\ R_{s,k})$
- à l'ELS quasi-permanent $R_{c,d} = 1/\gamma_{R\,QP}\ (0,7\ R_{b,k} + 0,7\ R_{s,k})$
- à l'ELU situation durable et transitoire $R_{c,d} = 1/\gamma_{R\,sdt}.\ (R_{b,k} + R_{s,k})$
- Pas de traction reprise par les inclusions.

Il est à noter qu'en renforcement de sol par inclusions rigides, la capacité portante des inclusions est calculée sous le point neutre (point d'égal tassement entre le sol et l'inclusion, où le frottement négatif devient nul).

Nous avons calculé la capacité portante des inclusions avec le module FONDPROF du logiciel FOXTA. Les calculs sont présentés en annexe et résumé dans le tableau ci-dessous :

| Diamètre de l'inclusion | Cote de la tête d'inclusion | Cote de la base des inclusions | Longueur de l'inclusion | $Q_{adm\ inclusion\ ELS\ caract.}$ |
|---|---|---|---|---|
| [m] | [m NGF] | [m NGF] | [m] | [kN] |
| 0,32 | ~ 445,4 | 441,9 | 3,5 | 264 |

**MIN (GEO – STR - CBS)**

La capacité portante des inclusions sous fondations (IR Ø 32 cm) sera limitée au plus défavorable des deux éléments présentés ci-dessus.

### *4.3.4. Vérification de la portance du sol renforcé sous fondations*

Nous donnons dans les tableaux ci-dessous le détail de la vérification de la capacité portante du sol renforcé sous les fondations du projet.

Nous avons considéré une contrainte de sol admissible par les formations n° 1 et 2 de **0,1 MPa** à l'ELS (sans renforcement de sol).

| N° semelle | B | L | Nb IR | Combinaison | V | σ | $Q_{sol}$ | $Q_{IR}$ | $Q_{total}$ | $Q_{total}/N$ | Vérif portance |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | [m] | [m] | | | [kN] | [kPa] | [kN] | [kN] | [kN] | | |
| SI | 2,8 | 2,8 | 4 | ELS | 1500 | 191 | 752 | 864 | 1615 | 1,1 | OK |

Pour chaque fondation, on a bien Q total > Q réelle, avec Q total = Q sol + Q IR. La capacité portante du sol renforcé est donc bien justifiée.

### *4.3.5. Calcul des tassements et des efforts*

Nous avons calculé les tassements sous fondation de la solution de renforcement par inclusions rigides (IR) sous fondations avec le logiciel FOXTA V3.1 module TASPIE+ développé par TERRASOL. Les calculs sont présentés en annexe.

Précisons que le module TASPIE+ ne tenant pas compte de la diffusion des contraintes avec la profondeur, les modules œdométriques des couches de sol considérés dans les calculs sont augmentés afin d'intégrer celle-ci.

Le tableau ci-dessous récapitulent les principaux résultats obtenus pour chaque fondation :

| Semelle | B | L | Nb IRTS | Tassement | Effort dans l'inclusion | $Q_{adm}$ inclusion ELS caratc | $Q_{adm}$ béton | $Q_{adm}$ IR | Vérif |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | [m] | [m] | | [cm] | [kN] | [kN] | [kN] | [kN] | |
| **SI** | 2,8 | 2,8 | 4 | 1,0 | 145 | 180 | 299 | 264 | OK |

On observe que les tassements sous semelles sont inférieurs à 2,0 cm, et que les efforts dans les IRTS restent admissibles.

### *4.3.6. Vérification des efforts horizontaux et ferraillage*

Nous avons calculé les moments dans les inclusions sous les efforts horizontaux sismiques sous fondations avec le logiciel FOXTA V3.1 module PIECOEF+ développé par TERRASOL. Les calculs sont présentés en annexe. Nous en avons déduit le ferraillage nécessaire dans les inclusions. Nous avons réparti l'efforts horizontal sur les quatre inclusions rigides soit un effort de (140/4 = 35 kN) à l'ELUS Sismique.

Les résultats sont résumés dans le tableau ci-dessous.

| Déplacement | Moment fléchissant | Hauteur de ferraillage | Armature longitudinale | Armature transversales | Espace des armatures transversales |
|---|---|---|---|---|---|
| [cm] | [kN.m] | [m] | | | [cm] |
| 0,4 | 16,2 | 3,5 | 4HA12 | HA6 | 9,6 |

### *4.3.7. Remarques*

L'entreprise qui sera retenue pour la réalisation du renforcement de sol devra établir une note de calcul et d'exécution (mission G3 selon la norme NFP 94-500).

Pour ce faire, outre les sondages déjà réalisés, dans le doute, l'entreprise pourra réaliser à ses frais des investigations complémentaires pour s'assurer de la puissance nécessaire de la machine, de la technique d'inclusion à mettre en œuvre et de l'outil adéquat.

### *4.3.8. Essais et contrôles*

#### ENREGISTREMENTS DE PARAMETRES

Les inclusions devront être réalisées avec enregistrements des paramètres de forage. Ces enregistrements devront être visualisables en temps réel sur la machine et consultables sur le chantier.

#### ESSAIS D'IMPEDANCE OU REFLEXION

Des essais par impédance ou de réflexion seront à prévoir sur des inclusions choisies par le maître d'œuvre et le BET géotechnique (1 essai / 75 inclusions).

#### ESSAIS DE CHARGEMENT STATIQUE

Des essais de chargement statique devront être réalisés sur des inclusions afin de vérifier leur bon comportement (courbe charge-tassement, 1 essai par tranche de 150 inclusions, minimum 2).

#### ESSAIS D'ECRASEMENT SUR EPROUVETTES BETON

Il sera nécessaire de réaliser des essais de compressions à 7 j et 28 j sur éprouvettes béton répartis sur des livraisons différentes avec au minimum : 1 série de 6 essais tous les 100 $m^3$ de béton ; 1 série de 6 essais tous les 3 jours ; minimum 12 essais par chantier.

#### ESSAIS DE CONTROLE SUR BETON LIVRE

Il sera nécessaire de réaliser des essais dits de Slump sur une livraison sur 2.

## 4.4. TRAITEMENT DES NIVEAUX BAS

L'hypothèse retenue est une charge uniformément répartie (C.U.R au sens du DTU 13.3) de **5,0 kN/m².** Cette hypothèse devra nécessairement être validée par le bureau d'études structures.

Compte tenu de la faible compacité des sols, de la présence de remblais sur des épaisseurs importantes localement (1,4 m à 2,1 m), etdes démolitions prévues et de la destination du niveau bas en parking, nous recommandons de mettre en œuvre une plateforme en enrobé. Celle-ci présente l'avantage d'accepter plus de déformation qu'un dallage sur terre-plein. S'il est souhaité

un dallage en béton cette solution est envisageable après substitution des zones de remblais. Si la surface des remblais est importante en matière de purge (ou d'éléments grossiers suite aux démolitions) il sera nécessaire de mettre en œuvre un dallage sur-terre-plein après renforcement de sol par inclusions rigides par exemple..

Pour le quai de chargement au vu de la surélévation, le dallage devra être traité en dalle portée (accrochée à la structure porteuse) notamment pour le quai de chargement. Une solution de remblais sous amélioration de sol est éventuellement envisageable.

## 4.5. COUCHE DE FORME ET REMBLAIS TECHNIQUES

Les complexes de couches de forme proposés ci-dessous ne sont que des estimations basées sur les données en notre possession à ce stade du projet et seront à adapter en phase chantier selon les conditions d'exécution, les matériaux utilisés, et les hétérogénéités du fond de terrassement. Il s'agit là de donner une prévision qui suppose la réalisation des travaux dans les règles de l'art dans des conditions météorologiques favorables (temps non pluvieux). Seuls les critères de portance sont à considérer comme obligation de résultats et il appartient à l'entreprise de mettre en œuvre des matériaux et épaisseurs adaptés afin de les respecter.

Des essais de laboratoire et une planche d'essais de chargement à la plaque pourront être réalisés pour préciser les épaisseurs réellement à mettre en œuvre, avant le démarrage des travaux.

**PREVISIONS DES COMPLEXES DE COUCHE DE FORME**

<table>
<tr><th></th><th colspan="2">Plateforme de travail</th><th>Voirie PF2 ou dallage</th></tr>
<tr><td>Critères à atteindre</td><td colspan="2">$K_w$ > 40 MPa/m - $EV_2$ > 40 MPa - $EV_2/EV_1$ < 2,2</td><td>$K_w$ > 50 MPa/m - $EV_2$ > 50 MPa - $EV_2/EV_1$ < 2,2</td></tr>
<tr><td>Essais de contrôle</td><td colspan="3">Essais de chargement à la plaque<br>1 unité/300m² - Minimum 2</td></tr>
<tr><td>Exemple de matériaux de couche de forme</td><td colspan="3">GTR $D_{31}$ 0/80 mm bien étagé, < 12 % de fines, VBS < 0,1 Naturels et drainants insensibles à l'eau ($E_y$ > 120 MPa)</td></tr>
<tr><td>Hypothèses des caractéristiques du fond de forme</td><td>Couche de forme existante</td><td colspan="2">Remblais limono-sableux ou horizon limono-sablo-argileux<br>$EV_{2FF}$ ~ 10 MPa (1) par corrélation à partir d'essais in-situ</td></tr>
</table>

| | Plateforme de travail | | Voirie PF2 ou dallage |
|---|---|---|---|
| Complexe de couche de forme estimée pour atteindre les critères de portance | Compactage des matériaux en fond de fouille | Géotextile anti contaminant (classe 4)<br>+ 50 cm de couche de forme | Géotextile anti contaminant (classe 4), purge des remblais sous dallage à prévoir<br>+ 70 cm de couche de forme |

*(1) Le fond de forme étant sensible à l'eau, sa portance (valeur de $EV_{2FF}$) peut rapidement chuter si sa teneur en eau augmente (venues d'eau souterraines, zones plus humides, précipitations…) nécessitant la réalisation de purges/substitutions ou d'un cloutage éventuellement associé à un réseau de tranchées drainantes pour assainir le fond de terrassement.*

**CONDITIONS DE MISE EN ŒUVRE / PHASAGE**

Les plates-formes devront être réalisées en respectant les recommandations du guide technique SETRA LCPC (1992) et les dispositions constructives et phasage suivants :

- Purge en totalité de la terre végétale, des racines, des souches, des vestiges d'ouvrages, des remblais évolutifs (plâtre, bois, textile, déchets…) et décaissement à l'avancement à la pelle rétro au godet de curage sans dent jusqu'à la cote de fond de terrassement ;
- Terrassement et compactage primaire du sol d'assise sans vibrer si ce dernier est de nature argileuse ou limoneuse en évitant la circulation des engins pour ne pas provoquer de remaniement ;
- Purge / substitution ou cloutage des zones peu portantes présentes en fond de terrassement, jusqu'à obtenir une portance $EV_{2FF}$ au moins égale aux hypothèses considérées dans le tableau ci-dessus ;
- Mise en place d'un géotextile anti contaminant à l'avancement ;
- Mise en œuvre de la couche de forme soigneusement compactée à l'avancement selon les règles en vigueur, par couches de 0,3 m au maximum ;
- Vérification du compactage ;
- Couche de réglage.

## 4.6. PROTECTION VIS-A-VIS DE L'EAU

Le site est parcouru par une nappe phréatique vers 2,4 m de profondeur.

#### GESTION DES EAUX EN PHASE DEFINITIVE – DRAINAGE

Compte tenu de la morphologie plane du terrain, et du projet ne prévoyant pas de parties enterrées, un système de drainage périphérique au niveau des fondations n'est pas imposé.

On recherchera à aménager les abords immédiats des ouvrages pour diriger les eaux vers l'extérieur en dehors de l'emprise des ouvrages.

#### GESTION DES EAUX EN PHASE PROVISOIRE – POMPAGE

Des précautions d'usage seront à respecter pour conserver le fond de terrassement de nature limoneuse, sensible à l'eau :

- Réaliser les travaux en période sèche, non pluvieuse, et à l'avancement ;
- Régler le fond de terrassement de manière à permettre une évacuation gravitaire des eaux ;
- Protéger le fond de fouille en cas d'intempéries : les surfaces devront être réglées et fermées avant l'arrivée des intempéries ;
- En cas de venue d'eau, aucune stagnation ne sera tolérée et la mise en place d'un dispositif de drainage (tranchées drainantes descendues au moins 0,5 m sous le fond de terrassement et puisards) et évacuation gravitaire ou d'un système de pompage si nécessaire sera à prévoir. Si de l'eau a stagné sur le fond de terrassement, les épaisseurs de plate-forme et contraintes de calculs données dans ce rapport pourront ne plus être valables.

## 4.7. TERRASSEMENT

#### TERRASSEMENT – DEMOLITION – DEVOIEMENT RESEAUX

Des ouvrages existants présents sur le site seront démolis pour les besoins du projet.

Tous les vestiges d'ouvrages existants ou gros blocs présents sur le site devront être purgés afin d'éviter le refus des machines de travaux spéciaux. Le remblaiement des purges éventuelles devra être réalisé avec des matériaux fins (Dmax < 50 mm) de granularité étalée compactés à 95 % de l'OPN (qualité remblai q4) de manière à ne pas provoquer le refus des machines de pieux ou de renforcement de sol. Le remblaiement de ces purges devra être réalisé avec des matériaux drainants et naturels insensibles à l'eau de type GTR $D_{31}$ soigneusement compactés à 98,5 % de l'OPN (qualité $q_3$). Des essais pénétrométriques et des essais de chargement à la plaque seront à prévoir pour vérifier la bonne compacité de ces remblaiements.

Lors de la démolition des ouvrages existants présents sous le projet, un plan de récolement des purges réalisées et des ouvrages laissés dans le terrain le cas échéant (vestiges de fondations, dalle, …) devra être réalisé. Il conviendra de vérifier par la suite l'interaction de ces travaux avec le projet.

Les réseaux recoupant l'emprise des terrassements du projet ou se situant à proximité immédiate devront être préalablement purgés ou dévoyés.

Les travaux de terrassement seront réalisés en période sèche, non pluvieuse et devraient pouvoir s'effectuer en totalité à l'aide d'une pelle mécanique puissante. Quoi qu'il en soit, les moyens devront être adaptés à la géologie constatée.

#### REMBLAIEMENT

Les différents remblaiements devront être mis en œuvre en respectant les recommandations du guide technique SETRA LCPC (GTR 1992) avec un compactage à 95 % de l'OPN pour une qualité remblai ($q_4$) et 98,5 % de l'OPN pour une qualité couche de forme ($q_3$).

Compte tenu de la nature compressible des terrains, la mise en œuvre de remblai de surélévation au-dessus du TA engendrera des déformations (tassement des couches compressibles sous le poids du remblai). Ces déformations seront d'autant plus importantes que la hauteur du remblai est élevée et se produiront plus ou moins rapidement selon la perméabilité des terrains.

Ainsi, aucun remblai de surélévation de plus de 0,2 m de haut par rapport au terrain initial ne devra être réalisé en périphérie du projet après le gros-œuvre (risque de tassement induit sur la structure). Si de tels remblais sont prévus par le projet, ils devront être réalisés dans les premières étapes du chantier et leur stabilisation devra être acquise avant les travaux de gros œuvre (suivi topographique, piges de tassement, renforcement de sol adapté).

Les remblais mis en œuvre peuvent également subir des tassements sur eux-mêmes. Ces tassements sont proportionnels à la hauteur du remblai et dépendent de la qualité du compactage et des matériaux utilisés (qualité $q_4$ à minima ou $q_3$ selon destination). Signalons que même avec un compactage soigné des remblais contre les murs enterrés, des tassements inéluctables au droit de ces derniers sont à prévoir.

# 5. REMARQUES ET SUGGESTIONS PARTICULIERES – ALEAS ET INCERTITUDES

Tout changement, concernant le plan de masse et/ou les caractéristiques du projet, devra nous être signalé. En effet toutes modifications pourraient influencer les solutions retenues et il pourrait alors être nécessaire de revoir tout ou partie de nos conclusions. Cette réflexion est notamment valable au cas où les descentes de charges du projet seraient supérieures à nos hypothèses. Les résultats sont valables uniquement au droit de nos sondages, en effet, des variations latérales sont toujours possibles.

Le présent rapport et ses annexes constituent un tout indissociable. La mauvaise utilisation qui pourrait être faîte d'une communication ou reproduction partielle sans l'accord écrit de la société EG SOL *Dauphiné Savoie*, ne saurait engager sa responsabilité.

Le présent rapport de type « G2 PRO » rentre dans le cadre de l'enchaînement des missions géotechniques types décrit dans la norme NFP 94-500. Nous restons à la disposition du Maître d'ouvrage pour assurer des missions de type G2 PRO et DCE/ACT, G4 et G5 en concordance avec la norme NFP 94-500 jointe en annexe applicable depuis novembre 2013.

En particulier, au stade actuel de l'information sur l'ingénierie géotechnique du chantier, il reste des points à préciser et ce dans le cadre de l'enchainement des missions géotechniques (missions G2 PRO, G3 à la charge de l'Entreprise et G4) :

- La mise en œuvre de remblais techniques suite à la démolition et la purges du bâtiment existant ;
- Le suivi de l'étude et de l'exécution du renforcement de sol (mission G4) ;
- Les épaisseurs de couche de forme (mission G4).

*L'Ingénieure Chargée d'affaire ,*

**Sandra MARIOTTE**

*Contrôle Interne,*

**Christophe BLANC**

# ANNEXES

**EXTRAIT DE LA NORME NF P 94-500 REVISEE EN 2013**

**PLAN D'IMPLANTATION DES RECONNAISSANCES**

**COUPES DES PUITS A LA PELLE**

**DIAGRAMMES DES ESSAIS PENETROMETRIQUES**

**LITHOLOGIE ET DIAGRAMMES DES ESSAIS PRESSIOMETRIQUES**

**PROCÈS-VERBAL DES ESSAIS DE LABORATOIRE**

**CALCUL FONDPROF**

**CALCUL TASPIE +**

**CALCUL PIECOEF**

# EXTRAIT DE LA NORME NF P 94-500 REVISEE EN 2013

**Tableau 1 — Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique**

| Enchaînement des missions G1 à G4 | Phases de la maîtrise d'œuvre | Mission d'ingénierie géotechnique (GN) et Phase de la mission | | Objectifs à atteindre pour les ouvrages géotechniques | Niveau de management des risques géotechniques attendu | Prestations d'investigations géotechniques à réaliser |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Étape 1 : Étude géotechnique préalable (G1) | | Étude géotechnique préalable (G1) Phase Étude de Site (ES) | | Spécificités géotechniques du site | Première identification des risques présentés par le site | Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique |
| | Étude préliminaire, esquisse, APS | Étude géotechnique préalable (G1) Phase Principes Généraux de Construction (PGC) | | Première adaptation des futurs ouvrages aux spécificités du site | Première identification des risques pour les futurs ouvrages | Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique |
| Étape 2 : Étude géotechnique de conception (G2) | APD/AVP | Étude géotechnique de conception (G2) Phase Avant-projet (AVP) | | Définition et comparaison des solutions envisageables pour le projet | Mesures préventives pour la réduction des risques identifiés, mesures correctives pour les risques résiduels avec détection au plus tôt de leur survenance | Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs) |
| | PRO | Étude géotechnique de conception (G2) Phase Projet (PRO) | | Conception et justifications du projet | | Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs) |
| | DCE/ACT | Étude géotechnique de conception (G2) Phase DCE / ACT | | Consultation sur le projet de base / Choix de l'entreprise et mise au point du contrat de travaux | | |
| Étape 3 : Études géotechniques de réalisation (G3/G4) | | À la charge de l'entreprise | À la charge du maître d'ouvrage | | | |
| | EXE/VISA | Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Étude (en interaction avec la phase Suivi) | Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision de l'étude géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision du suivi) | Étude d'exécution conforme aux exigences du projet, avec maîtrise de la qualité, du délai et du coût | Identification des risques résiduels, mesures correctives, contrôle du management des risques résiduels (réalité des actions, vigilance, mémorisation, capitalisation des retours d'expérience) | Fonction des méthodes de construction et des adaptations proposées si des risques identifiés surviennent |
| | DET/AOR | Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Suivi (en interaction avec la phase Étude) | Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision du suivi géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision de l'étude) | Exécution des travaux en toute sécurité et en conformité avec les attentes du maître d'ouvrage | | Fonction du contexte géotechnique observé et du comportement de l'ouvrage et des avoisinants en cours de travaux |
| À toute étape d'un projet ou sur un ouvrage existant | Diagnostic | Diagnostic géotechnique (G5) | | Influence d'un élément géotechnique spécifique sur le projet ou sur l'ouvrage existant | Influence de cet élément géotechnique sur les risques géotechniques identifiés | Fonction de l'élément géotechnique étudié |

### Tableau 2 — Classification des missions d'ingénierie géotechnique

L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étapes 1 à 3) doit suivre les étapes de conception et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géotechniques. Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit faire réaliser successivement chacune de ces missions par une ingénierie géotechnique. Chaque mission s'appuie sur des données géotechniques adaptées issues d'investigations géotechniques appropriées.

**ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)**

Cette mission exclut toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre de la mission d'étude géotechnique de conception (étape 2). Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire. Elle comprend deux phases :

***Phase Étude de Site (ES)***

Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site.

— Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours.
— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
— Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.

***Phase Principes Généraux de Construction (PGC)***

Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour réduire les conséquences des risques géotechniques majeurs identifiés. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
— Fournir un rapport de synthèse des données géotechniques à ce stade d'étude (première approche de la ZIG, horizons porteurs potentiels, ainsi que certains principes généraux de construction envisageables (notamment fondations, terrassements, ouvrages enterrés, améliorations de sols).

**ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)**

Cette mission permet l'élaboration du projet des ouvrages géotechniques et réduit les conséquences des risques géotechniques importants identifiés. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend trois phases :

***Phase Avant-projet (AVP)***

Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
— Fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, les principes de construction envisageables (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions générales vis-à-vis des nappes et des avoisinants), une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique et la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure maîtrise des risques géotechniques.

***Phase Projet (PRO)***

Elle est réalisée au stade du projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées suffisamment représentatives pour le site.

— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
— Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisinants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités.

***Phase DCE / ACT***

Elle est réalisée pour finaliser le Dossier de Consultation des Entreprises et assister le maître d'ouvrage pour l'établissement des Contrats de Travaux avec le ou les entrepreneurs retenus pour les ouvrages géotechniques.

— Établir ou participer à la rédaction des documents techniques nécessaires et suffisants à la consultation des entreprises pour leurs études de réalisation des ouvrages géotechniques (dossier de la phase Projet avec plans, notices techniques, cahier des charges particulières, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel).
— Assister éventuellement le maître d'ouvrage pour la sélection des entreprises, analyser les offres techniques, participer à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.

**Tableau 2 — Classification des missions d'ingénierie géotechnique** (suite)

**ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées)**
**ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)**

Cette mission permet de réduire les risques géotechniques résiduels par la mise en œuvre à temps de mesures correctives d'adaptation ou d'optimisation. Elle est confiée à l'entrepreneur sauf disposition contractuelle contraire, sur la base de la phase G2 DCE/ACT. Elle comprend deux phases interactives :

***Phase Étude***

— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

— Étudier dans le détail les ouvrages géotechniques : notamment établissement d'une note d'hypothèses géotechniques sur la base des données fournies par le contrat de travaux ainsi que des résultats des éventuelles investigations complémentaires, définition et dimensionnement (calculs justificatifs) des ouvrages géotechniques, méthodes et conditions d'exécution (phasages généraux, suivis, auscultations et contrôles à prévoir, valeurs seuils, dispositions constructives complémentaires éventuelles).

— Élaborer le dossier géotechnique d'exécution des ouvrages géotechniques provisoires et définitifs : plans d'exécution, de phasage et
de suivi.

***Phase Suivi***

— Suivre en continu les auscultations et l'exécution des ouvrages géotechniques, appliquer si nécessaire des dispositions constructives prédéfinies en phase Étude.

— Vérifier les données géotechniques par relevés lors des travaux et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats).

— Établir la prestation géotechnique du dossier des ouvrages exécutés (DOE) et fournir les documents nécessaires à l'établissement du dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage (DIUO)

**SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)**

Cette mission permet de vérifier la conformité des hypothèses géotechniques prises en compte dans la mission d'étude et suivi géotechniques d'exécution. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend deux phases interactives :

***Phase Supervision de l'étude d'exécution***

— Donner un avis sur la pertinence des hypothèses géotechniques de l'étude géotechnique d'exécution, des dimensionnements et méthodes d'exécution, des adaptations ou optimisations des ouvrages géotechniques proposées par l'entrepreneur, du plan de contrôle, du programme d'auscultation et des valeurs seuils.

***Phase Supervision du suivi d'exécution***

— Par interventions ponctuelles sur le chantier, donner un avis sur la pertinence du contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur (G3), du comportement tel qu'observé par l'entrepreneur de l'ouvrage et des avoisinants concernés (G3), de l'adaptation ou de l'optimisation de l'ouvrage géotechnique proposée par l'entrepreneur (G3).

— donner un avis sur la prestation géotechnique du DOE et sur les documents fournis pour le DIUO.

**DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)**

Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques, dans le cadre d'une mission ponctuelle. Ce diagnostic géotechnique précise l'influence de cet ou ces éléments géotechniques sur les risques géotechniques identifiés ainsi que leurs conséquences possibles pour le projet ou l'ouvrage existant.

— Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

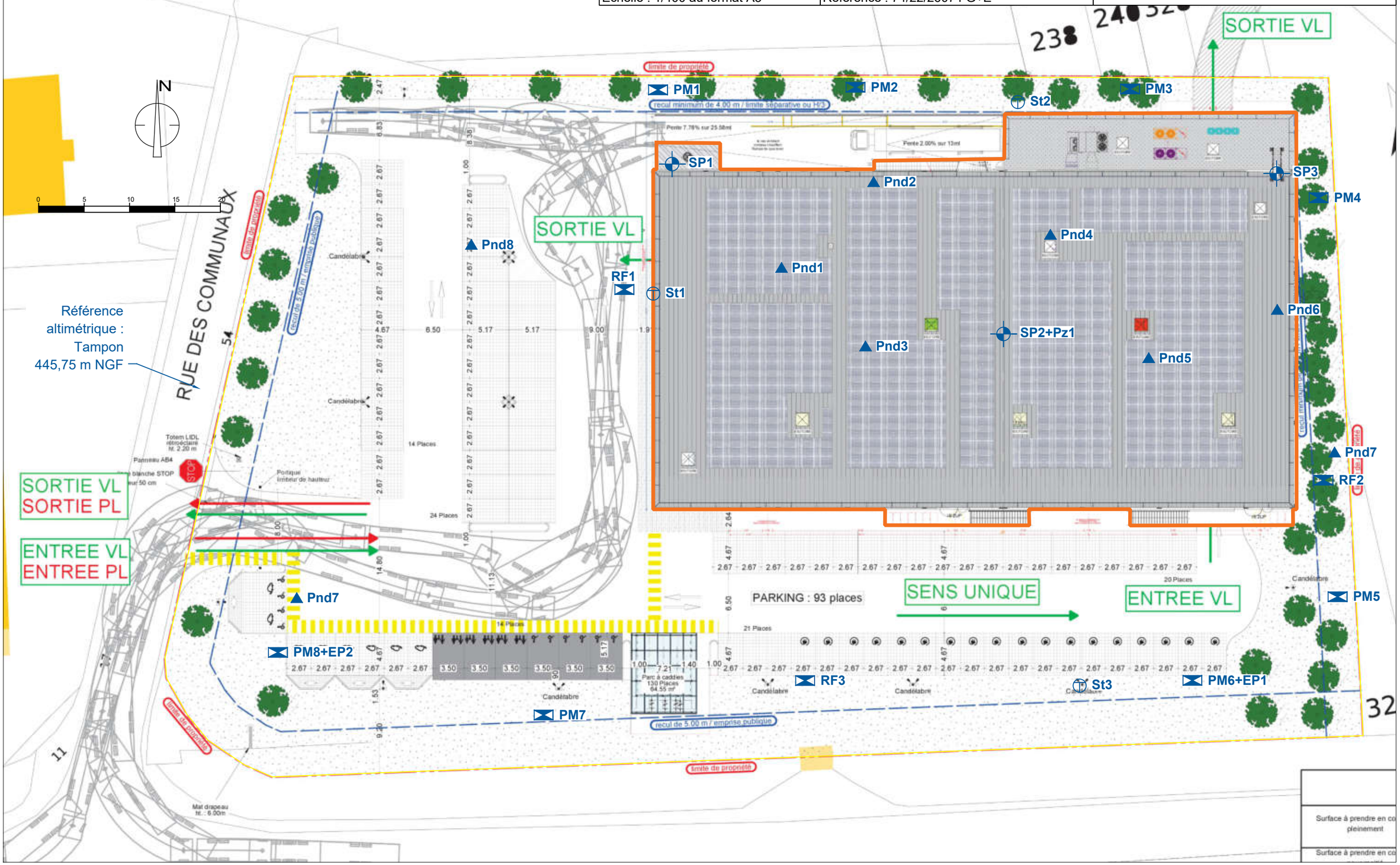
— Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'étude de l'état général de l'ouvrage existant.

— Si ce diagnostic conduit à modifier une partie du projet ou à réaliser des travaux sur l'ouvrage existant, des études géotechniques de
conception et/ou d'exécution ainsi qu'un suivi et une supervision géotechniques seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3).

# PLAN D'IMPLANTATION DES RECONNAISSANCES

| | |
|---|---|
| eGSOL | Construction d'un LIDL |
| PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES | 54 rue des Communaux<br>BONNEVILLE (74) |
| Echelle : 1/400 au format A3 | Référence : 74/22/26074 G+E |

Légende :
- Sondage à la pelle mécanique
- Essais au pénétromètre dynamique 63 kg
- Essais au pénétromètre statique-dymanique
- Forage avec essais pressiométriques
- Emprise RDC projeté



| | |
|---|---|
| eGSOL | Construction d'un LIDL |
| PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES | 54 rue des Communaux<br>BONNEVILLE (74) |
| Echelle : 1/400 au format A3 | Référence : 74/22/26074 G+E |

Légende :
- Sondage à la pelle mécanique
- Essais au pénétromètre dynamique 63 kg
- Essais au pénétromètre statique-dymanique
- Forage avec essais pressiométriques
- Emprise RDC projeté

POGRAPHIQUE
ère
NE DE BONNEVILLE
Communaux"

N

0 5 10 15 20

Référence altimétrique : Tampon 445,75 m NGF

PM1 PM2 PM3 St2 SP1 SP3 PM4 Pnd2 Pnd8 Pnd4 Pnd1 RF1 St1 Pnd6 SP2+Pz1 Pnd3 Pnd5 Pnd7 RF2 PM5 Pnd7 PM8+EP2 RF3 PM7 St3 PM6+EP1

AO n°91 AO n°92 AO n°238 AO n°240 AO n°328 AO n°331 AO n°132 AO n°250 AO n°251 AO n°332 AO n°131 AO n°93 AO n°330 AO n°327 AO n°253 AO n°94 AO n°130 AO n°129 AO n°135

Borne OGE existante

Portail coulissant

Enrobés

dalle béton

Rue des Communaux

Route de Cluses

# COUPES DES PUITS A LA PELLE

**PM1**

Date : 04/05/2022

| Epaisseurs (m) | Cote du toit de couche* | Profondeurs (m) | Description lithologique |
|---|---|---|---|
| 0,5 | 446,0 | 0,0 m à 0,5 m | Couche de forme avec géotextile à la base |
| 1,6 | 445,5 | 0,5 m à 2,1 m | Limon sableux marron foncé avec traces d'oxydation |
| 0,4 | 443,9 | 2,1 m à 2,5 m | Sable légèrement argileux marron |
| 0,4 | 443,5 | 2,5 m à 2,9 m | Sable à galets et graviers humide gris |
| Fin du sondage | 443,1 | | * *NGF* |

***Remarques :***

*Venue d'eau en fond de fouille.*

*Bonne tenue des parois dans la couche de forme et les limons, moyenne dans les sable légèrement argileux, mauvaise dans les sables, galets et graviers*





**PM2**

Date : 04/05/2022

| Epaisseurs (m) | Cote du toit de couche* | Profondeurs (m) | Description lithologique |
|---|---|---|---|
| 0,5 | 445,9 | 0,0 m à 0,5 m | Couche de forme avec géotextile à la base |
| 1,9 | 445,4 | 0,5 m à 2,4 m | Limon sableux marron foncé avec traces d'oxydation |
| 0,6 | 443,5 | 2,4 m à 3,0 m | Graves et sable grossier, gris saturés en eau |
| Fin du sondage | 442,9 | | * *NGF* |

***Remarques :***

*Venue d'eau observée à 2,8 m/TA.*

*Bonne tenue des parois dans la couche de forme et les limons sableux, puis mauvaise dans les graves sableuses.*





**PM3**

Date : 04/05/2022

| Epaisseurs (m) | Cote du toit de couche* | Profondeurs (m) | Description lithologique |
|---|---|---|---|
| 0,5 | 445,8 | 0,0 m à 0,5 m | Couche de forme avec géotextile à la base |
| 1,3 | 445,3 | 0,5 m à 1,8 m | Limon sableux marron foncé avec traces d'oxydation |
| 0,5 | 444,0 | 1,8 m à 2,3 m | Limon argileux bleu |
| 0,6 | 443,5 | 2,3 m à 2,9 m | Sable humide gris anthracite avec odeur d'hydrocarbure |
| Fin du sondage | 442,9 | | * *NGF* |

***Remarques :***

*Venue d'eau observée à 2,7 m/TA.*

*Bonne tenue des parois dans la couche de forme et les limons sableux, puis mauvaise dans les graves sableuses.*





**PM4**

Date : 04/05/2022

| Epaisseurs (m) | Cote du toit de couche* | Profondeurs (m) | Description lithologique |
|---|---|---|---|
| 0,2 | 445,7 | 0,0 m à 0,2 m | Couche de forme beige |
| 0,4 | 445,5 | 0,2 m à 0,6 m | Couche de forme sablo-graveleuse gris anthracite avec géotextile |
| 1,2 | 445,1 | 0,6 m à 1,8 m | Remblais limono-sableux marron avec nombreux morceaux de brique |
| 1,1 | 443,9 | 1,8 m à 2,9 m | Sable argileux très humide avec trace de matière organique, gris anthracite |
| 0,1 | 442,8 | 2,9 m à 3,0 m | Graves saturées en eau |

Fin du sondage 442,7 * *NGF*

***Remarques :*** *Venue d'eau observée à 2,9 m/TA.*

*Tenue des parois moyenne dans la couche de forme, bonne au-delà.*





**PM5**

Date : 04/05/2022

| Epaisseurs (m) | Cote du toit de couche* | Profondeurs (m) | Description lithologique |
|---|---|---|---|
| 0,5 | 445,7 | 0,0 m à 0,5 m | Couche de forme |
| 1,2 | 445,2 | 0,5 m à 1,7 m | Limon argileux marron bleuté |
| 0,8 | 444,0 | 1,7 m à 2,5 m | Sable grossier à galets et graviers gris bleuté très humide avec odeurs d'hydrocarbure |

Fin du sondage 443,2 * *NGF*

***Remarques :*** *Venue d'eau observée à 2,3 m/TA.*

*Bonne tenue des parois dans les limons, puis mauvaise dans les graves sableuses.*





**PM6 + EP1**

Date : 04/05/2022

| Epaisseurs (m) | Cote du toit de couche* | Profondeurs (m) | Description lithologique |
|---|---|---|---|
| 0,2 | 445,9 | 0,0 m à 0,2 m | Couverture végétale |
| 1,9 | 445,7 | 0,2 m à 2,1 m | Limon sableux remanié avec traces de matière organique, de terre cuite, et de caoutchouc (Remblais) |
| 0,5 | 443,8 | 2,1 m à 2,6 m | Sable grossier humide à quelques galets et graviers gris foncé |

Fin du sondage 443,3 * *NGF*

***Remarques :*** *Venue d'eau observée à 2,3 m/TA.*

*Bonne tenue des parois dans les limons, puis mauvaise dans les graves sableuses.*

*Test d'infiltration EP1 à 2,35 m/TA.*







**PM7**

Date : 04/05/2022

| Epaisseurs (m) | Cote du toit de couche* | Profondeurs (m) | Description lithologique |
|---|---|---|---|
| 0,1 | 445,8 | 0,0 m à 0,1 m | Couverture végétale |
| 0,4 | 445,7 | 0,1 m à 0,5 m | Remblais limoneux avec morceaux de plastiques et morceaux de brique |
| 0,9 | 445,3 | 0,5 m à 1,4 m | Limon sableux marron sec avec traces de brique (Remblais possible) |
| 1,1 | 444,4 | 1,4 m à 2,5 m | Sable graveleux gris |
| 0,4 | 443,3 | 2,5 m à 2,9 m | Graves sableuses grises saturées en eau. |
| Fin du sondage | 442,9 | | * *NGF* |

***Remarques :*** *Venue d'eau observée à 2,6 m/TA.*

*Bonne tenue des parois jusqu'à 2,5 m/TA puis mauvaise au-delà.*





**PM8 + EP2**

Date : 04/05/2022

| Epaisseurs (m) | Cote du toit de couche* | Profondeurs (m) | Description lithologique |
|---|---|---|---|
| 0,4 | 445,5 | 0,0 m à 0,4 m | Couche de forme |
| 1,3 | 445,1 | 0,4 m à 1,6 m | Limon sableux marron foncé avec traces d'oxydation |
| 0,7 | 443,9 | 1,6 m à 2,3 m | Limon argileux humide bleu |
| 0,5 | 443,2 | 2,3 m à 2,8 m | Graves sableuses gris anthracite saturées en eau |
| Fin du sondage | 442,7 | | * *NGF* |

***Remarques :*** *Venue d'eau observée à 2,4 m/TA.*

*Bonne tenue des parois jusqu'à 2,3 m/TA puis mauvaise au-delà.*

*Test d'infiltration EP2 à 2,2 m/TA.*





**RF1**

Date : 04/05/2022

| Epaisseurs (m) | Cote du toit de couche* | Profondeurs (m) | Description lithologique |
|---|---|---|---|
| 0,1 | 445,7 | 0,0 m à 0,1 m | Enrobé |
| 0,5 | 445,6 | 0,1 m à 0,6 m | Couche de forme |
| 0,8 | 445,1 | 0,6 m à 1,4 m | Limon sableux marron foncé avec traces d'oxydation |
| Fin du sondage | 444,3 | | |

* *NGF*

***Remarques :*** *Aucune venue d'eau observée.*

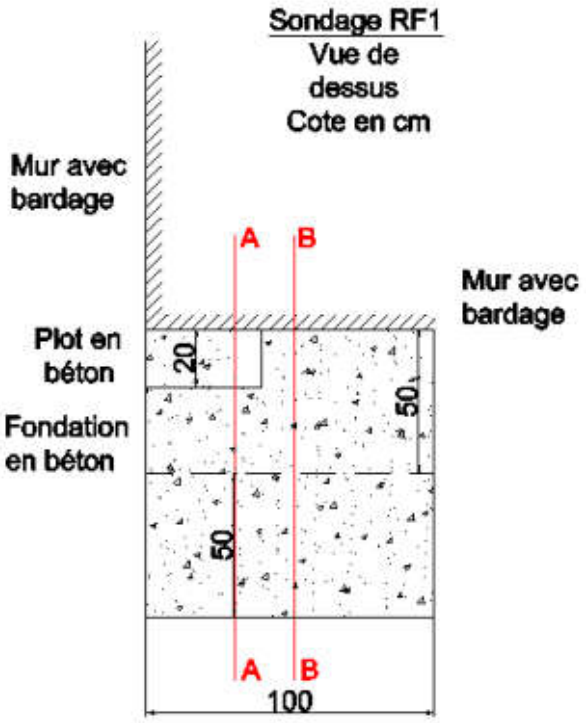
*Bonne tenue des parois.*

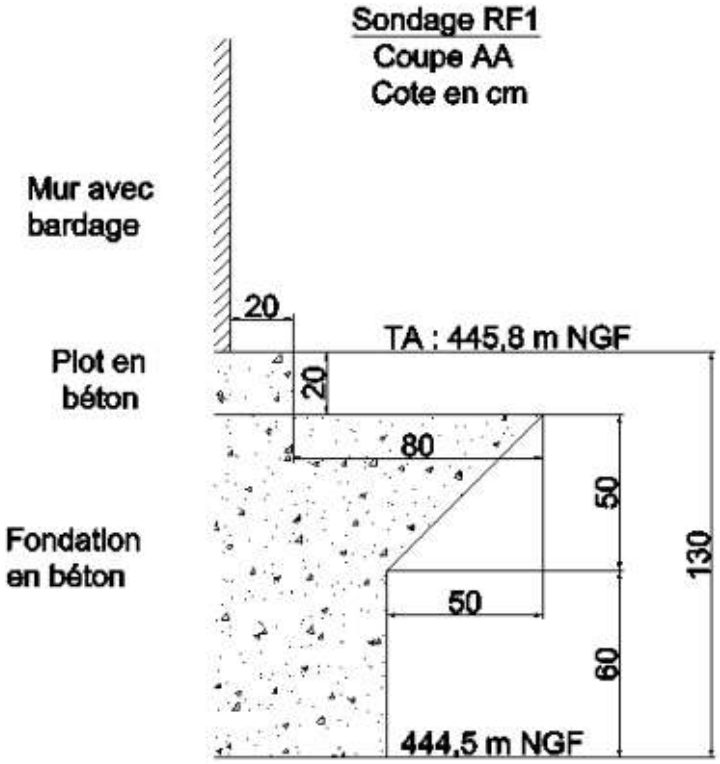


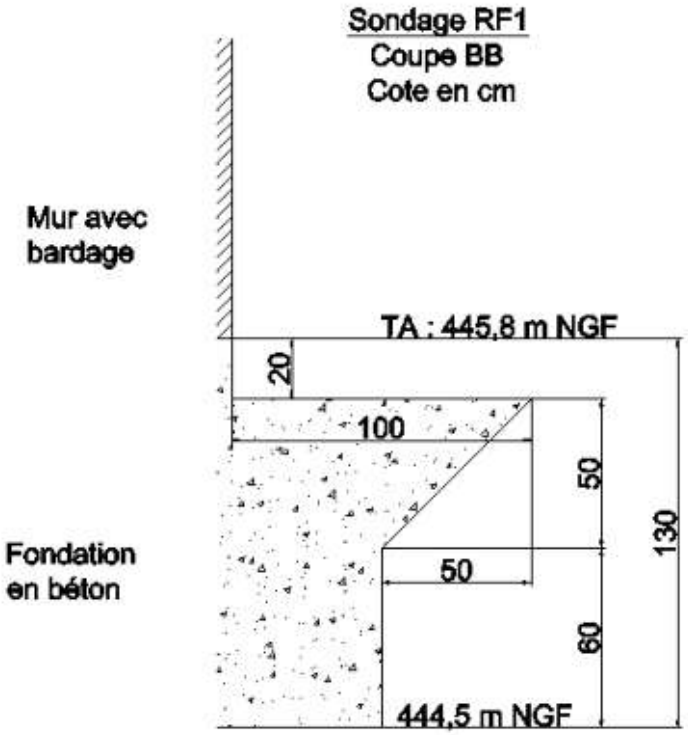







Sondage RF1
Vue de
dessus
Cote en cm
Mur avec
bardage
A
B
Mur avec
bardage
Plot en
béton
20
50
Fondation
en béton
50
A
B
100


Sondage RF1
Coupe AA
Cote en cm
Mur avec
bardage
20
TA : 445,8 m NGF
Plot en
béton
20
80
50
130
Fondation
en béton
50
60
444,5 m NGF


Sondage RF1
Coupe BB
Cote en cm
Mur avec bardage
TA : 445,8 m NGF
20
100
50
130
Fondation en béton
50
60
444,5 m NGF

**RF2**

Date : 04/05/2022

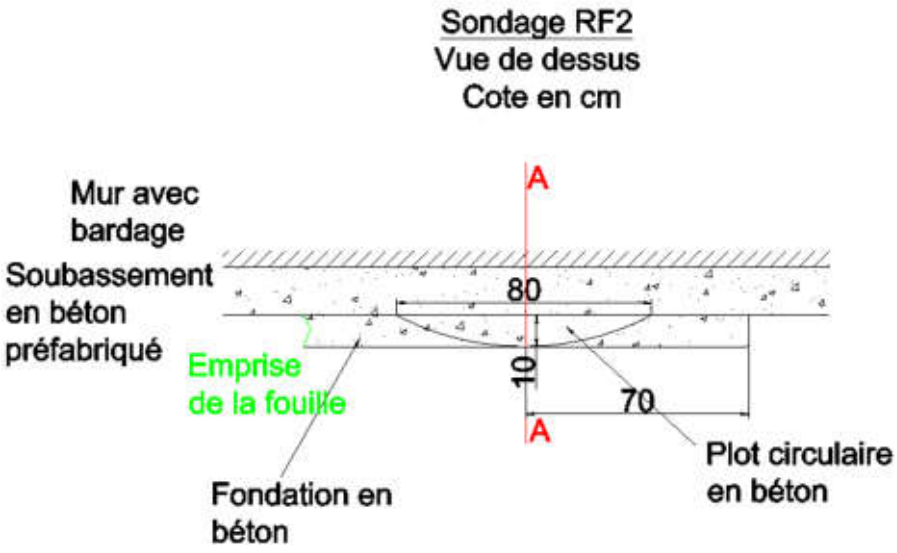
| Epaisseurs (m) | Cote du toit de couche* | Profondeurs (m) | Description lithologique |
|---|---|---|---|
| 0,5 | 445,7 | 0,0 m à 0,5 m | Couche de forme avec morceaux de brique et de plastique |
| 0,5 | 445,2 | 0,5 m à 1,0 m | Limon sablo-argileux marron bleuté |
| Fin du sondage | 444,7 | | * *NGF* |

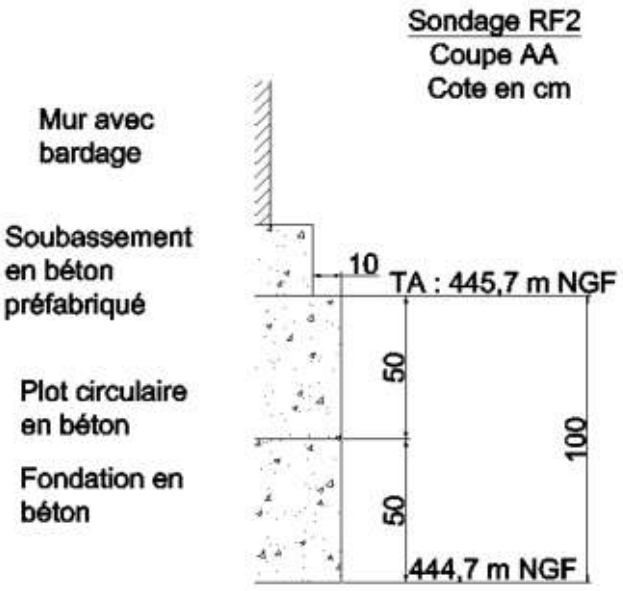
***Remarques :*** *Aucune venue d'eau observée.*

*Tenue des parois mauvaise dans la couche de forme et bonne au-delà.*








Sondage RF2
Coupe AA
Cote en cm
Mur avec bardage
Soubassement en béton préfabriqué
Plot circulaire en béton
Fondation en béton
10
TA : 445,7 m NGF
50
100
50
444,7 m NGF

**RF3**

Date : 04/05/2022

| Epaisseurs (m) | Cote du toit de couche* | Profondeurs (m) | Description lithologique |
|---|---|---|---|
| 0,3 | 445,8 | 0,0 m à 0,3 m | Couverture végétale |
| 1,1 | 445,5 | 0,3 m à 1,4 m | Limon sableux avec morceaux de plastique en surface et rares morceaux de terre-cuite (Remblais probable) |
| Fin du sondage | 444,4 | | |

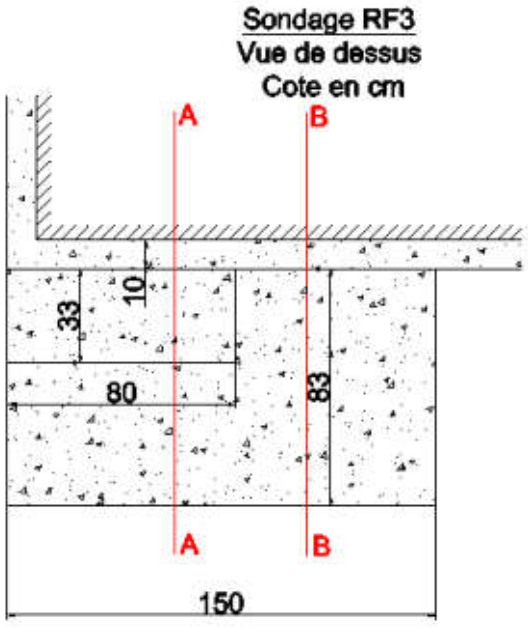
* *NGF*

***Remarques :*** *Aucune venue d'eau observée.*

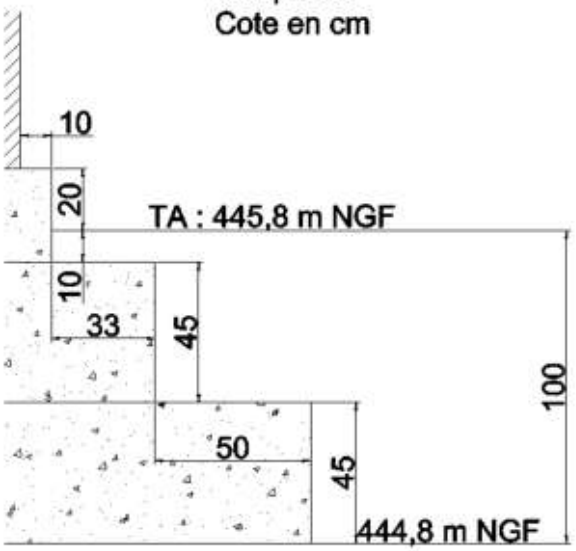
*Bone tenue des parois.*



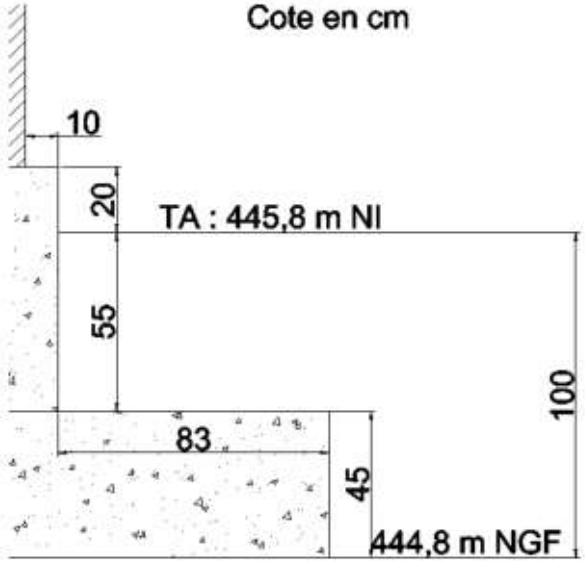




Sondage RF3
Coupe AA
Cote en cm




Sondage RF3
Coupe BB
Cote en cm



# DIAGRAMMES DES ESSAIS PENETROMETRIQUES

## Principe du pénétromètre dynamique - NF EN 22476-2

L'essai pénétrométrique consiste à battre, à l'aide d'un mouton de masse 63,50 kg un train de tiges équipé d'un cône de pénétration de surface connue (20 $cm^2$). La hauteur de chute du mouton est de 75 cm. Le principe de l'essai consiste à noter le nombre de coups nécessaire à un enfoncement unitaire de 20 cm.

Les essais de pénétration permettent de déterminer la *résistance dynamique apparente* **$R_{da}$** des terrains traversés, calculée à partir de la formule présentée ci-dessous :

$$R_{da} = \frac{Mgh}{Ae} + \frac{M}{M + M'}$$

*avec :M* *masse du mouton,*

$g$ *accélération de la pesanteur (9,8 ms-2),*

$h$ *hauteur de chute libre (75 cm),*

$A$ *section droite de la pointe (20 cm2),*

$e$ *l'enfoncement par coup,*

$M'$ *masse cumulée restante.*

## Principe du pénétromètre statique - NF EN 22476-12

L'essai consiste à enfoncer, à vitesse lente et constante (0,5 à 2 cm par seconde) des tiges munies d'une pointe à leur extrémité. Il est conçu pour mesurer le frottement latéral sur les tubes extérieurs qui entourent la tige centrale et les efforts sous la pointe.

Les avantages de la pénétration statique et dynamique ont été réunis en un seul appareil (pénétromètre statique-dynamique). Tant que les couches traversées n'offrent pas une forte résistance importante, l'essai est réalisé en statique. Cependant, dès que l'appareil est bloqué, on poursuit l'essai en dynamique. Et si la résistance décroît ultérieurement, il est possible de reprendre en statique.

On trace alors les diagrammes suivants :

***$q_c$*** *Résistance de pointe (MPa)*

***$F_s$ (kPa)*** *le frottement latéral*

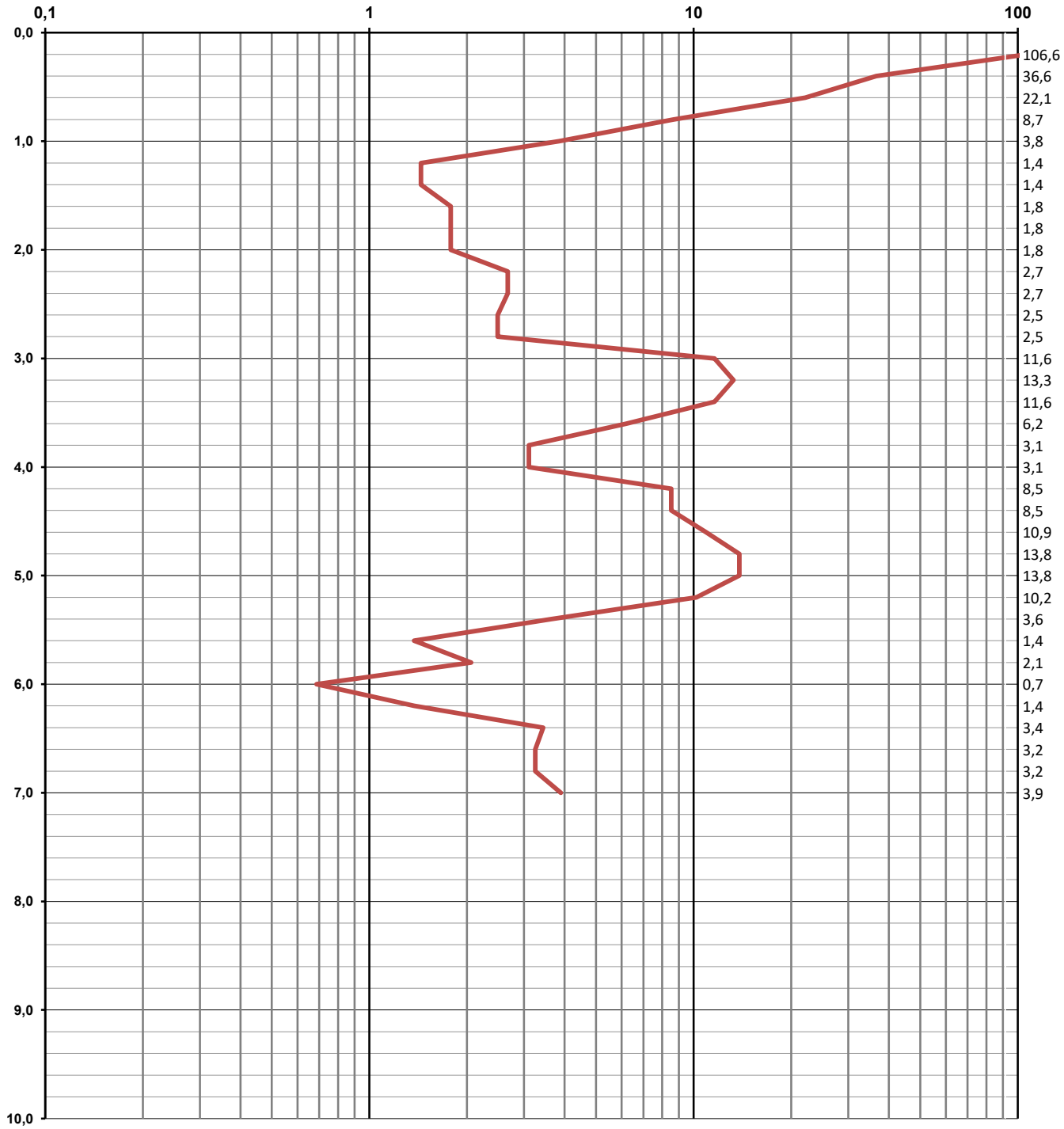
***$F_s/Q_c$ (%)*** *le rapport de la résistance de pointe sur le frottement latéral*

# ESSAI AU PENETROMETRE DYNAMIQUE

## ESSAI Pnd1

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Projet :** | **Supermarché LIDL** | **Numéro du dossier :** | **74/22/26074 G+E** |
| **Client :** | **LIDL Direction Régionale Pontcharra (DR 21)** | **Date de réalisation :** | **04/05/2022** |
| **Commune :** | **BONNEVILLE** | **Cote du sondage :** | **445,7 m NGF** |

RESISTANCE DE POINTE DYNAMIQUE Rda (MPa)




CARACTERISTIQUES DU PENETROMETRE DYNAMIQUE (Norme NF EN ISO 22476-2)

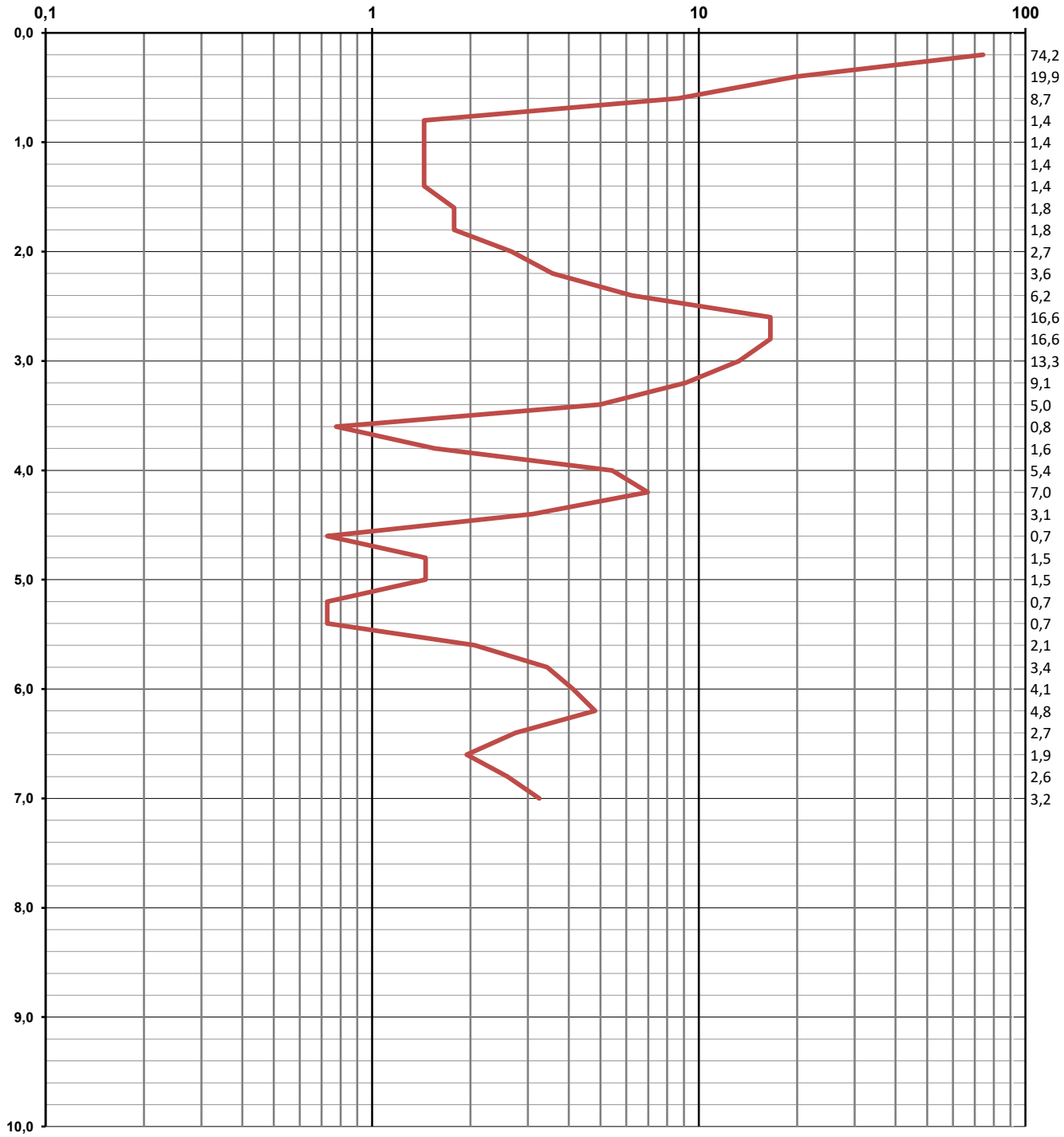
| | | |
|---|---|---|
| *Surface de la pointe = 20 cm²* | *Enfoncement = 0,2 m* | *Hauteur de chute = 0,75 m* |
| *Masse = 63,5 kg* | *Masse additionnelle = 1,284 kg* | |

# ESSAI AU PENETROMETRE DYNAMIQUE

## ESSAI Pnd2

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Projet :** | **Supermarché LIDL** | **Numéro du dossier :** | **74/22/26074 G+E** |
| **Client :** | **LIDL Direction Régionale Pontcharra (DR 21)** | **Date de réalisation :** | **04/05/2022** |
| **Commune :** | **BONNEVILLE** | **Cote du sondage :** | **445,6 m NGF** |

RESISTANCE DE POINTE DYNAMIQUE Rda (MPa)




CARACTERISTIQUES DU PENETROMETRE DYNAMIQUE (Norme NF EN ISO 22476-2)

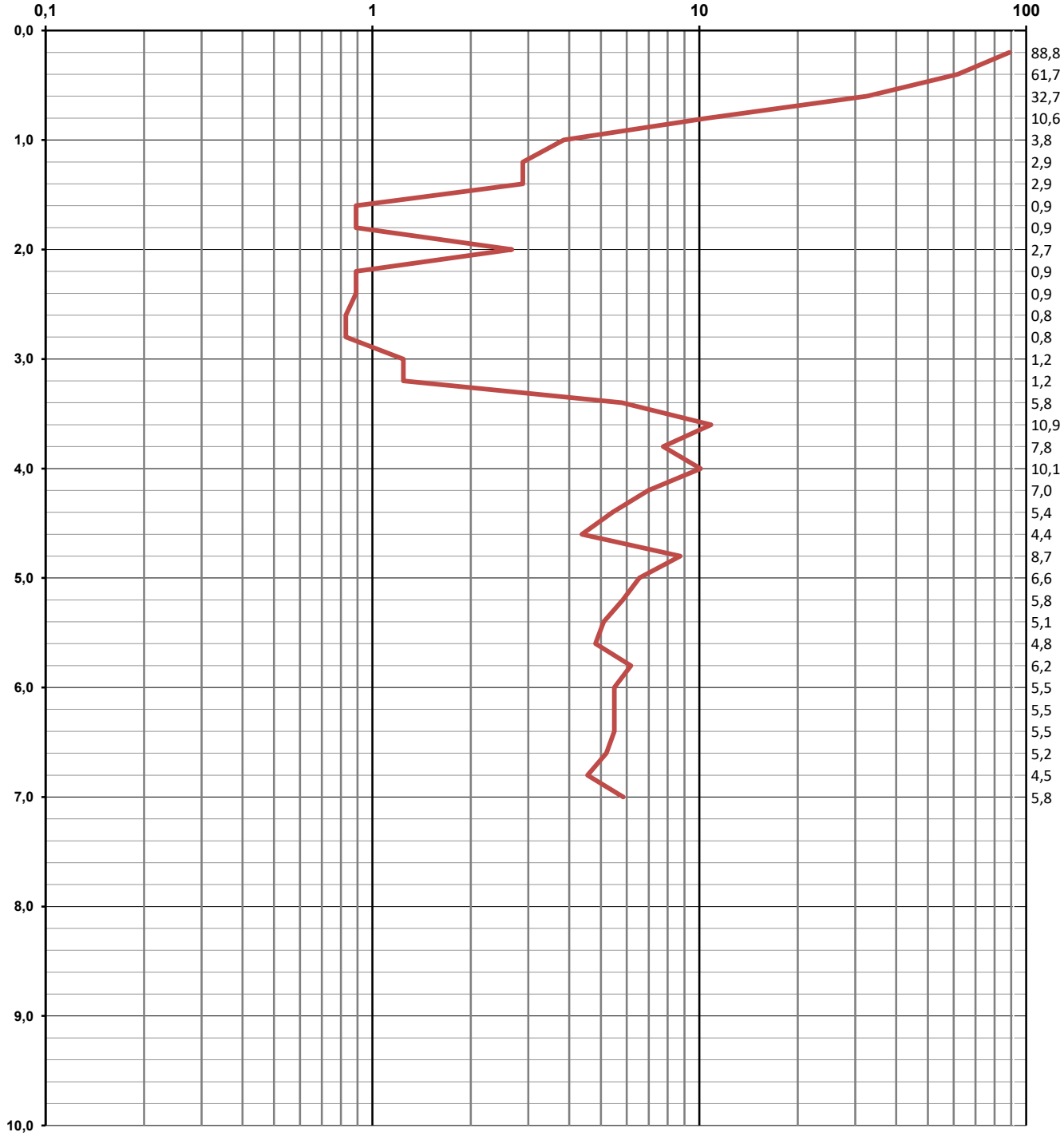
| | | |
|---|---|---|
| *Surface de la pointe = 20 cm²* | *Enfoncement = 0,2 m* | *Hauteur de chute = 0,75 m* |
| *Masse = 63,5 kg* | *Masse additionnelle = 1,284 kg* | |

# ESSAI AU PENETROMETRE DYNAMIQUE

## ESSAI Pnd3

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Projet :** | **Supermarché LIDL** | **Numéro du dossier :** | **74/22/26074 G+E** |
| **Client :** | **LIDL Direction Régionale Pontcharra (DR 21)** | **Date de réalisation :** | **04/05/2022** |
| **Commune :** | **BONNEVILLE** | **Cote du sondage :** | **445,8 m NGF** |

RESISTANCE DE POINTE DYNAMIQUE Rda (MPa)




CARACTERISTIQUES DU PENETROMETRE DYNAMIQUE (Norme NF EN ISO 22476-2)

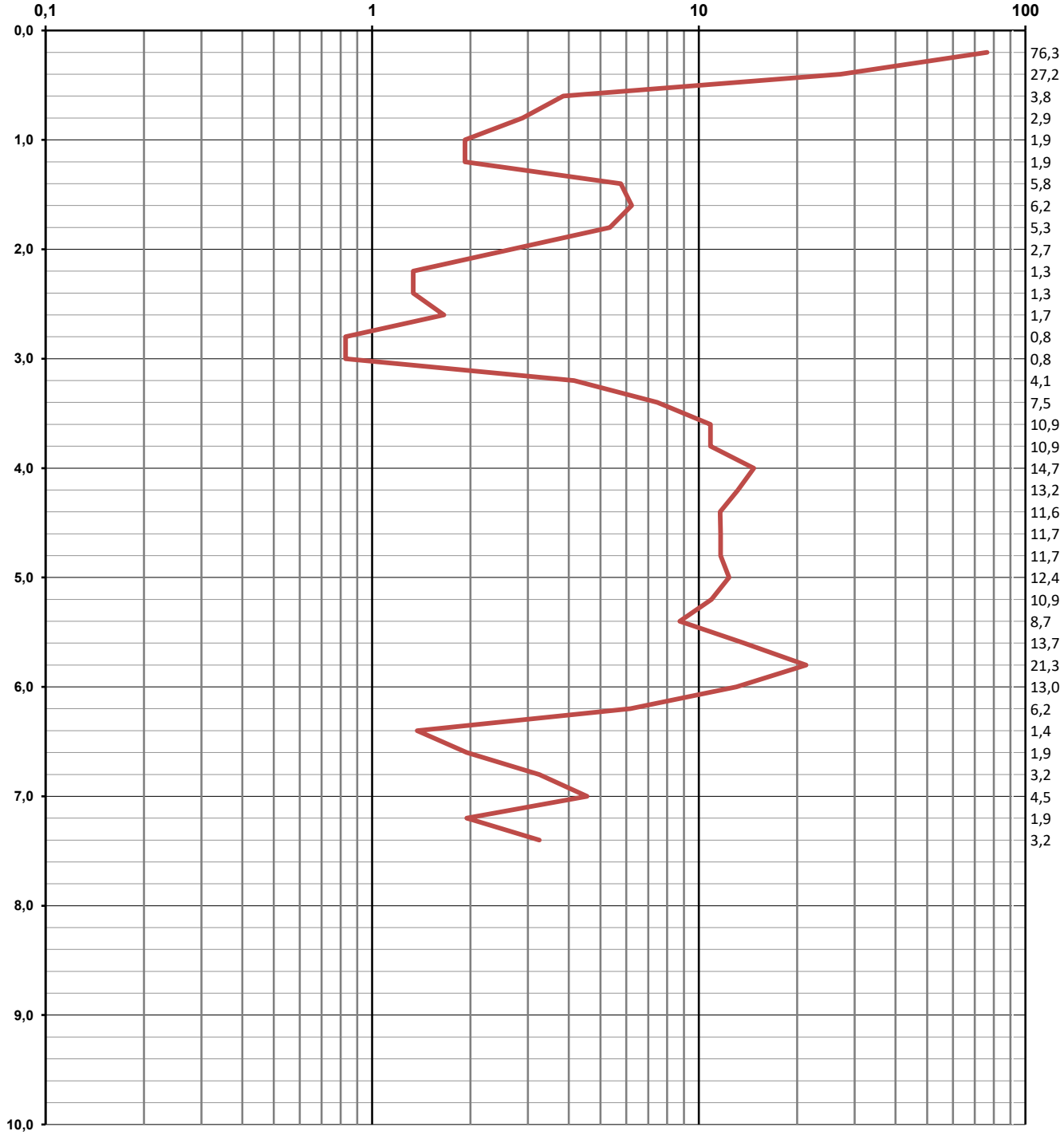
| | | |
|---|---|---|
| *Surface de la pointe = 20 cm²* | *Enfoncement = 0,2 m* | *Hauteur de chute = 0,75 m* |
| *Masse = 63,5 kg* | *Masse additionnelle = 1,284 kg* | |

# ESSAI AU PENETROMETRE DYNAMIQUE

## ESSAI Pnd4

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Projet :** | **Supermarché LIDL** | **Numéro du dossier :** | **74/22/26074 G+E** |
| **Client :** | **LIDL Direction Régionale Pontcharra (DR 21)** | **Date de réalisation :** | **04/05/2022** |
| **Commune :** | **BONNEVILLE** | **Cote du sondage :** | **445,6 m NGF** |

RESISTANCE DE POINTE DYNAMIQUE Rda (MPa)




CARACTERISTIQUES DU PENETROMETRE DYNAMIQUE (Norme NF EN ISO 22476-2)

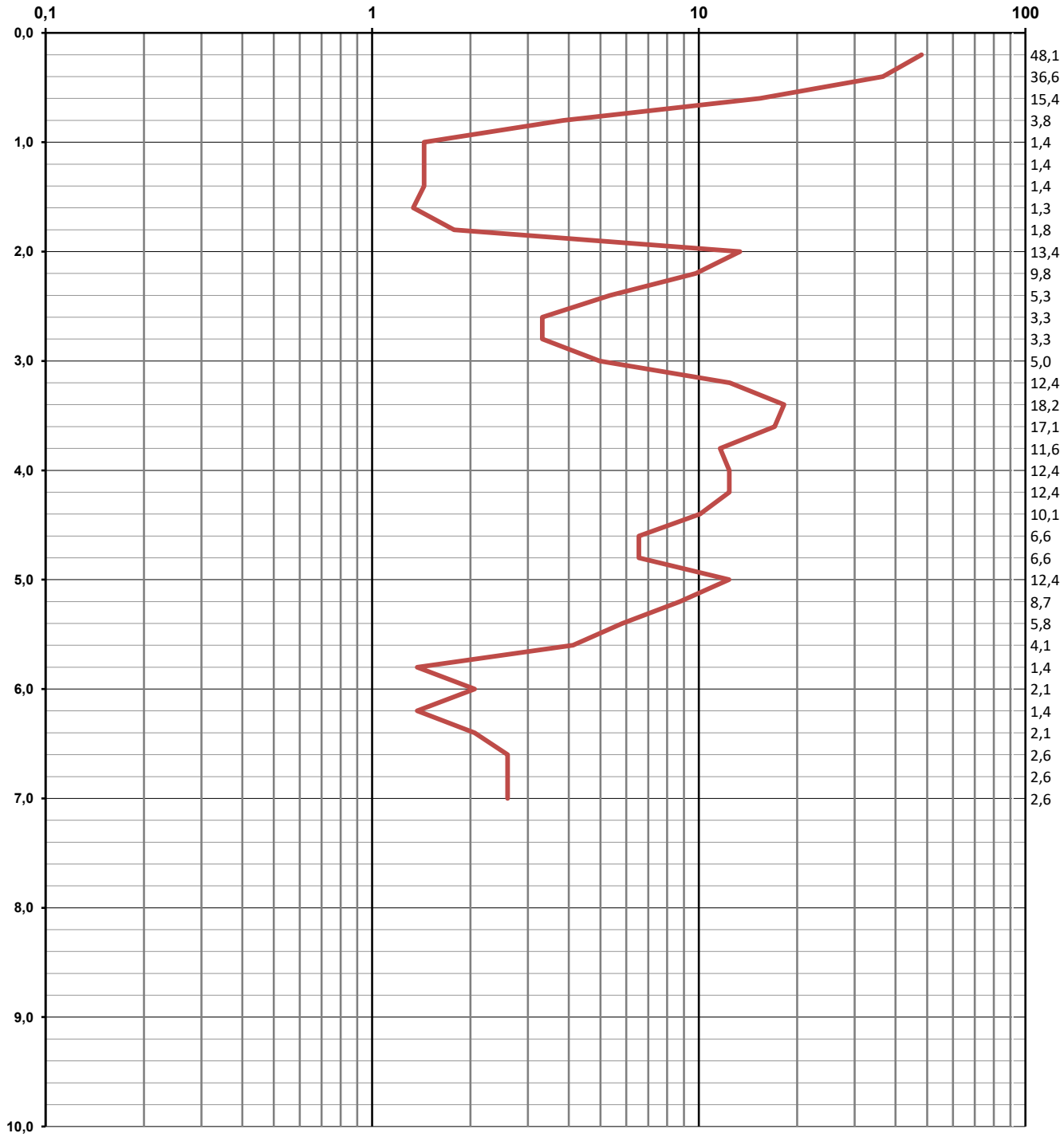
| | | |
|---|---|---|
| *Surface de la pointe = 20 cm²* | *Enfoncement = 0,2 m* | *Hauteur de chute = 0,75 m* |
| *Masse = 63,5 kg* | *Masse additionnelle = 1,284 kg* | |

# ESSAI AU PENETROMETRE DYNAMIQUE

## ESSAI Pnd5

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Projet :** | **Supermarché LIDL** | **Numéro du dossier :** | **74/22/26074 G+E** |
| **Client :** | **LIDL Direction Régionale Pontcharra (DR 21)** | **Date de réalisation :** | **04/05/2022** |
| **Commune :** | **BONNEVILLE** | **Cote du sondage :** | **445,8 m NGF** |

RESISTANCE DE POINTE DYNAMIQUE Rda (MPa)




CARACTERISTIQUES DU PENETROMETRE DYNAMIQUE (Norme NF EN ISO 22476-2)

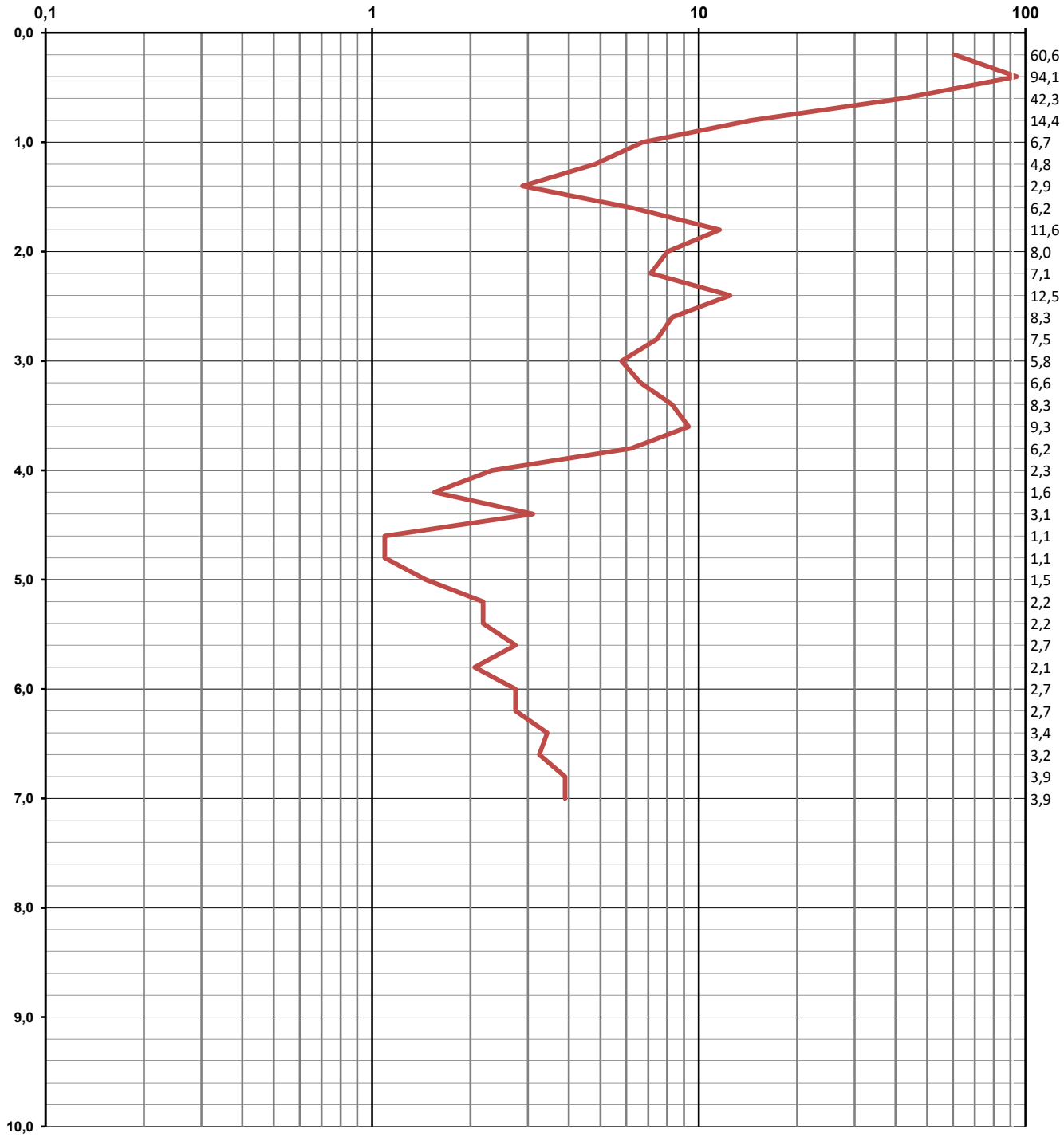
| | | |
|---|---|---|
| *Surface de la pointe = 20 cm²* | *Enfoncement = 0,2 m* | *Hauteur de chute = 0,75 m* |
| *Masse = 63,5 kg* | *Masse additionnelle = 1,284 kg* | |

# ESSAI AU PENETROMETRE DYNAMIQUE

## ESSAI Pnd6

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Projet :** | **Supermarché LIDL** | **Numéro du dossier :** | **74/22/26074 G+E** |
| **Client :** | **LIDL Direction Régionale Pontcharra (DR 21)** | **Date de réalisation :** | **04/05/2022** |
| **Commune :** | **BONNEVILLE** | **Cote du sondage :** | **445,8 m NGF** |

RESISTANCE DE POINTE DYNAMIQUE Rda (MPa)




CARACTERISTIQUES DU PENETROMETRE DYNAMIQUE (Norme NF EN ISO 22476-2)

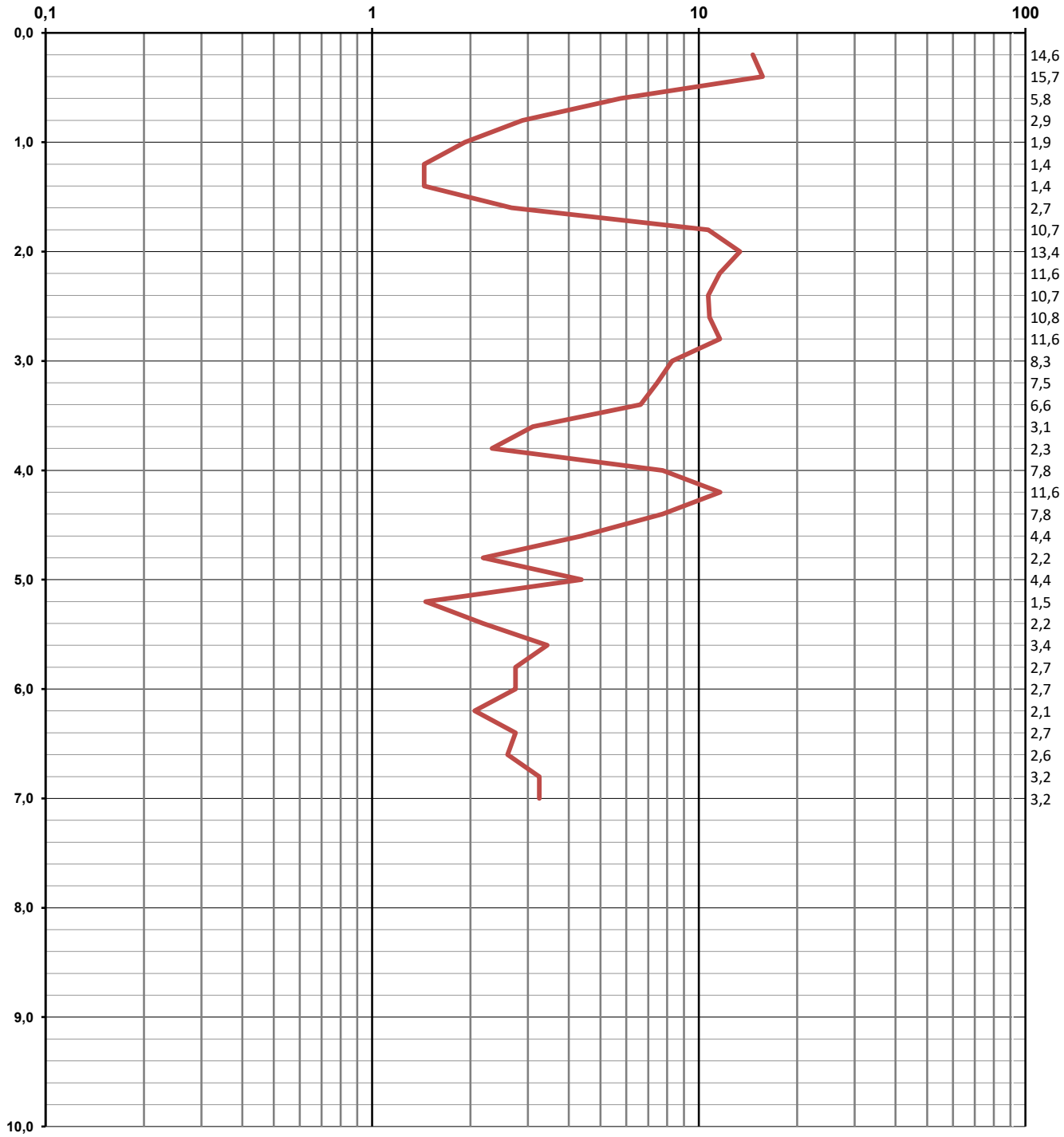
| | | |
|---|---|---|
| *Surface de la pointe = 20 cm²* | *Enfoncement = 0,2 m* | *Hauteur de chute = 0,75 m* |
| *Masse = 63,5 kg* | *Masse additionnelle = 1,284 kg* | |

# ESSAI AU PENETROMETRE DYNAMIQUE

## ESSAI Pnd7

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Projet :** | **Supermarché LIDL** | **Numéro du dossier :** | **74/22/26074 G+E** |
| **Client :** | **LIDL Direction Régionale Pontcharra (DR 21)** | **Date de réalisation :** | **04/05/2022** |
| **Commune :** | **BONNEVILLE** | **Cote du sondage :** | **445,7 m NGF** |

RESISTANCE DE POINTE DYNAMIQUE Rda (MPa)




CARACTERISTIQUES DU PENETROMETRE DYNAMIQUE (Norme NF EN ISO 22476-2)

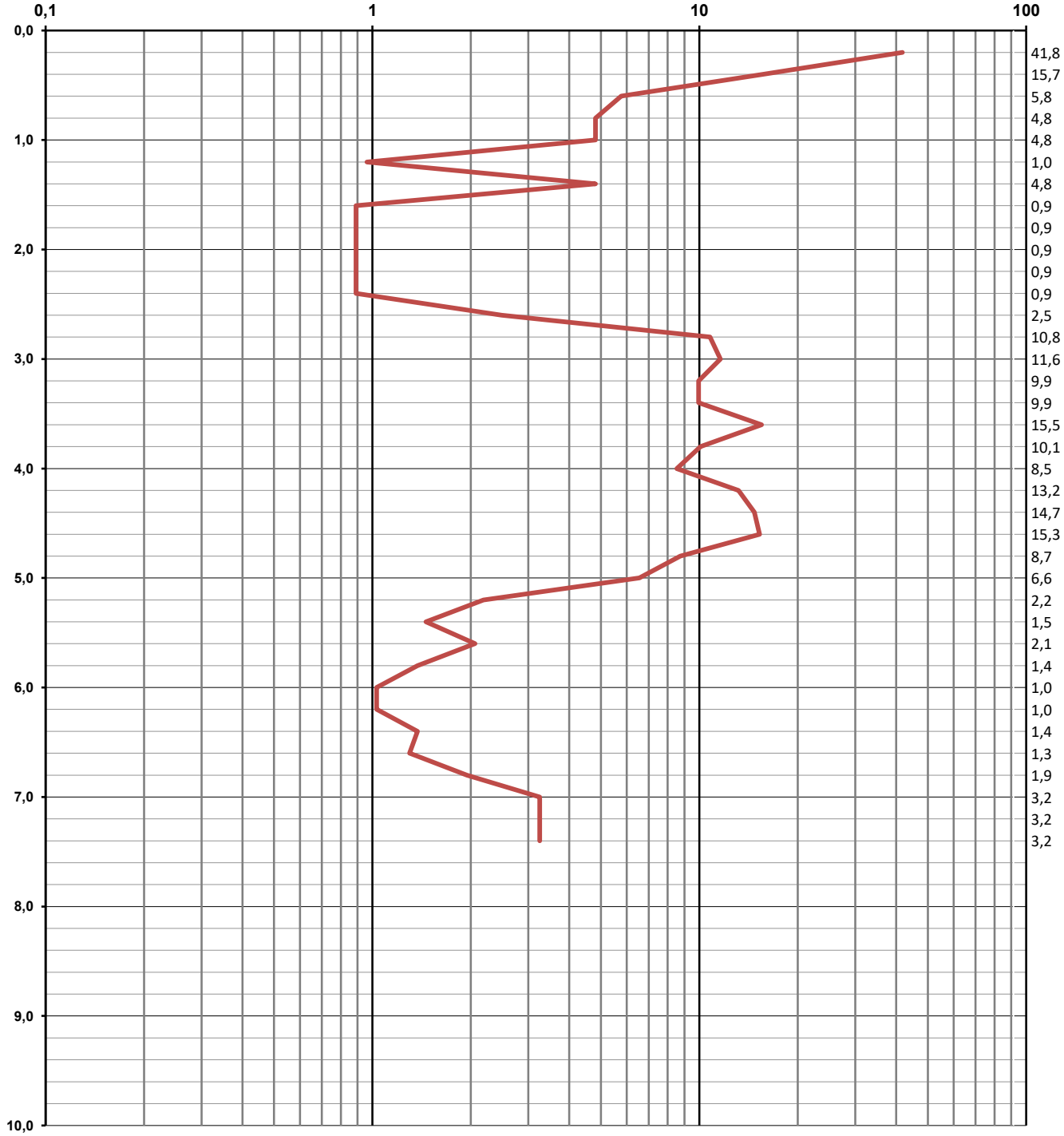
| | | |
|---|---|---|
| *Surface de la pointe = 20 cm²* | *Enfoncement = 0,2 m* | *Hauteur de chute = 0,75 m* |
| *Masse = 63,5 kg* | *Masse additionnelle = 1,284 kg* | |

# ESSAI AU PENETROMETRE DYNAMIQUE

## ESSAI Pnd8

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Projet :** | **Supermarché LIDL** | **Numéro du dossier :** | **74/22/26074 G+E** |
| **Client :** | **LIDL Direction Régionale Pontcharra (DR 21)** | **Date de réalisation :** | **04/05/2022** |
| **Commune :** | **BONNEVILLE** | **Cote du sondage :** | **445,5 m NGF** |

RESISTANCE DE POINTE DYNAMIQUE Rda (MPa)




CARACTERISTIQUES DU PENETROMETRE DYNAMIQUE (Norme NF EN ISO 22476-2)

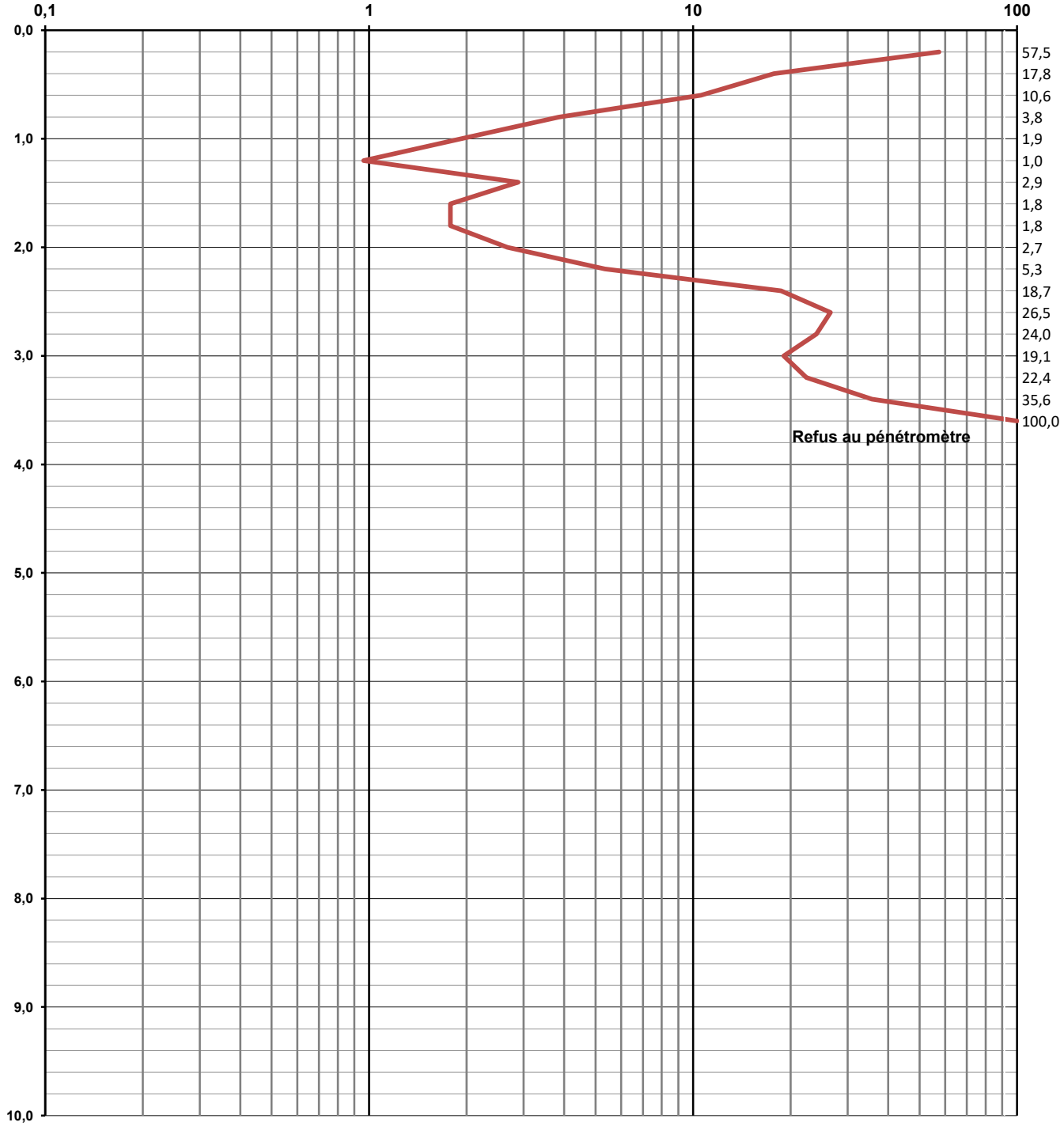
| | | |
|---|---|---|
| *Surface de la pointe = 20 cm²* | *Enfoncement = 0,2 m* | *Hauteur de chute = 0,75 m* |
| *Masse = 63,5 kg* | *Masse additionnelle = 1,284 kg* | |

# ESSAI AU PENETROMETRE DYNAMIQUE

## ESSAI Pnd9

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Projet :** | **Supermarché LIDL** | **Numéro du dossier :** | **74/22/26074 G+E** |
| **Client :** | **LIDL Direction Régionale Pontcharra (DR 21)** | **Date de réalisation :** | **04/05/2022** |
| **Commune :** | **BONNEVILLE** | **Cote du sondage :** | **445,6 m NGF** |

RESISTANCE DE POINTE DYNAMIQUE Rda (MPa)




CARACTERISTIQUES DU PENETROMETRE DYNAMIQUE (Norme NF EN ISO 22476-2)

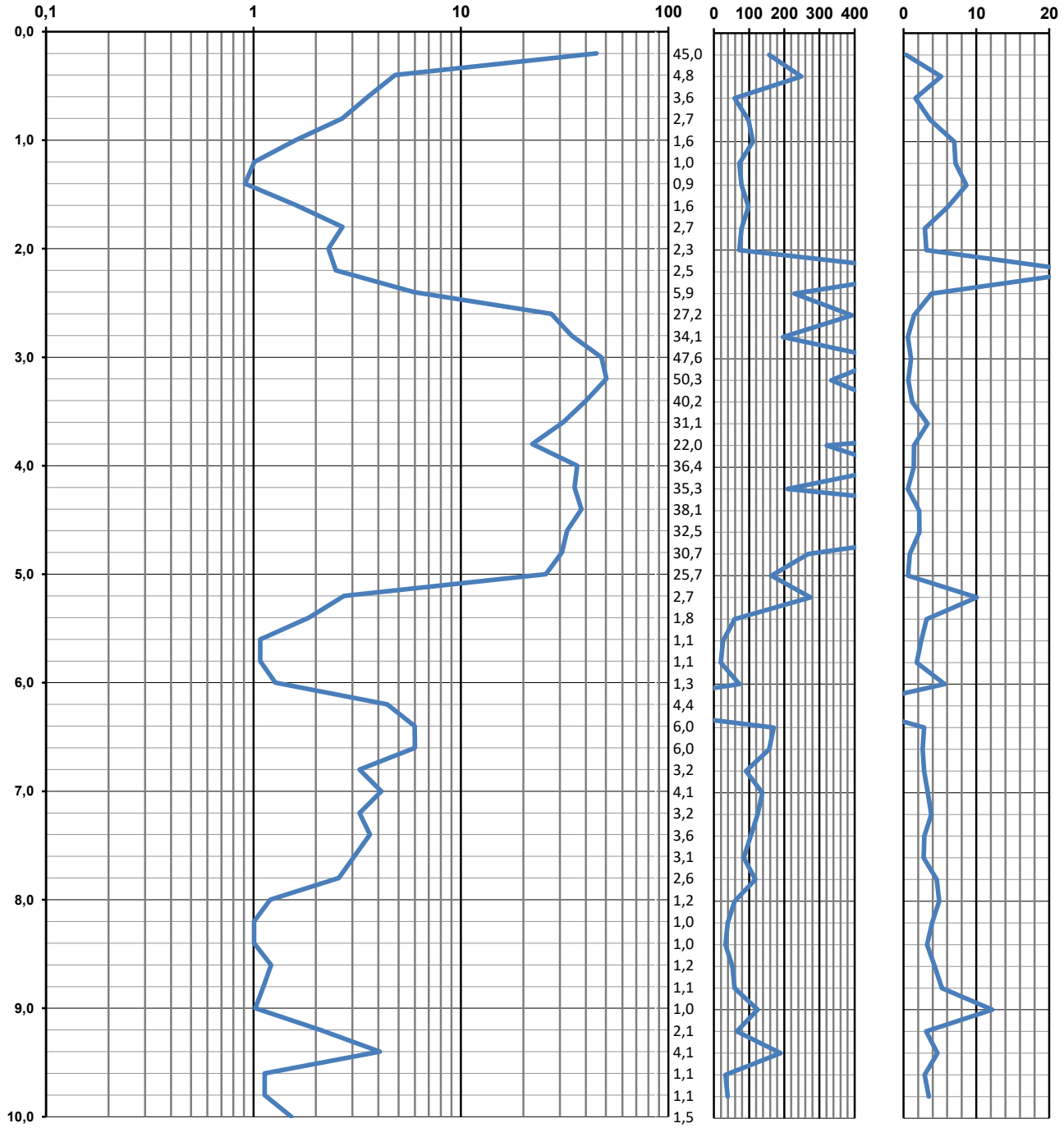
| | | |
|---|---|---|
| *Surface de la pointe = 20 cm²* | *Enfoncement = 0,2 m* | *Hauteur de chute = 0,75 m* |
| *Masse = 63,5 kg* | *Masse additionnelle = 1,284 kg* | |

## ESSAI AU PENETROMETRE STATIQUE/DYNAMIQUE

## ESSAI St1

| | |
|---|---|
| **Projet :** Supermarché LIDL | **Numéro du dossier :** 74/22/26074 G+E |
| **Client :** LIDL Direction Régionale Pontcharra (DR 21) | **Date de réalisation :** 04/05/2022 |
| **Commune :** BONNEVILLE | **Cote du sondage :** 445,8 m NGF |

| RESISTANCE DE POINTE STATIQUE Qc OU DYNAMIQUE Rda (MPa) | Frottement (kPa) | Fs/Qc (%) |
|---|---|---|




CARACTERISTIQUES DU PENETROMETRE STATIQUE (Norme NF EN ISO 22476-12)

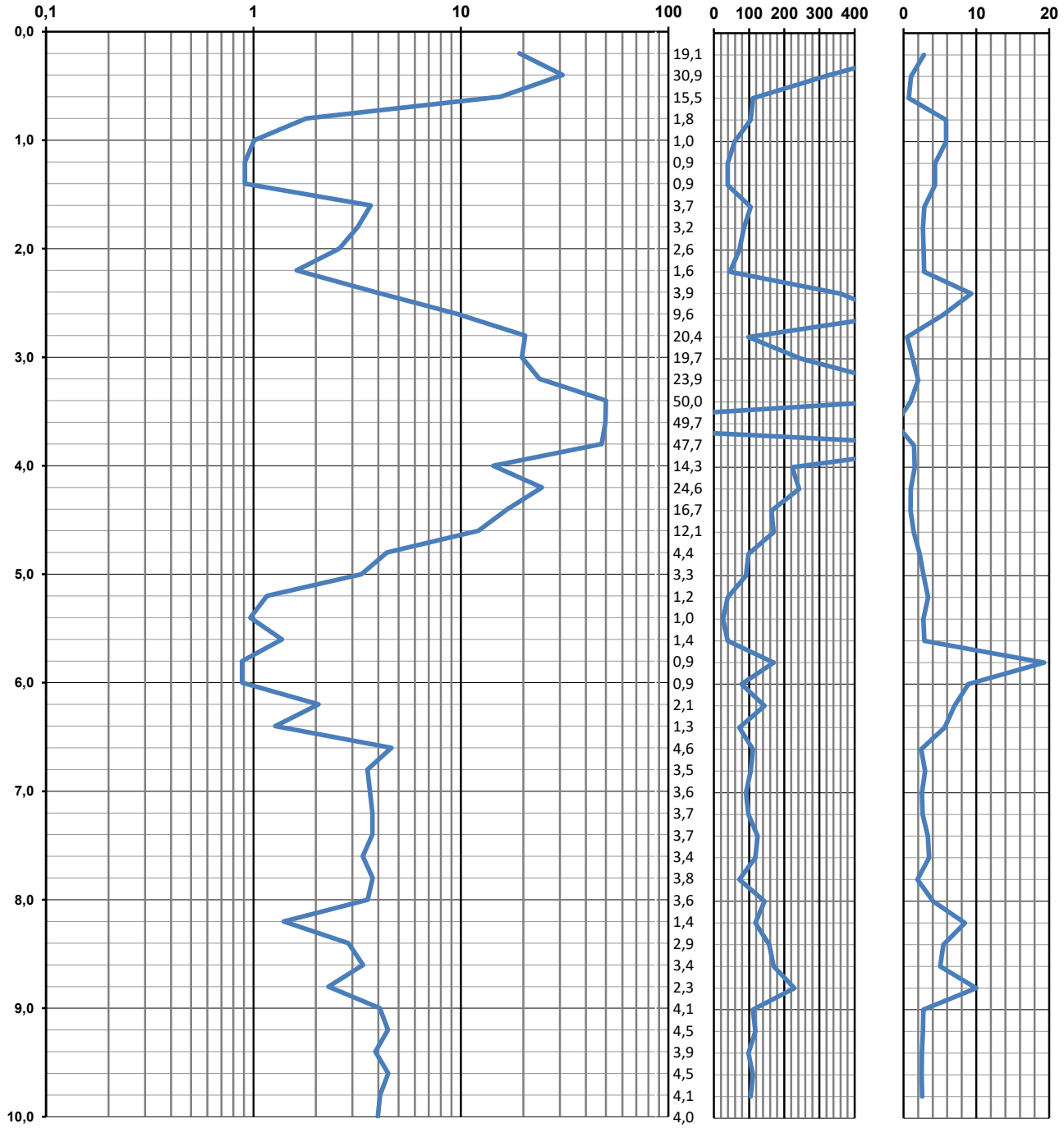
| | | | |
|---|---|---|---|
| *Surface de la pointe = 10 cm²* | *Angle de la pointe = 60°* | | *: Pénétration statique* |
| *Vitesse d'avancement = 2 cm/s* | *Diamètre de la pointe = 35,7 mm* | | *: Pénétration dynamique* |

## ESSAI AU PENETROMETRE STATIQUE/DYNAMIQUE

## ESSAI St2

| | |
|---|---|
| **Projet :** Supermarché LIDL | **Numéro du dossier :** 74/22/26074 G+E |
| **Client :** LIDL Direction Régionale Pontcharra (DR 21) | **Date de réalisation :** 04/05/2022 |
| **Commune :** BONNEVILLE | **Cote du sondage :** 445,7 m NGF |

| RESISTANCE DE POINTE STATIQUE Qc OU DYNAMIQUE Rda (MPa) | Frottement (kPa) | Fs/Qc (%) |
|---|---|---|




CARACTERISTIQUES DU PENETROMETRE STATIQUE (Norme NF EN ISO 22476-12)

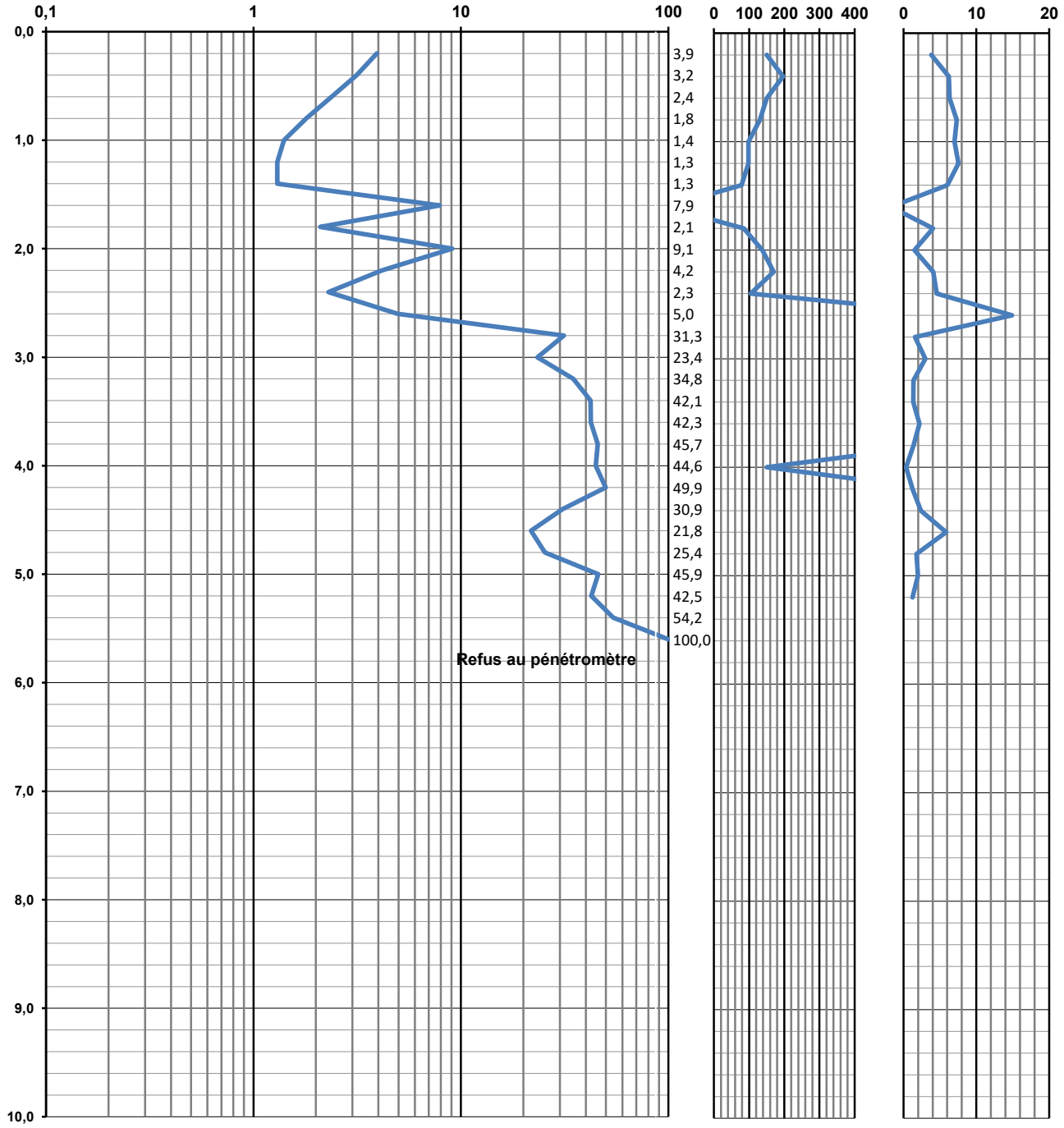
| | | | |
|---|---|---|---|
| *Surface de la pointe = 10 cm²* | *Angle de la pointe = 60°* | | *: Pénétration statique* |
| *Vitesse d'avancement = 2 cm/s* | *Diamètre de la pointe = 35,7 mm* | | *: Pénétration dynamique* |

# ESSAI AU PENETROMETRE STATIQUE/DYNAMIQUE

## ESSAI St3

| | |
|---|---|
| **Projet :** Supermarché LIDL | **Numéro du dossier :** 74/22/26074 G+E |
| **Client :** LIDL Direction Régionale Pontcharra (DR 21) | **Date de réalisation :** 04/05/2022 |
| **Commune :** BONNEVILLE | **Cote du sondage :** 445,8 m NGF |

| RESISTANCE DE POINTE STATIQUE Qc OU DYNAMIQUE Rda (MPa) | Frottement (kPa) | Fs/Qc (%) |
|---|---|---|




CARACTERISTIQUES DU PENETROMETRE STATIQUE (Norme NF EN ISO 22476-12)

| | | | |
|---|---|---|---|
| *Surface de la pointe = 10 cm²* | *Angle de la pointe = 60°* | | *: Pénétration statique* |
| *Vitesse d'avancement = 2 cm/s* | *Diamètre de la pointe = 35,7 mm* | | *: Pénétration dynamique* |

# LITHOLOGIE ET DIAGRAMMES DES ESSAIS PRESSIOMETRIQUES

## PRINCIPE DU SONDAGE PRESSIOMETRIQUE

La méthode pressiométrique de type MENARD consiste à introduire à l'intérieur d'un forage une sonde cylindrique dilatable (∅ 50 mm ou ∅ 60 mm) reliée à un système de pression - volume en surface.

L'essai permet d'obtenir une relation contrainte - déformation traduisant le comportement mécanique du sol en place. Les résultats sont représentés sur des courbes pression - volume injecté.

On détermine d'après ces courbes trois caractéristiques **fondamentales** qui permettent d'estimer les tassements sous fondation :

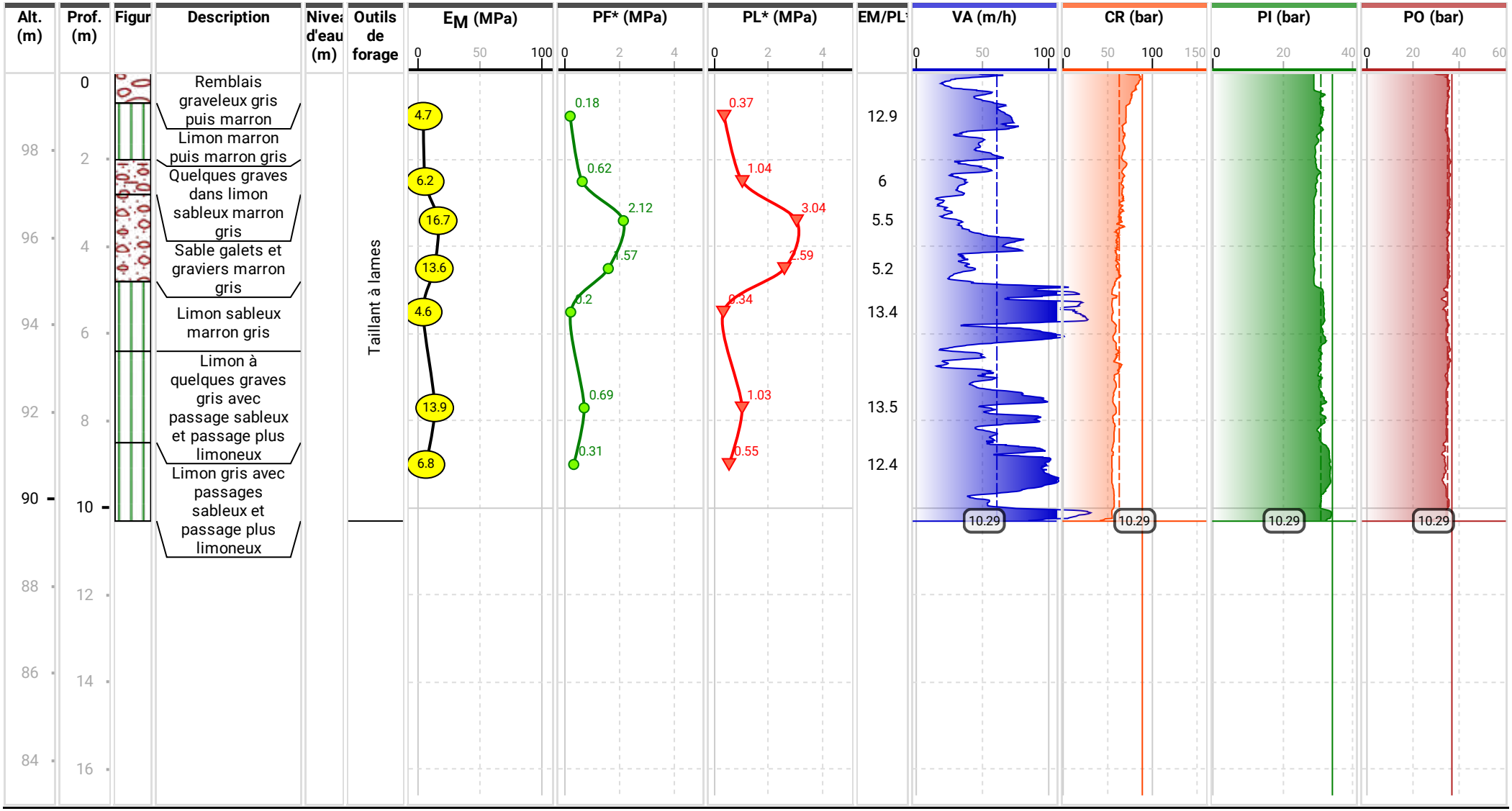
- $\mathbf{P_f}$ : pression de fluage qui correspond au passage du domaine de déformation pseudo-élastique au domaine de déformation plastique.
- $\mathbf{P_l}$ : pression limite qui correspond à la limite de rupture du terrain sur la paroi de la cavité cylindrique soumise à un état de contraintes croissantes et qui intervient dans les calculs de la stabilité à la rupture.
- $\mathbf{E_m}$ : module pressiométrique qui caractérise la phase de déformation pseudo-élastique de l'essai et qui intervient dans les calculs de tassements.

**ENREGISTREMENT DES PARAMETRES DE FORAGES**

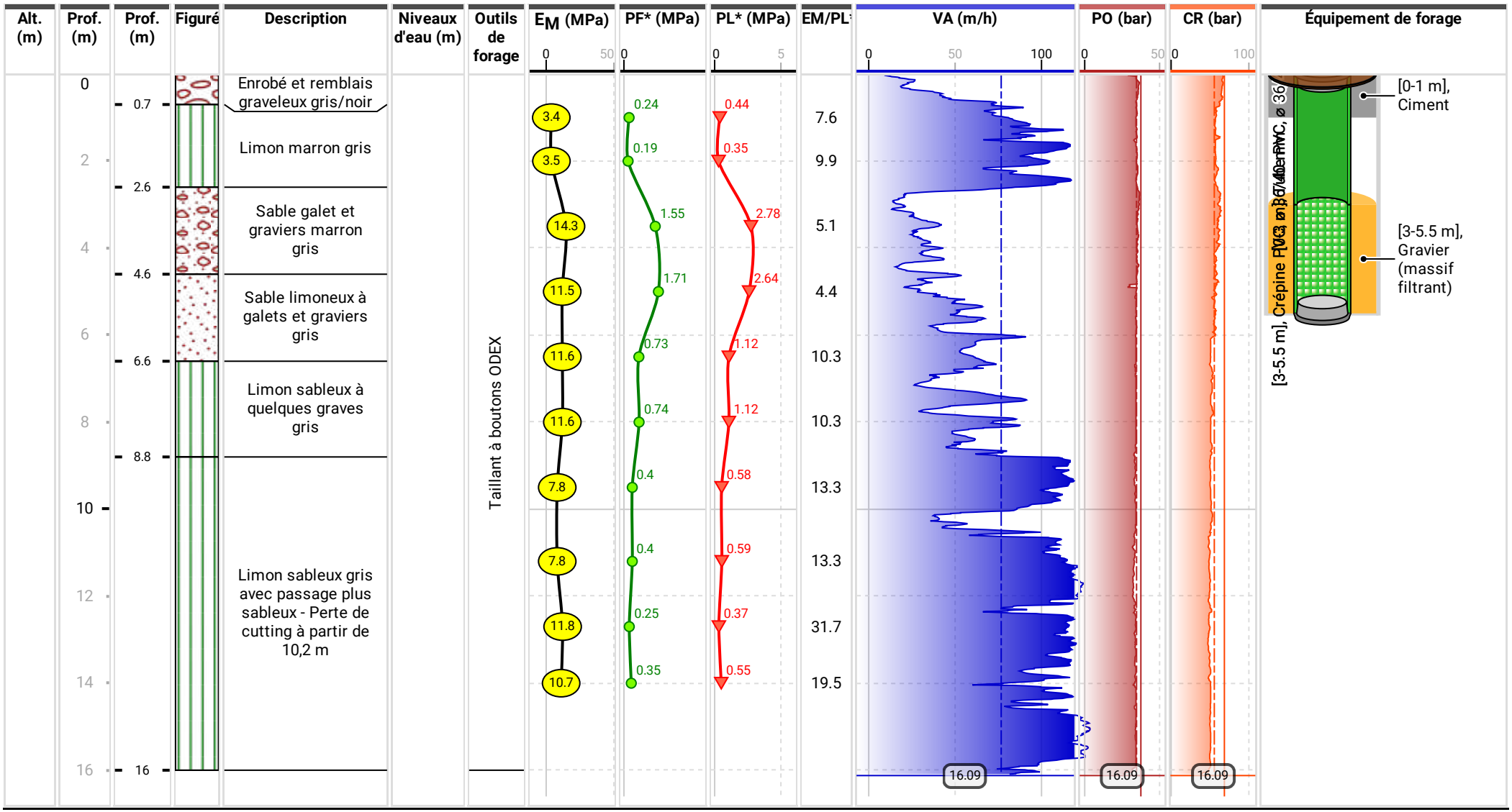
Nous avons effectué pendant la réalisation des sondages destructifs, l'enregistrement en continu des paramètres de forage. Les mesures effectuées portent sur trois paramètres fondamentaux. Les trois paramètres enregistrés sont les suivants :

- **VIA** en m/h : caractérise la vitesse d'avancement de l'outil de forage, cette vitesse dépend du type d'outil utilisé et de la nature du sol. La mesure s'effectue à partir d'un boîtier externe de défilement de la tête de forage,
- **PO** en bar : cette donnée correspond à la pression sur l'outil de forage, la mesure s'effectue à partir d'un capteur de pression hydraulique installé sur le distributeur hydraulique du circuit correspondant. Cette mesure est dans la plupart des cas associée à la vitesse d'avancement pour déterminer la présence de vide dans le sol,
- **CR** en bar : le couple de rotation donne la pression en bar appliquée à la tête de forage pour mettre en rotation l'outil de forage.

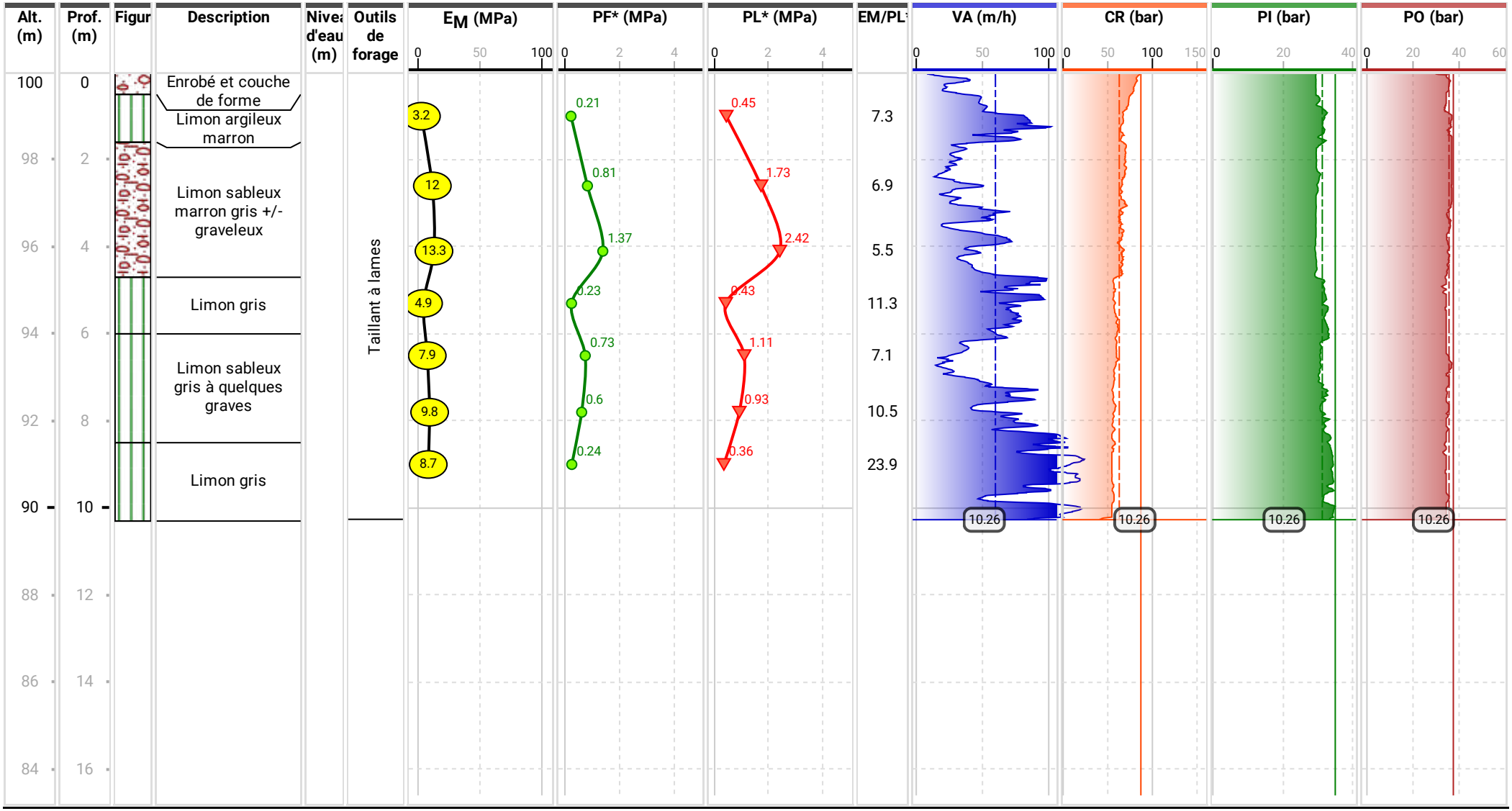
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Dossier | Forage | Cote début | Altitude undefined |
| 74/22/26074 | SP1 | 0 m | 99.8 m |
| Client | Date de début | Cote fin | X |
| Chantier | 16/05/2022 | 10.29 m | Y |
| BONNEVILLE | Date de fin | Longueur | Observation |
| Description du dossier | 19/05/2022 | 10.29 m | |
| | Machine | | |
| | 305 | | |



| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Dossier | Forage | Cote début | Altitude undefined |
| 74/22/26074 | SP2 + Pz1 | 0 m | X |
| Client | Date de début | Cote fin | Y |
| Chantier | 12/05/2022 | 16.09 m | Observation |
| BONNEVILLE | Date de fin | Longueur | |
| Description du dossier | 07/06/2022 | 16.09 m | |
| | Machine | | |
| | 305 | | |



| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Dossier | Forage | Cote début | Altitude undefined |
| 74/22/26074 | SP3 | 0 m | 100 m |
| Client | Date de début | Cote fin | X |
| Chantier | 06/05/2022 | 10.26 m | Y |
| BONNEVILLE | Date de fin | Longueur | Observation |
| Description du dossier | 19/05/2022 | 10.26 m | |
| | Machine | | |
| | 305 | | |



# PROCÈS-VERBAL DES ESSAIS DE LABORATOIRE

Accréditation n°1-1364
Portée disponible
sur www.cofrac.fr

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

WESSLING France S.A.R.L, 40 rue du Ruisseau, 38070 Saint-Quentin-Fallavier Cedex

*EG SOL SAVOIES*
*Monsieur Quentin RAMBUR*
*6 rue des Essarts*
*38610 GIERES*

| | |
|---|---|
| N° rapport d'essai | ULY22-011892-1 |
| N° commande | ULY-11348-22 |
| Interlocuteur (interne) | E. Bouvet |
| Téléphone | +33 474 999 626 |
| Courrier électronique | Estelle.Bouvet@wessling.fr |
| Date | 27.05.2022 |

# Rapport d'essai

## *74/22/26074_BONNEVILLE*



Les résultats ne se rapportent qu'aux échantillons soumis à l'essai et tels qu'ils ont été reçus.
Les résultats des paramètres couverts par l'accréditation EN ISO/CEI 17025 sont marqués d'un (A).
La portée d'accréditation COFRAC n°1-1364 essais du laboratoire WESSLING de Lyon (St Quentin Fallavier) est disponible sur le site www.cofrac.fr pour les résultats accrédités par ce laboratoire.
Le COFRAC est signataire des accords de reconnaissance mutuels de l'ILAC et de l'EA pour les activités d'essai.
Les organismes d'accréditation signataires de ces accords pour les activités d'essai reconnaissent comme dignes de confiance les rapports couverts par l'accréditation des autres organismes d'accréditation signataires des accords des activités d'essai.
Ce rapport d'essai ne peut être reproduit que sous son intégralité et avec l'autorisation des laboratoires WESSLING.
Les laboratoires WESSLING autorisent leurs clients à extraire tout ou partie des résultats d'essai envoyés à titre indicatif sous format excel uniquement à des fins de retraitement, de suivi et d'interprétation de données sans faire allusion à l'accréditation des résultats d'essai.
Les données fournies par le client sont sous sa responsabilité et identifiées en italique.

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

**Le 27.05.2022**

| | | |
|---|---|---|
| **N° d'échantillon** | | **22-078699-01** |
| **Désignation d'échantillon** | **Unité** | ***PM3_1.0m*** |

### Analyse physique

Matières sèches - NF ISO 11465 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Matière sèche | % masse MB | 78,0 (A) | | | |

### Paramètres globaux / Indices

Degré d'acidité Baumann-Gully - DIN EN 16502 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Degré d'acidité | ml/kg MS | 16 | | | |

### Préparation d'échantillon

Minéralisation à l'acide chlorhydrique (agressivité vis-à-vis des bétons) - DIN 4030-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Minéralisé à l'acide chlorhydrique | | 25/05/2022 | | | |

### Cations, anions et éléments non métalliques

Sulfates (SO4) - Méthode interne : SO4-IC-Agressivité béton - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Sulfates (SO4) | mg/kg MS | <450 | | | |

MS : Matières sèches
MB : Matières brutes
< : résultat inférieur à la limite de quantification

### Informations sur les échantillons

| | |
|---|---|
| Date de réception : | 20.05.2022 |
| Type d'échantillon : | *Sol / remblais* |
| Date de prélèvement : | *05.05.2022* |
| Heure de prélèvement : | *10:15* |
| Récipient : | 2*250ml VBrun WES002 |
| Température à réception (C°) : | 4.1 |
| Début des analyses : | 20.05.2022 |
| Fin des analyses : | 27.05.2022 |

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

**Le 27.05.2022**

**Informations sur vos résultats d'analyses :**

Les seuils de quantification fournis n'ont pas été recalculés d'après la matière sèche de l'échantillon.
Les seuils sont susceptibles d'être augmentés en fonction de la nature chimique de la matrice.

Signataire approbateur :

**Alexandra GUTTIN**

Responsable Qualité et Sécurité



Accréditation n°1-1364
Portée disponible
sur www.cofrac.fr

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

WESSLING France S.A.R.L, 40 rue du Ruisseau, 38070 Saint-Quentin-Fallavier Cedex

*EG SOL SAVOIES*
*Monsieur Quentin RAMBUR*
*6 rue des Essarts*
*38610 GIERES*

| | |
|---|---|
| N° rapport d'essai | ULY22-011981-1 |
| N° commande | ULY-11346-22 |
| Interlocuteur (interne) | E. Bouvet |
| Téléphone | +33 474 999 626 |
| Courrier électronique | Estelle.Bouvet@wessling.fr |
| Date | 30.05.2022 |

# Rapport d'essai

## *74/22/26074_BONNEVILLE*



Les résultats ne se rapportent qu'aux échantillons soumis à l'essai et tels qu'ils ont été reçus.
Les résultats des paramètres couverts par l'accréditation EN ISO/CEI 17025 sont marqués d'un (A).
La portée d'accréditation COFRAC n°1-1364 essais du laboratoire WESSLING de Lyon (St Quentin Fallavier) est disponible sur le site www.cofrac.fr pour les résultats accrédités par ce laboratoire.
La portée d'accréditation DAKKS n° D-PL-14162-01-00 des laboratoires WESSLING Allemands est disponible sur le site www.dakks.de pour les résultats accrédités par ces laboratoires.
Le COFRAC/DAKKS sont signataires des accords de reconnaissance mutuels de l'ILAC et de l'EA pour les activités d'essai.
Les organismes d'accréditation signataires de ces accords pour les activités d'essai reconnaissent comme dignes de confiance les rapports couverts par l'accréditation des autres organismes d'accréditation signataires des accords des activités d'essai.
Ce rapport d'essai ne peut être reproduit que sous son intégralité et avec l'autorisation des laboratoires WESSLING.
Les laboratoires WESSLING autorisent leurs clients à extraire tout ou partie des résultats d'essai envoyés à titre indicatif sous format excel uniquement à des fins de retraitement, de suivi et d'interprétation de données sans faire allusion à l'accréditation des résultats d'essai.
Les données fournies par le client sont sous sa responsabilité et identifiées en italique.

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

**Le 30.05.2022**

| | | |
|---|---|---|
| **N° d'échantillon** | | **22-078696-01** |
| **Désignation d'échantillon** | **Unité** | ***PZ1*** |

### Analyse physique

pH - NF EN ISO 10523 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| pH | E/L | 7,2 (#) | | | |
| Température de mesure du pH | °C E/L | 19,3 | | | |

### Cations, anions et éléments non métalliques

Dioxyde de carbone agressif sur eau / lixiviat - DIN 38404-10-M4 (1995-04) - Réalisé par WESSLING Altenberge (Allemagne)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Dioxyde de carbone agressif | mg/l E/L | 9,5 (A) | | | |

Anions dissous (filtration à 0,2 µm) - Méthode interne : ANIONS - IC - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Sulfates (SO4) | mg/l E/L | 15 (A) | | | |

Ammonium (NH4) - NF EN ISO 11732 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Ammonium (NH4) | mg/l E/L | 0,5 (#) | | | |
| Azote ammoniacal (NH4-N) | mg/l E/L | 0,39 | | | |

### Divers

Capacité acide/base sur eau/lixiviat - DIN 38409 H7 (2005-12) - Réalisé par WESSLING Altenberge (Allemagne)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Alcalinité pH 4,3 | mmol/l E/L | 7,2 (A) | | | |

### Eléments

Métaux dissous sur eaux / lixiviat (ICP-MS) - NF EN ISO 17294-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Magnésium (Mg) | mg/l E/L | 8,7 (A) | | | |

E/L : Eau/lixiviat

### Informations sur les échantillons

| | |
|---|---|
| Date de réception : | 20.05.2022 |
| Type d'échantillon : | *Eau souterraine* |
| Date de prélèvement : | *05.05.2022* |
| Heure de prélèvement : | *10:09* |
| Récipient : | 3*250ml Verre<br>WES020 |
| Température à réception (C°) : | 4.1 |
| Début des analyses : | 20.05.2022 |
| Fin des analyses : | 30.05.2022 |

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

**Le 30.05.2022**

**Commentaires retirant l'accréditation de vos résultats d'analyses :**

**#** : Le délai de mise en analyse par rapport au prélèvement est supérieur aux exigences normatives, ce qui peut potentiellement impacter l'exactitude du résultat.

**Informations sur vos résultats d'analyses :**

Pour parfaire la lecture de vos résultats, les seuils sont susceptibles d'être augmentés en fonction de la nature chimique de la matrice.

Flaconnage non-conforme pouvant potentiellement impacter l'incertitude liée au résultat :
-Métaux dissous sur eaux / lixiviat (ICP-MS), Magnésium (Mg)

La filtration n'a pas été réalisée sur site au moment du prélèvement :
-Métaux dissous sur eaux / lixiviat (ICP-MS), Magnésium (Mg)

Signataire approbateur :

**Audrey GOUTAGNIEUX**

Directrice



# CALCUL FONDPROF

# Données

**Titre du projet :** BONNEVILLE (pieu n°1)

**Numéro d'affaire :** 74/11/26074 G+E

**Commentaires :** N/A

**Titre du calcul :** IR

**Cadre réglementaire :** EC 7 - Norme NF P94-262/A1 (juillet 2018)

**Méthode de dimensionnement :** A partir des résultats pressiométriques

**Traitement des données :** Traitement par couches

**Pas du calcul (m) :** 0,50

**Section de calcul :** Section de calcul circulaire

**Diamètre de calcul (m) :** 0,32

**Classe du pieu :** 3 - Pieu vissé

**Catégorie du pieu :** 7 [VM] - Vissé moulé

**Mode de chargement :** Travail en compression

**Combinaisons**

| | ELS-QP | ELS-CARAC | ELU-FOND | ELU-ACC |
|---|---|---|---|---|
| Pondérations combinées sur Qs,k | 0,636 | 0,778 | 0,909 | 1,000 |
| Pondérations combinées sur Qp,k | 0,636 | 0,778 | 0,909 | 1,000 |

**Cote de référence (m) :** 445,40

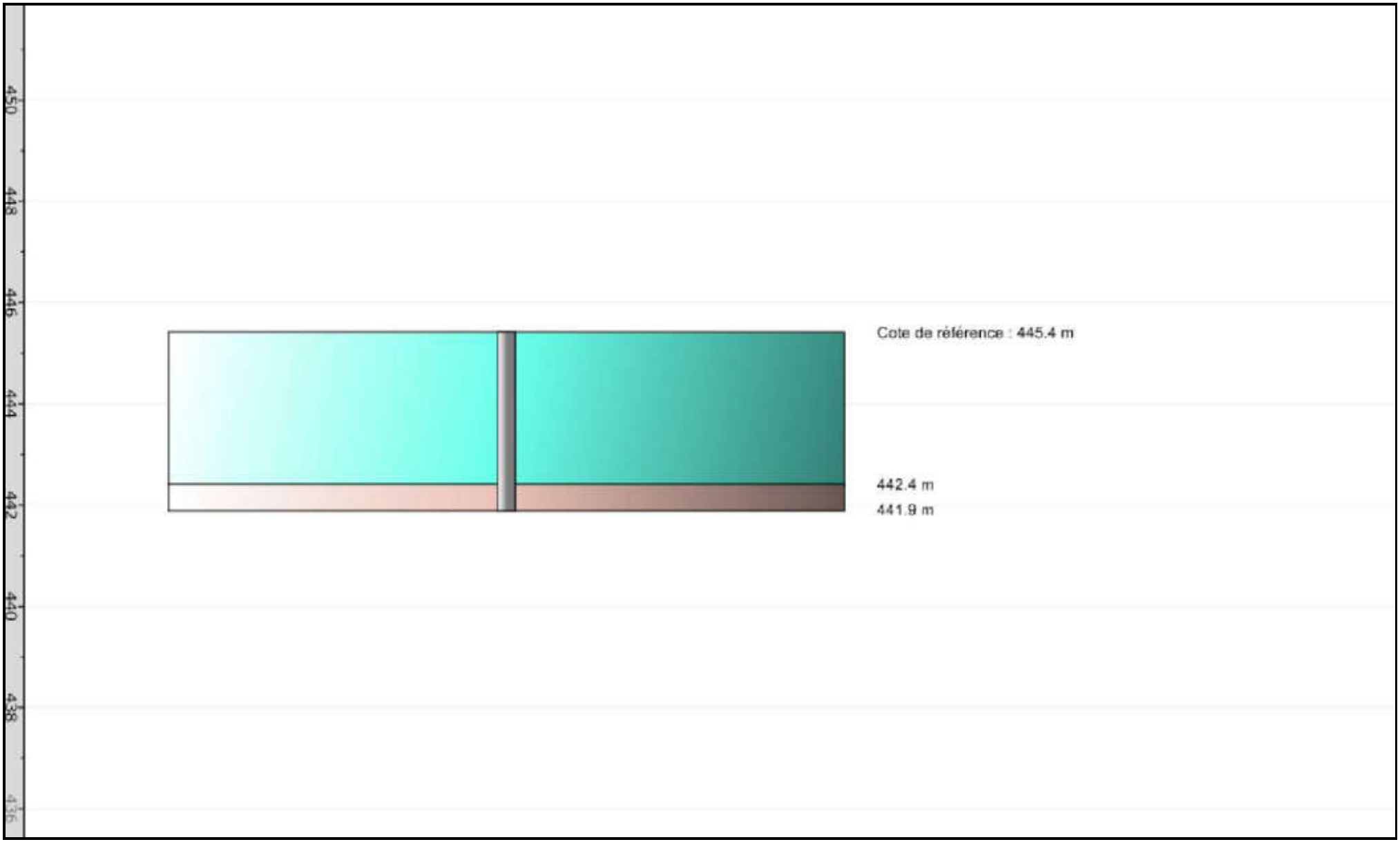
**Définition des couches de sol**

| No | Nom | Couleur | Classe de sol | Zbase | pl* | qsl | kpmax | γR,d1×γR,d2 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Horizon limono-sablo-argileux | | Argile, limons | 442,40 | 300,00 | 50,52 | 1,55 | 1,265 |
| 2 | Sable, gakets et graviers avec quelques lentilles | | Sables, graves | 441,90 | 1000,00 | 102,72 | 3,20 | 1,265 |

**Critère de calcul :** Longueur imposée

**Longueur du pieu (m) :** 3,50

# Onglet "Paramètres généraux"



Programme FondProf v2.5.1 (c) TERRASOL 2019

File : C:\Users\SANDRA~1.MAR\AppData\Local\Temp\Terrasol\FoXta v3\9836\temp[FP]-1.resu

Calcul réalisé le : 07/06/2022 à 08h18
par : SARL EG SOL

---

Options du calcul :
- calcul basé sur des paramètres issus du pressiomètre de Ménard
- calcul selon les règles de la norme NF P 94 262
- profil de pression limite pl* défini par couche
- pour pieu de catégorie : 7
- pour pieu travaillant en compression

| Combinaisons | ELS-QP | ELS-CARA | ELU-FOND | ELU-ACC |
|---|---|---|---|---|
| Frottement | 0.636 | 0.778 | 0.909 | 1.000 |
| Pointe | 0.636 | 0.778 | 0.909 | 1.000 |

---

Cote de référence : 445.400

Section du pieu : 0.080
Périmètre : 1.005

Caractéristiques des couches (données utilisateur)

| couche | base | pl* | qsl | kpmin | kpmax | gamrd |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 01 | 442.40 | 300.0 | 50.52 | 1.00 | 1.55 | 1.26 |
| 02 | 441.90 | 1000.0 | 102.72 | 1.00 | 3.20 | 1.26 |

Pas du calcul : 0.50

==========

**********
***SOLUTION***
**********

Calcul à longueur imposée : L = 3.50

| couche | cote | qsl | ple | kp | Qs | Qp | ELS-QP | ELS-CARA | ELU-FOND | ELU-ACC |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 01 | 445.40 | 50.52 | 300.0 | 1.000 | 0.0 | 24.1 | 12.1 | 14.8 | 17.3 | 19.1 |
| 01 | 444.90 | 50.52 | 300.0 | 1.172 | 25.4 | 28.3 | 27.0 | 33.0 | 38.6 | 42.4 |
| 01 | 444.40 | 50.52 | 300.0 | 1.344 | 50.8 | 32.4 | 41.8 | 51.2 | 59.8 | 65.8 |
| 01 | 443.90 | 50.52 | 300.0 | 1.516 | 76.2 | 36.6 | 56.7 | 69.3 | 81.0 | 89.1 |
| 01 | 443.40 | 50.52 | 475.0 | 1.434 | 101.6 | 54.8 | 78.6 | 96.2 | 112.4 | 123.6 |
| 01 | 442.90 | 50.52 | 533.3 | 1.483 | 127.0 | 63.6 | 95.8 | 117.2 | 137.0 | 150.7 |
| 01 | 442.40 | 50.52 | 650.0 | 1.476 | 152.4 | 77.2 | 115.4 | 141.2 | 164.9 | 181.4 |
| 01 | 442.40 | 50.52 | 650.0 | 1.476 | 152.4 | 77.2 | 115.4 | 141.2 | 164.9 | 181.4 |
| 02 | 442.40 | 102.72 | 1000.0 | 2.238 | 152.4 | 180.0 | 167.1 | 204.4 | 238.8 | 262.7 |
| 02 | 441.90 | 102.72 | 1000.0 | 2.801 | 204.0 | 225.3 | 215.8 | 264.0 | 308.5 | 339.4 |

# CALCUL TASPIE +

# Données

## Paramètres principaux

**Titre du projet :** BONNEVILLE

**Numéro d'affaire :** 74/11/26074 G+E

**Commentaires :** N/A

**Titre du calcul :** SI (pieu n°1)

**Type de calcul :** Pieu+maille de sol associée

**Cote de référence (m) :** 445,40

**Définition des couches de sol**

| No | Nom | Couleur | Zbase | n | Comportement | Esol | Cs/(1+e0) | Cc/(1+e0) | tc | γ | Etat |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Couche 1 | | 442,40 | 10 | Elastique | 2,99E04 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 19,00 | C. existante |
| 2 | Couche 2 | | 441,90 | 10 | Elastique | 4,17E05 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 10,00 | C. existante |

**Mode de mise en oeuvre du pieu :** sans refoulement

**Type de section du pieu :** circulaire

**Définition du pieu dans chaque couche**

| Nom | Zbase | Epieu | D |
|---|---|---|---|
| Couche 1 | 442,40 | 9,00E06 | 0,32 |
| Couche 2 | 441,90 | 9,00E06 | 0,32 |

**Type de loi de mobilisation :** A partir des valeurs pressiométriques (Loi de Frank & Zhao)

**Définition du frottement dans le sol**

| Nom | Z | EM | qsl | Type de sol |
|---|---|---|---|---|
| Couche 1 | 442,40 | 3,00E03 | 50,00 | Sol fin |
| Couche 2 | 441,90 | 1,00E04 | 102,00 | Sol granulaire |

**Contrainte limite en pointe (kPa) :** 3200,0

**Type de loi :** Sol granulaire

**Charge maille (kPa) :** 200,0

**Type de calcul :** déformation imposée (type dallage)

**Dimension de la maille selon X (m) :** 1,40

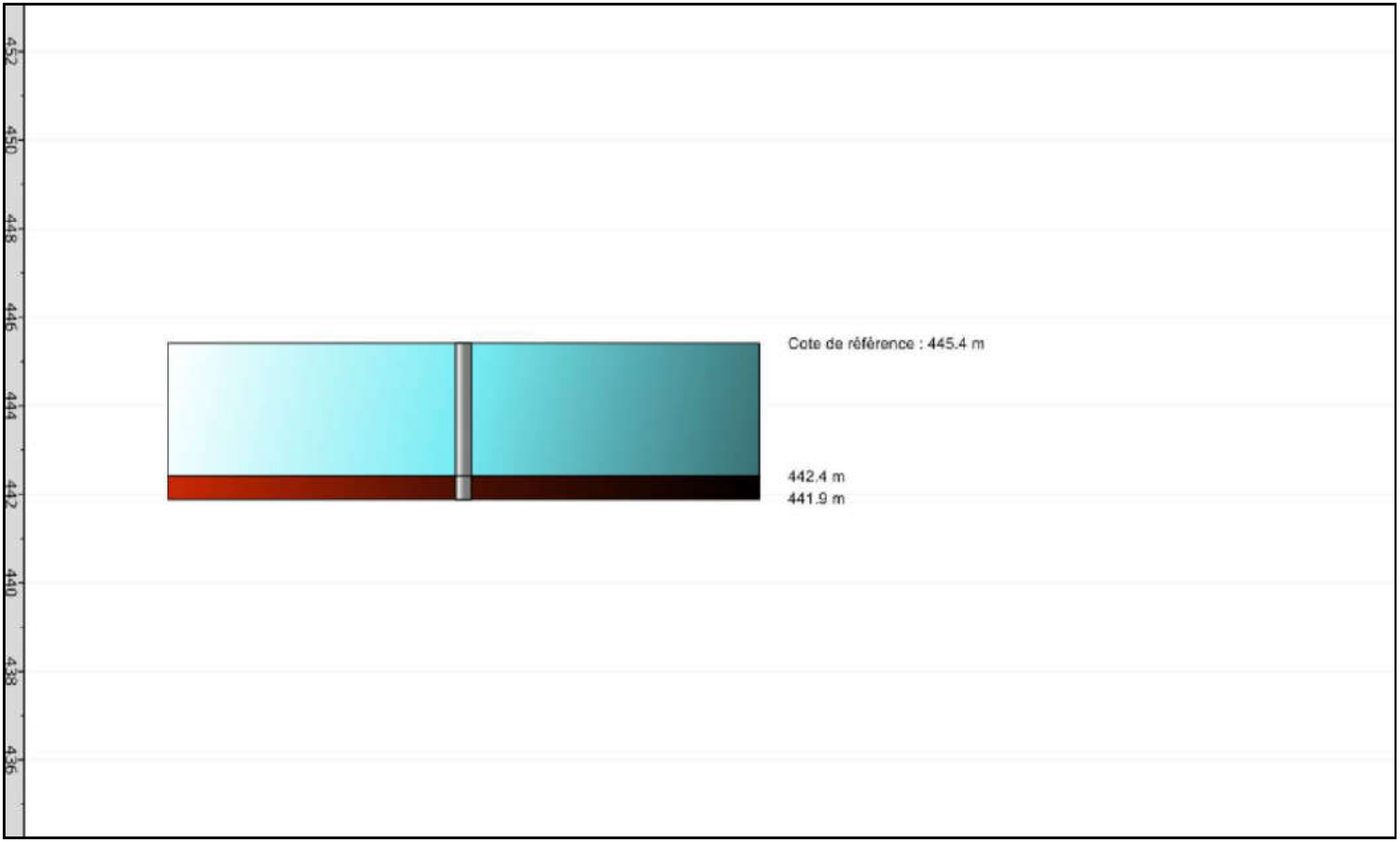
**Dimension de la maille selon Y (m) :** 1,40

## Paramètres avancés

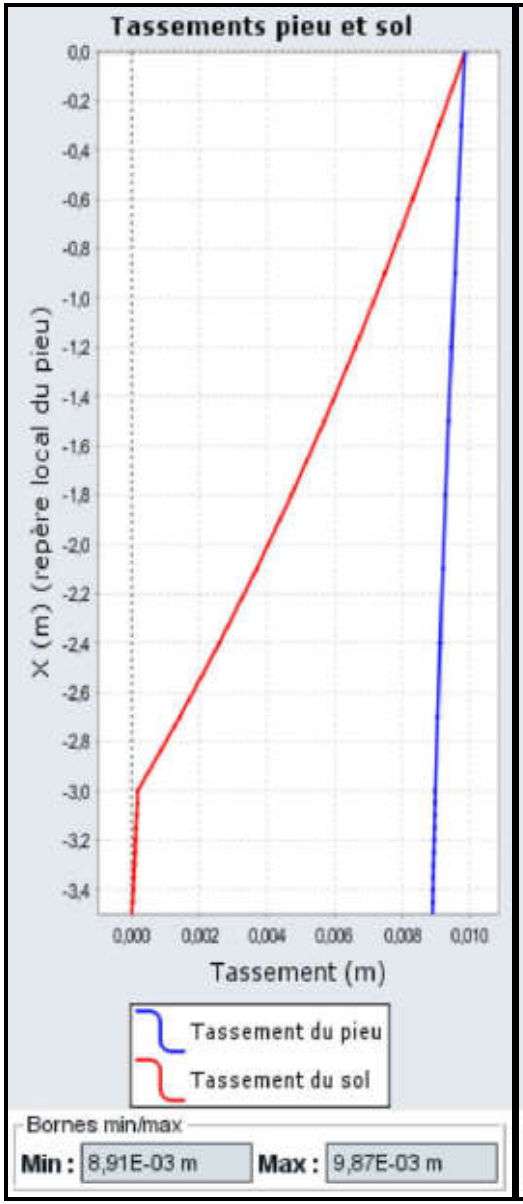
**Tolérance (m) :** 1,00E-04

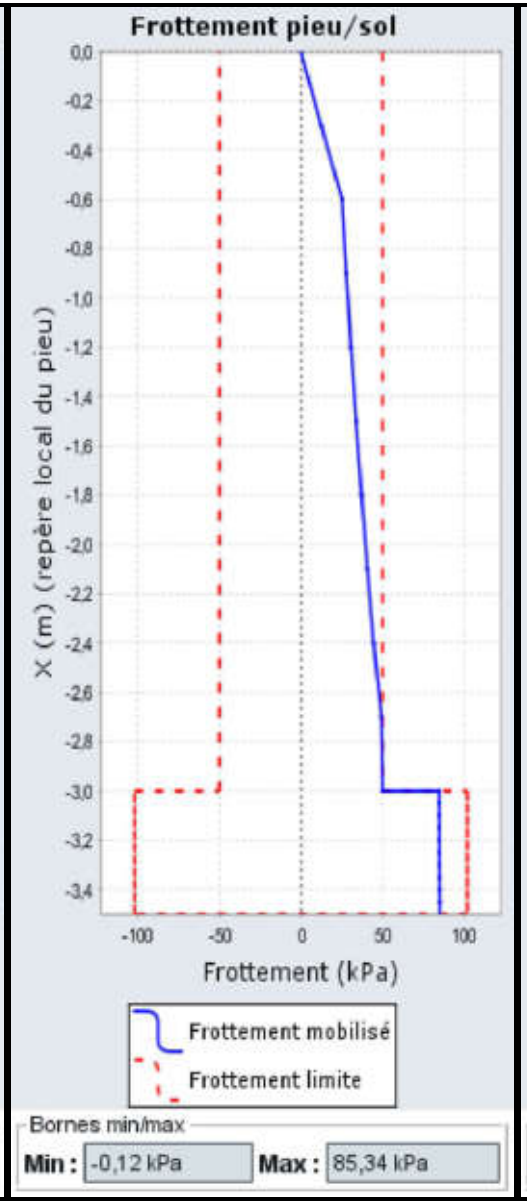
**Nombre de pas :** 100

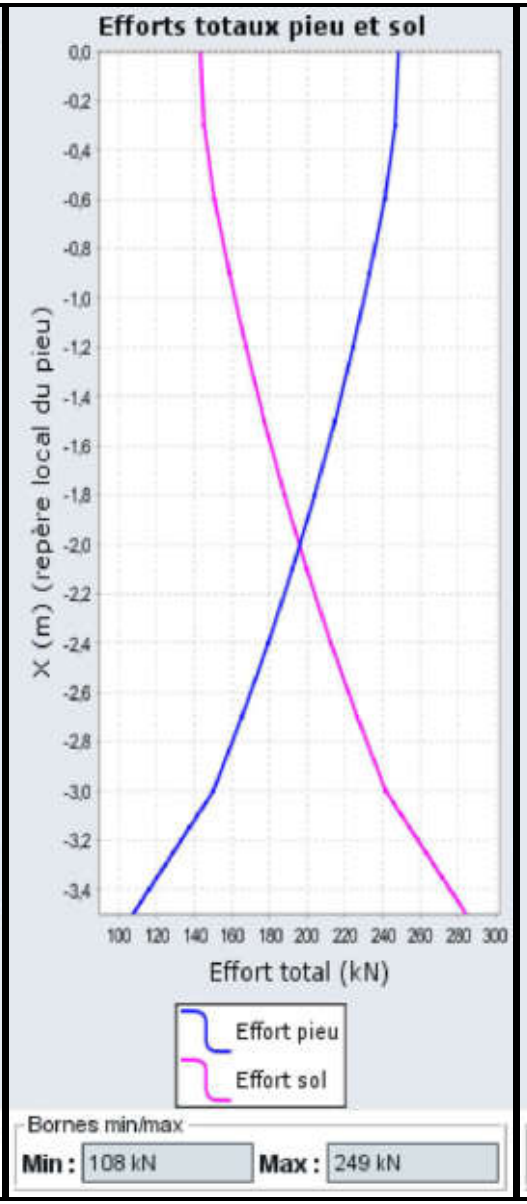
# Onglet "Paramètres généraux"

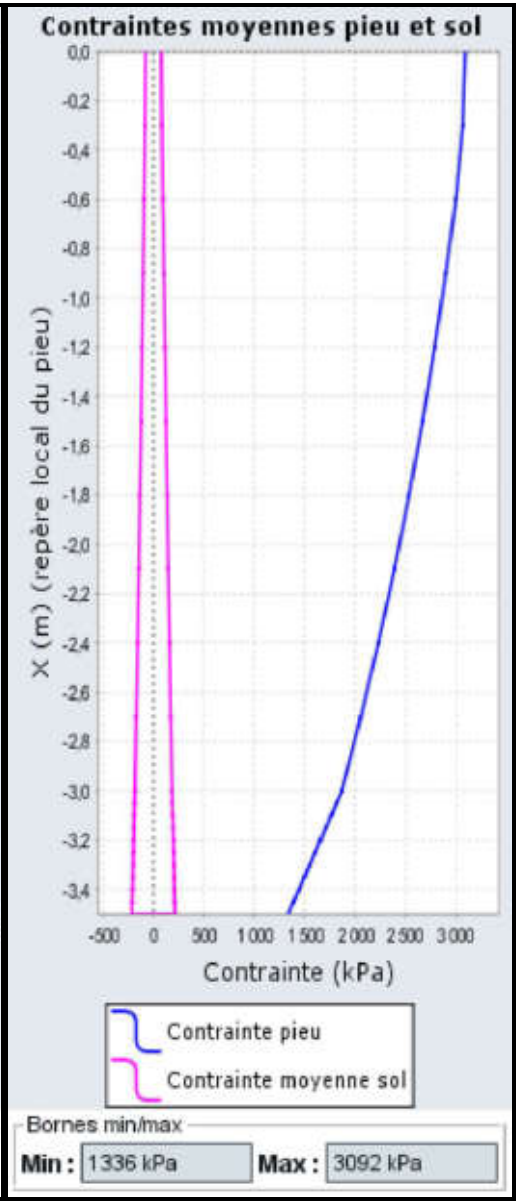


# Courbes principales

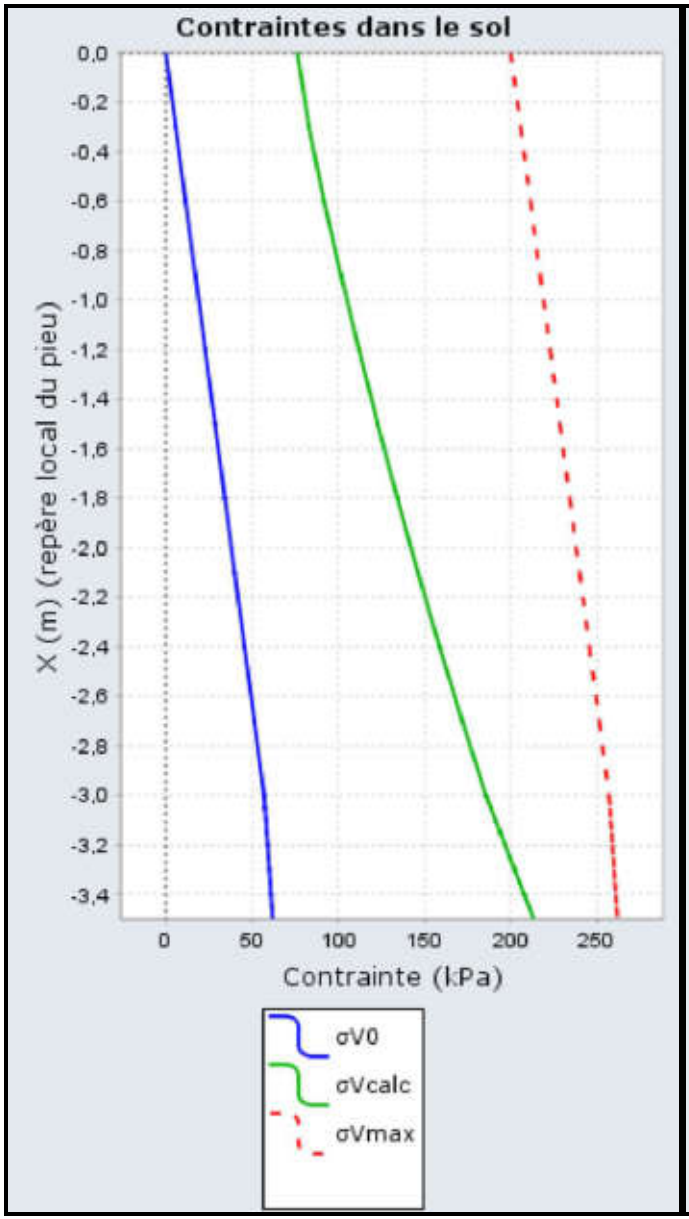


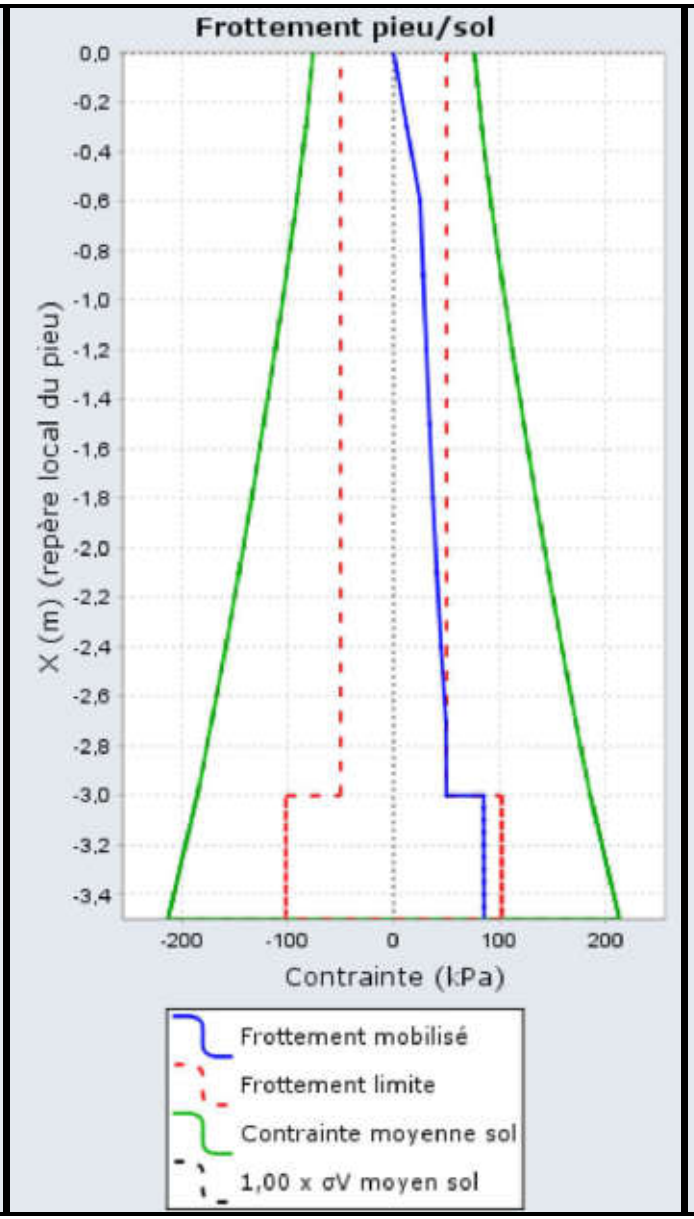



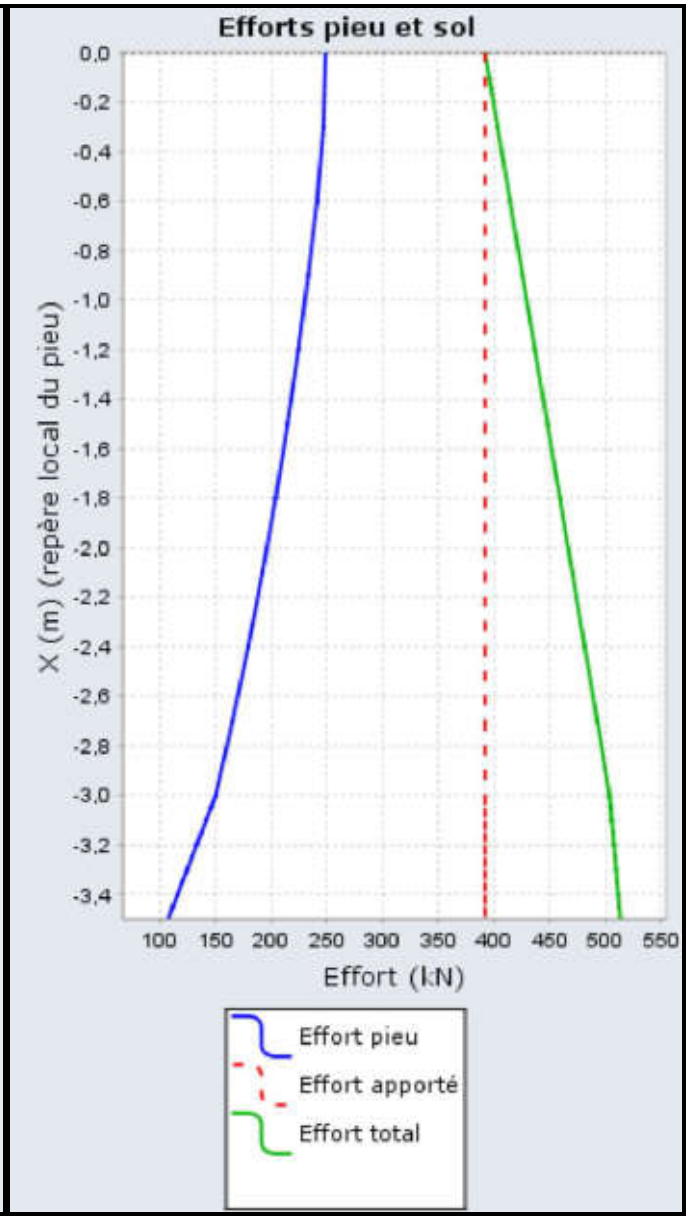



# Courbes complémentaires



# CALCUL PIECOEF

# Données

**Titre du projet :** BONNEVILLE

**Numéro d'affaire :** 74/11/26074 G+E

**Commentaires :** N/A

**Titre du calcul :** IR Si (pieu n°1)

**Type de calcul :** Calcul de pieu sous sollicitations latérales
à partir des données pressiométriques (élastoplastique)
cas où les sollicitations de courte durée en tête dominent

**Cote de référence (m) :** 445,40

**Inclinaison du pieu (°) :** 0,0

**Nb d'increments :** 20

**Nb d'itérations par incrément :** 100

**Définition des couches de sol**

| No | Nom | Couleur | Zbase | EM | α | B | pf* | pl* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | LAS | | 442,40 | 3,00E03 | 0,50 | 0,32 | 200,00 | 300,00 |
| 2 | GGS | | 441,90 | 1,00E04 | 0,25 | 0,32 | 700,00 | 1000,00 |

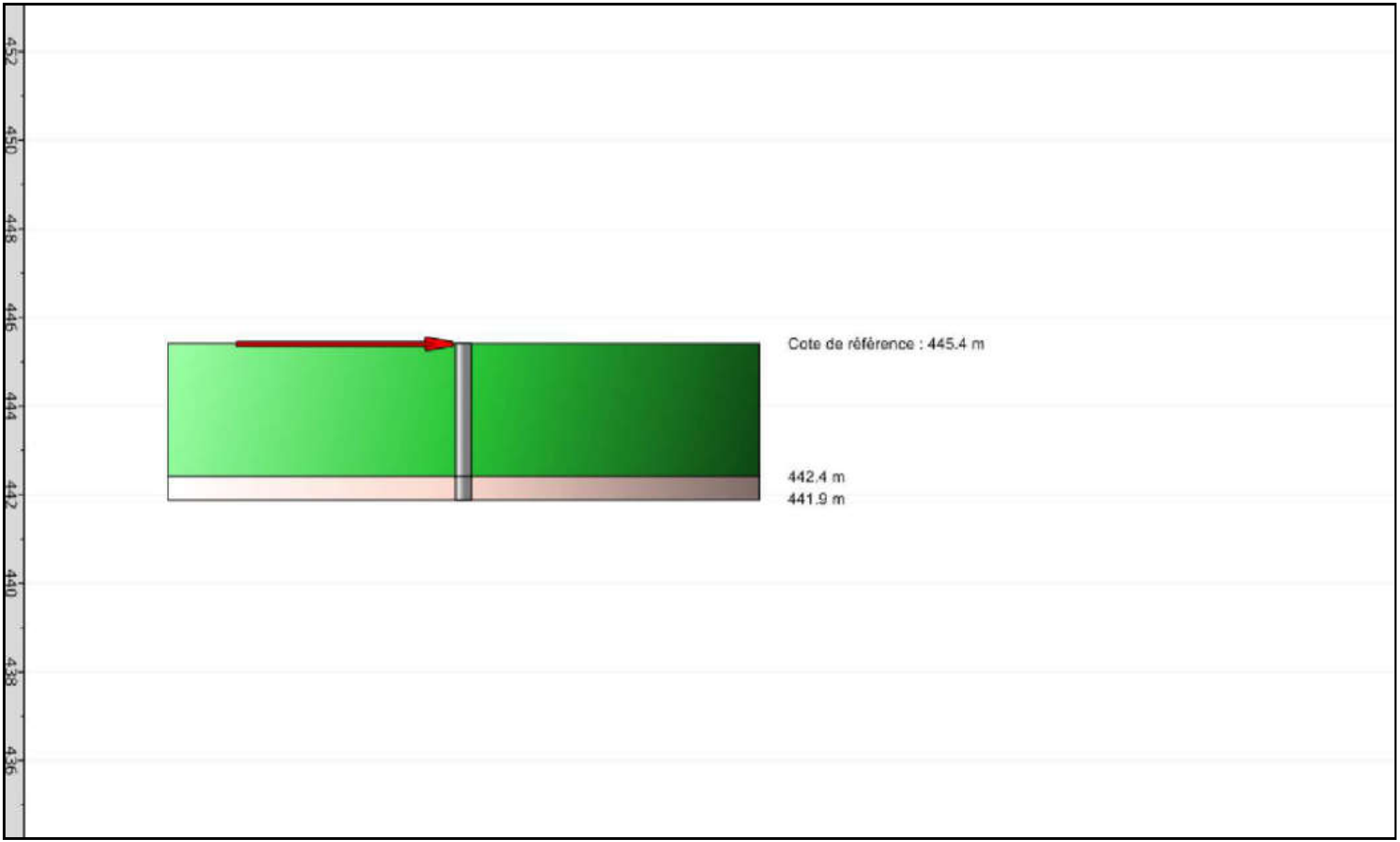
**Discrétisation**

| Nom | h | EI | n |
|---|---|---|---|
| LAS | 3,00 | 1,54E04 | 10 |
| GGS | 0,50 | 1,54E04 | 2 |

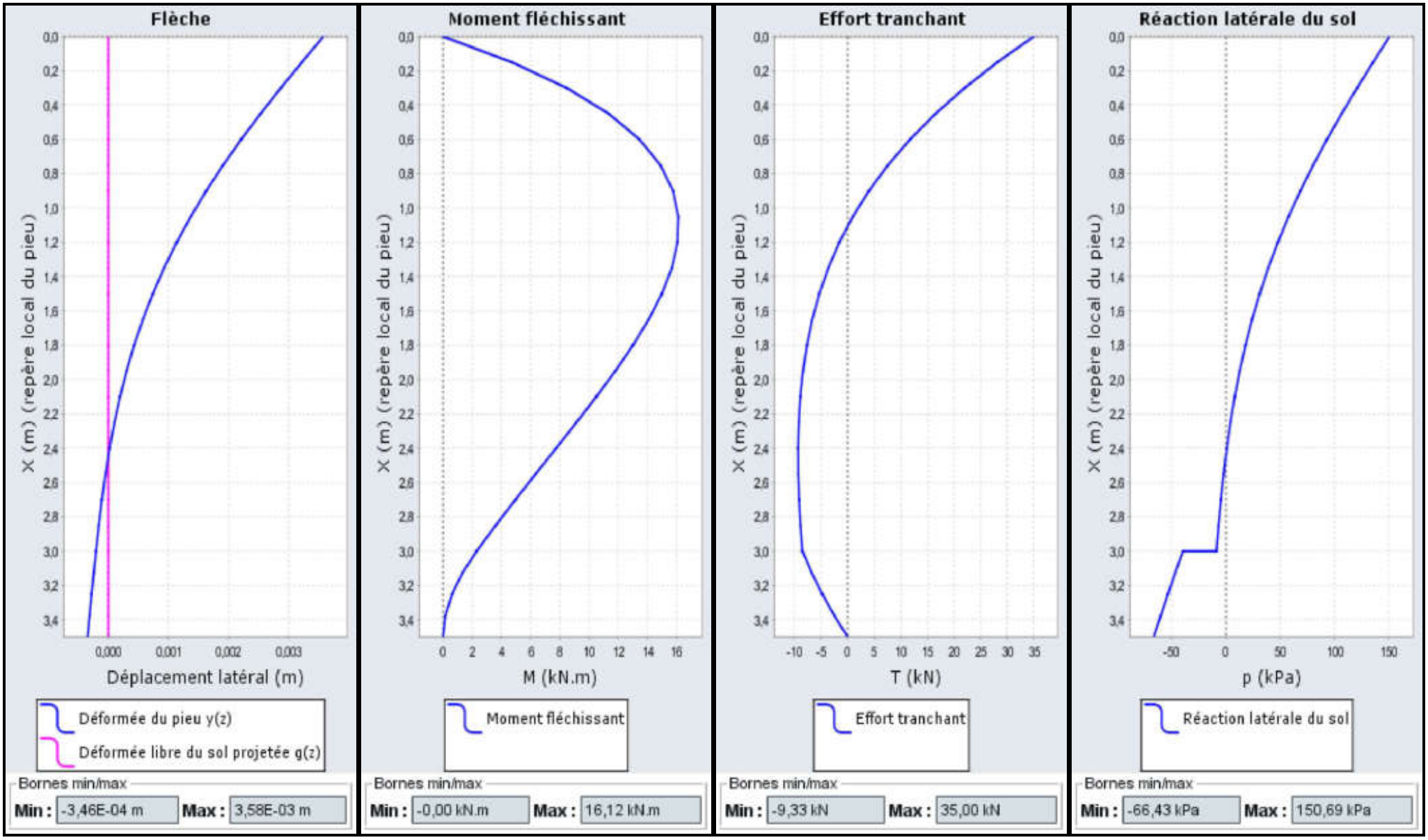
**Charges ponctuelles**

| No | Z | T | M | K | C |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 445,40 | 35,00 | 0,00 | 0,00E00 | 0,00E00 |
| 1 | 442,40 | 0,00 | 0,00 | 0,00E00 | 0,00E00 |
| 2 | 441,90 | 0,00 | 0,00 | 0,00E00 | 0,00E00 |

# Onglet "Paramètres généraux"



# Résultats principaux



# C. Dossier de gestion des pollutions

## C1. Diagnostic de pollution et plan de gestion

G ENVIRONNEMENT – 15 mai 2025

6 rue des Essarts 38610 GIERES
☎+33 (0) 438 120 735
🖷 +33 (0) 438 491 523
Sarl RCS Grenoble 440 219 053
APE 7112B – SIRET 440 219 053 00046
contact@g-environnement.fr
www.g-environnement.fr

**Affaire :** 4889
**Référence :** chrono 17291 Aff 4889-RapV0 AM 2025.05.15
**Type doc :** Rapport
**Destinataire :** LIDL
M. Ludovic MILHAVET
Responsable Technique
ludovic.milhavet@lidl.fr
Tel : +33 6 72 01 85 97

# DIAGNOSTIC DE POLLUTION ET PLAN DE GESTION

**Selon NFX31-620-2 Prestations de services relatives aux sites et sols pollués**

## *Rue des Communaux* –BONNEVILLE (74)

## RAPPORT

G ENVIRONNEMENT
BUREAU D'ETUDES GOEMANS
6, rue des Essarts - F - 38610 GIERES
Tél. +33 (0) 438 120 735
Fax +33 (0) 438 491 523
Siret : 440 219 053 00046 - RCS Grenoble

| Ind. | Date | Nb pages | Version | Rédigé | Vérifié | Approuvé |
|---|---|---|---|---|---|---|
| C | | | | | | |
| B | | | | | | |
| A | | | | | | |
| **0** | **15/05/2025** | **285** | **Version initiale** | **A. MOKRANE a.mokrane@g-environnement.fr** | **T. DISSI t.dissi@g-environnement.fr** | **P. GOEMANS p.goemans@g-environnement.fr** |

## SOMMAIRE

1 RESUME NON TECHNIQUE ..... 9
2 ACRONYMES ..... 14
3 SOURCES ET DOCUMENTS CONSULTES ..... 15
3.1 Documents transmis par le Maitre d'Ouvrage ..... 15
3.2 Autres sources consultées dans le cadre de cette étude ..... 15
4 DESCRIPTION NORMATIVE DE LA PRESTATION REALISEE ..... 15
5 CONTEXTE DE L'ETUDE ..... 17
5.1 Localisation du site ..... 17
5.2 Installations existantes – aspect actuel du site ..... 19
6 SYNTHES DES INVESTIGATIONS ANTERIEURES ..... 24
6.1 Synthèse des investigations ..... 24
7 SITUATION ADMINISTRATIVE DU SITE ..... 27
8 MISE EN OEUVRE DU DIAGNOSTIC COMPLEMENTARE ..... 27
8.1 Stratégie d'investigations ..... 27
8.2 Sécurité de l'intervention ..... 27
8.3 Programme d'investigations réalisé ..... 28
8.4 Investigations sur les sols (A200) ..... 28
8.4.1 Réalisation des sondages ..... 28
8.4.2 Stratégie d'échantillonnage ..... 33
8.4.3 Programme analytique des sols ..... 33
8.5 Investigations sur les eaux souterraines (A210) ..... 35
8.5.1 Réalisation des piézomètres ..... 35
8.5.2 Echantillonnage des eaux souterraines ..... 39
8.5.3 Programme analytique des eaux souterraines ..... 40
8.6 Investigations sur les gaz de sol (A230) ..... 40
8.6.1 Mise en place du piézair ..... 40
8.6.2 Prélèvements de gaz du sol ..... 40
8.6.3 Prélèvements d'air sous dalle ..... 41
8.6.4 Programme analytique des gaz de sol ..... 44
8.6.5 Conditions météorologiques ..... 45
8.7 Résultats des investigations sur les sols ..... 46
8.7.1 Observations de terrain ..... 46
8.7.2 Analyses granulométriques ..... 49
8.7.3 Valeurs de référence retenues pour les sols ..... 50
8.7.4 Résultats d'analyses ..... 51
8.7.5 Interprétation des résultats d'analyses de sols ..... 62
8.8 Résultats des investigations sur les eaux souterraines (A270) ..... 66
8.8.1 Observations de terrain ..... 66
8.8.2 Piézométrie ..... 67
8.8.3 Mesures physico-chimiques in situ ..... 69
8.8.4 Valeurs de référence retenues pour les eaux souterraines ..... 69
8.8.5 Résultats d'analyses sur les eaux souterraines ..... 70
8.8.6 Interprétation des résultats sur les eaux souterraines ..... 74
8.9 Résultats des investigations sur les gaz du sol ..... 76
8.9.1 Observation de terrain ..... 76
8.9.2 Mesures semi-quantitatives in-situ ..... 76
8.9.3 Validité des prélèvements ..... 76

8.9.4 Valeurs de référence retenues pour les gaz du sol ..... 78
8.9.5 Résultats d'analyses sur les gaz du sol ..... 78
8.9.6 Commentaires sur les résultats d'analyses des gaz du sols ..... 82
8.10 Bilan des résultats des investigations ..... 85
9 PLAN DE GESTION ..... 86
9.1 Détermination des zones de pollution concentrée ..... 86
9.1.1 Interprétation des constats de terrain (méthode 1) et analyse cartographique (méthode 2) ..... 90
9.1.2 Analyse statistique (méthode 3) ..... 100
9.1.3 Bilan massique (méthode 4) ..... 103
9.1.4 Conclusions sur les seuils de coupure ..... 109
9.2 Evaluation des techniques de traitement disponibles ..... 116
9.2.1 Méthodologie ..... 116
9.2.2 Synthèse des enjeux et contraintes ..... 116
9.2.3 Présélection des techniques envisageables ..... 118
9.2.4 Gestion de la cuve à fioul enterrée ..... 121
9.2.5 Traitement de la zone de sol imprégné autour de T1 ..... 122
9.2.6 Traitement de la zone non saturée ..... 123
9.2.7 Traitement de la zone saturée ..... 133
9.3 Bilan coût avantages (BCA) ..... 140
9.3.1 Critères de notation des solutions envisageables ..... 140
9.3.2 Justification économique du choix des seuils de coupure ..... 144
9.4 Essais pilotes à réaliser ..... 145
9.5 Surveillance de la qualité des milieux ..... 145
9.5.1 Eaux souterraines ..... 145
9.5.2 Air ambiant ..... 146
9.6 Dispositions constructives complémentaires ..... 146
9.7 Gestion des déblais/déchets ..... 147
9.7.1 Conditions d'élimination hors-site des terres ..... 148
9.7.2 Filières d'élimination envisageables ..... 148
9.8 Mesures de prévention des travailleurs en phase chantier ..... 149
9.9 Restrictions d'usage ..... 149
9.10 Conservation pour mémoire ..... 150
9.11 Budget prévisionnel global ..... 151
10 SCHEMA CONCEPTUEL ET MODELE DE FONCTIONNEMENT ..... 152
11 ANALYSE DES RISQUES RESIDUELS PREDICTIVE ..... 156
11.1 Méthodologie de calcul et d'interprétation des risques sanitaires ..... 156
11.1.1 Valeurs Toxicologiques de Référence ..... 157
11.1.2 Démarche d'interprétation des résultats ..... 157
11.2 Calcul des risques (QD et ERI) ..... 159
11.3 Données d'entrée pour le site d'étude ..... 159
11.3.1 Scénarios d'exposition ..... 159
11.3.2 Sélection des substances, VTR et concentrations associées ..... 160
11.3.3 Usages et cibles ..... 166
11.4 Résultats des modélisations sous RISC 5.0 ..... 167
11.4.1 Teneurs résiduelles estimées dans l'air ambiant à partir d'un modèle de transfert 167
11.4.2 Inhalation d'air ambiant ..... 169
11.5 Discussion et conclusion ..... 173

12 EVALUATION DES INCERTITUDES ..... 173
12.1 Incertitudes liées aux investigations ..... 173
12.2 Incertitudes liées aux mesures de gestion ..... 174
12.3 Incertitudes sur la modélisation des risques sanitaires ..... 174
13 CONCLUSION ..... 176
14 ANNEXES ..... 179
14.1 Coupes des sondages ..... 179
14.2 Rapport d'analyses du laboratoire – sols ..... 193
14.3 Coupe technique du piézair ..... 239
14.4 Fiches de prélèvements des gaz du sol ..... 240
14.5 Rapport d'analyses du laboratoire – gaz du sol ..... 248
14.6 Coupes techniques des piézomètres ..... 263
14.7 Fiches de prélèvements des eaux souterraines ..... 269
14.8 Résultats d'analyses du laboratoire – eaux souterraines ..... 275
14.9 Photographies des sondages ..... 283

## TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : Localisation générale du site d'étude, sur fond de carte IGN (source : Géoportail) ..... 17
Figure 2 : Photographie aérienne du site de 2021 (source : Géoportail) ..... 17
Figure 3 : Extrait du plan cadastral de la commune (source : cadastre.gouv.fr) ..... 18
Figure 4 : Dalle imbibée d'huiles dans le local loué par le passé ..... 19
Figure 5 : Zone de rétention d'huiles en extérieur ..... 19
Figure 6 : Aire de lavage des métaux en intérieur ..... 20
Figure 7 : Zone de stockage d'huiles à l'angle sud-est du bâtiment ..... 20
Figure 8 : Aperçu de l'atelier de décolletage ..... 20
Figure 9 : Vue sur la zone de sol imprégnée ..... 21
Figure 10 : Dalle béton de l'atelier de décolletage imbibée d'huiles ..... 21
Figure 11 : Enrobé imprégné au sud-ouest du transformateur et en aval de la zone de stockage d'huiles ..... 22
Figure 12 : Transformateur électrique au nord de la parcelle ..... 22
Figure 13 : Bennes à copeaux sur rétention ..... 23
Figure 14 : cuve à fioul enterrée ..... 23
Figure 15 : Localisation des sondages de sol réalisés ..... 31
Figure 16 : Localisation des piézomètres sur site ..... 37
Figure 17 : Schéma de principe du prélèvement actif ..... 40
Figure 18 : Localisation des prélèvements de gaz du sol ..... 42
Figure 19 : Triangle des textures ..... 49
Figure 20 : Cartographie des teneurs maximales en hydrocarbures quantifiées dans les sols ..... 63
Figure 21 : Cartographie des teneurs maximales en COHV quantifiées dans les sols ..... 64
Figure 22 : Carte piézométrique du site en avril 2025 ..... 67
Figure 23 : Synthèse des anomalies identifiées dans les eaux souterraines ..... 74
Figure 24 : Cartographie des teneurs supérieures aux seuils R1 ..... 83
Figure 25 : Cartographie de la distribution des concentrations en HCT C10-C40 entre 0 et 1 m de profondeur ..... 91

Figure 26 : Cartographie de la distribution des concentrations en HCT C10-C40 entre 1 et 2 m de profondeur ..... 92
Figure 27 : Cartographie de la distribution des concentrations en HCT C10-C40 entre 2 et 3 m de profondeur ..... 93
Figure 28 : Cartographie de la distribution des concentrations en HCT C10-C40 entre 3 et 4 m de profondeur ..... 94
Figure 29 : Cartographie de la distribution des concentrations en COHV entre 0 et 1 m de profondeur ..... 95
Figure 30 : Cartographie de la distribution des concentrations en COHV entre 1 et 2 m de profondeur ..... 96
Figure 31 : Cartographie de la distribution des concentrations en COHV entre 2 et 3 m de profondeur ..... 97
Figure 32 : Cartographie de la distribution des concentrations en COHV entre 3 et 4 m de profondeur ..... 98
Figure 33 : Fréquence cumulée des hydrocarbures – intervalle de 1 000 mg/kg ... 100
Figure 34 : Répartition des concentrations en hydrocarbures ..... 100
Figure 35 : Fréquence cumulée des COHV – intervalle de 0,4 mg/kg ..... 101
Figure 36 : Répartition des concentrations en COHV ..... 102
Figure 37 : Evolution du volume de sol pollué en HCT en fonction du seuil de coupure ..... 104
Figure 38 : Bilan massique _ HCT ..... 104
Figure 39 : Répartition des volumes et masses HCT ..... 105
Figure 40 : Evolution du volume de sol pollué en COHV en fonction du seuil de coupure ..... 106
Figure 41 : Bilan massique _ COHV ..... 107
Figure 42 : Répartition des volumes et masses des COHV ..... 107
Figure 43 : Localisation des zones de pollution concentrée entre 0 et 1 m de profondeur ..... 111
Figure 44 : Localisation des zones de pollution concentrée entre 1 et 2 m de profondeur ..... 112
Figure 45 : Localisation des zones de pollution concentrée entre 2 et 3 m de profondeur ..... 113
Figure 46 : Localisation des zones de pollution concentrée entre 3 et 4 m de profondeur ..... 114
Figure 47 : Localisation des zones de pollution concentrée entre 0 et 2 m sur fond de plan de masse du projet ..... 123
Figure 48 : Schéma de principe du venting/bioventig ..... 126
Figure 49 : Schéma de principe de la désorption thermique sur site ..... 129
Figure 50 : Schéma de principe du traitement par biopile ..... 130
Figure 51 : Suivi piézométrique du forage BSS001SFGV ..... 134
Figure 52 : Principe de fonctionnement d'une unité de traitement par extraction multiphasique ..... 138
Figure 53 : Schéma conceptuel et modèle de fonctionnement après mise en place des mesures de gestion ..... 154
Figure 54 : Logigramme de la démarche IEM ..... 155
Figure 55 : Cartographie des concentrations maximales résiduelles en HCT dans le sol ..... 160
Figure 56 : Cartographie des concentrations maximales résiduelles en COHV dans le sol ..... 161

Figure 57 : Cartographie des concentrations maximales résiduelles dans les gaz du sol ..... 162
Figure 58 : Quotients de Danger pour le scénario d'inhalation d'air ambiant _ cible client adulte ..... 168
Figure 59 : Excès de Risque Individuels pour le scénario d'inhalation d'air ambiant _ cible client adulte ..... 168
Figure 60 : Quotients de Danger pour le scénario d'inhalation d'air ambiant _ cible client enfant ..... 169
Figure 61 : Excès de Risque Individuels pour le scénario d'inhalation d'air ambiant _ cible client enfant ..... 170
Figure 62 : Quotients de Danger pour le scénario d'inhalation d'air ambiant _ cible salarié du magasin ..... 171
Figure 63 : Excès de Risque Individuels pour le scénario d'inhalation d'air ambiant _ cible salarié du magasin ..... 171

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Résumé non technique ..... 13
Tableau 2 : Autres sources consultées ..... 15
Tableau 3 : Cadre méthodologique - Prestations de services relatives aux sites et sols pollués selon la norme NF X31-620-2 ..... 16
Tableau 4 : Synthèse des investigations antérieures ..... 26
Tableau 5 : Plan d'implantation des investigations antérieures ..... 26
Tableau 6 : Programme synthétique des investigations réalisées ..... 28
Tableau 7 : Caractéristiques des sondages réalisés ..... 31
Tableau 8 : Programme analytique des sols ..... 35
Tableau 9 : Caractéristiques des piézomètres du site ..... 37
Tableau 10 : Caractéristiques des points de prélèvement de gaz de sol/air sous dalle ..... 42
Tableau 11 : Paramètres des prélèvements ..... 44
Tableau 12 : Définition des temps et débits de prélèvement ..... 45
Tableau 13 : Conditions météorologiques du 01/04/2025 au 05/04/2025 ..... 46
Tableau 14 : Principaux constats organoleptiques observés lors dans les échantillons de sol ..... 48
Tableau 15 : Résultats des analyses granulométriques ..... 49
Tableau 16 : Résultats d'analyses des sols ..... 58
Tableau 17 : Résultats d'analyses sur lixiviats ..... 61
Tableau 18 : Synthèse des résultats analytiques ..... 62
Tableau 19 : Filières d'évacuation hors site des échantillons dépassant les seuils ISDI ..... 63
Tableau 20 : Observations organoleptiques lors des prélèvements d'eaux souterraines ..... 66
Tableau 21 : Mesures piézométriques du 05/04/2025 ..... 67
Tableau 22 : Paramètres physico-chimiques mesurés in-situ ..... 69
Tableau 23 : Résultats d'analyses sur les eaux souterraines ..... 73
Tableau 24 : Paramètres mesurés dans les ouvrages Pza/Asd ..... 76
Tableau 25 : Variations de débit en cours de prélèvement ..... 77
Tableau 26 : Résultats d'analyses sur les gaz du sol ..... 81

Tableau 27 : Concentrations dans l'air intérieur estimées en appliquant un facteur de dilution ..... 83
Tableau 28 : Comparaison des anomalies dans les sols ..... 89
Tableau 29 : Principaux constats organoleptiques observés lors dans les échantillons de sol des précédentes investigations ..... 90
Tableau 30 : Calculs statistiques de base sur les concentrations en COHV et HCT ..... 100
Tableau 31 : Répartition de la masse de HCT dans le sol ..... 104
Tableau 32 : Répartition de la masse des COHV dans le sol ..... 107
Tableau 33 : Bilan de la définition des seuils de coupures ..... 109
Tableau 34 : Bilan des volumes de sols mis en traitement avec la paire de seuils 1 ..... 110
Tableau 35 : Tableau 36 : Bilan des volumes de sols mis en traitement avec le seuil 2 ..... 110
Tableau 37 : Bilan des volumes de sols mis en traitement avec la paire de seuils 3 ..... 110
Tableau 38 : Synthèse des enjeux et contraintes ..... 117
Tableau 39 : Présélection des techniques envisageables ..... 120
Tableau 40 : Estimatif financier pour le traitement de la zone T1 ..... 122
Tableau 41 : Volume de sol à traiter en zone non saturée hors zone T1 ..... 123
Tableau 42 : Estimation financière de la solution de traitement hors site après excavation – zone non saturée ..... 126
Tableau 43 : Estimation financière de la solution de traitement in situ par venting/bioventing – zone non saturée ..... 129
Tableau 44 : Estimation financière de la solution de traitement sur site après excavation – zone non saturée ..... 132
Tableau 45 : Volume de sol à traiter en zone saturée ..... 133
Tableau 46 : Estimation financière de la solution de traitement hors site après excavation – zone saturée ..... 136
Tableau 47 : Estimation financière de la solution de traitement in situ par oxydation chimique – zone saturée ..... 138
Tableau 48 : Estimation financière de la solution de traitement in situ par EMP – zone saturée ..... 140
Tableau 49 : Critères de notation des différentes techniques ..... 140
Tableau 50 : Analyse multicritères ..... 142
Tableau 51 : Synthèse des notes du BCA ..... 143
Tableau 52 : Estimation des couts de traitement en fonction des seuils de coupure ..... 144
Tableau 53 : Estimation des couts de traitement en fonction des seuils de coupure ..... 151
Tableau 54 : Récapitulatif des Sources/Vecteurs/Cibles ..... 154
Tableau 55 : Intervalles de gestion d'après Méthodologie Nationale SSP d'avril 2017 ..... 158
Tableau 56 : Valeurs Toxicologiques de Référence prises en compte pour le scénario inhalation de gaz de sol ..... 165
Tableau 57 : Paramètres d'exposition des cibles _ employés du magasin ..... 166
Tableau 58 : Paramètres d'exposition des cibles _ futurs clients du magasin adultes et enfants ..... 166

Tableau 59: Paramètres de modélisation retenus pour le transfert des gaz du sol vers l'air ambiant ..... 166
Tableau 60 : Teneurs résiduelles dans l'air ambiant estimées à partir d'un modèle de transfert ..... 168

# 1 RESUME NON TECHNIQUE

| Dénomination | Observations |
|---|---|
| **Client** | LIDL |
| **Localisation du site** | Le site concerné est localisé au 54 rue des Communaux sur la commune de BONNEVILLE (74). Il correspond aux parcelles 93, 94, 129, 130, 131, 132, 135,250, 251, 252, 253, 327, 330 et 332 de la section cadastrale AO et s'étend sur une superficie d'environ 9 306 m².<br><br>Le site est relativement plat se trouvant entre les côtes altimétriques de 445 et 446 m NGF.<br><br>Le site est compris au sein d'une zone d'activité. L'Arve se trouve à environ 100 m au nord du site. |
| **Contexte de l'étude** | Diagnostic pollution complémentaire dans le cadre de l'acquisition du site.<br><br>L'usage futur sera de type commerce et activité de service au sens du décret n°2022-1588 du 19/12/2022 relatif à la définition des types d'usages dans la gestion des sites et sols pollués. |
| **Statut réglementaire du site** | Le site est classé ICPE sous le régime de déclaration pour son activité de traitement des métaux (rubrique 2560). |
| **Investigations réalisées** | Les investigations réalisées du 02/04/2025 au 05/04/2025 sont :<br>○ 13 sondages, nommés CX m, où X correspond au numéro du sondage ;<br>○ 1 sondage, nommé T1, qui correspond au sondage réalisé au droit de la zone de sol imprégné ;<br>○ La pose de 5 nouveaux piézomètres (Pz1 à Pz5), d'une profondeur de 6 m, dans la nappe alluviale de l'Arve ;<br>○ 6 prélèvements d'air sous dalle ;<br>○ 2 prélèvements de gaz du sol dans un piézair de 1,5 m de profondeur.<br>Le programme analytique retenu est le suivant :<br>○ Pack ISDI + COHV pour 31 échantillons de sols ;<br>○ HCT C10-C40 + COHV pour 29 échantillons de sols ;<br>○ HCT C5-C10 pour 8 échantillons de sols ;<br>○ Analyse granulométrique pour 2 échantillons de sol ;<br>○ Pack TPH + BTEX + COHV pour 4 échantillons de gaz du sol ;<br>○ COHV pour 4 échantillons de gaz du sol ;<br>○ COHV + HCT C10-C40 + HAP + 8 métaux lourds + BTEX pour les échantillons d'eaux souterraines. |
| **Résultats des investigations** | D'une manière générale, il a été mis en évidence :<br><br>○ La présence de terrains constitués de matériaux fins en surface (mélange de limons et de sables fins) suivis d'un horizon plus grossier composé de sables et de graviers saturés en eau ;<br>○ La granulométrie montre que les terrains en surface ne sont pas favorables au dégazage (lithologie fine) ,<br>○ La présence d'impacts notables en hydrocarbures au droit des zones suivantes : |

| | | |
|---|---|---|
| | | • Sols imprégnés de couleur noir à l'est de la parcelle ;<br>• Aire de lavage des métaux ;<br>• Zone de stockage d'huiles ;<br>• Dans le local loué par le passé et imbibé d'huile ;<br>• A l'est du transformateur existant.<br>o La présence d'impacts notables en COHV, principalement concentrés dans la partie centrale de la parcelle qui est concernée par l'activité de travail des métaux. Les composés dominants sont le trichloroéthylène et ses produits de dégradation (cis-1,2- dichloroéthylène et le trans-1,2-Dichloroéthylène). Le chlorure de vinyle est trouvé au droit de l'aire de lavage des métaux uniquement ;<br>o La présence d'une nappe vers 2,5 – 3 m/sol présentant un sens d'écoulement du sud-est vers le nord-ouest. Celle-ci a mis en évidence :<br>• La présence généralisée cis-1,2- dichloroéthylène dans les eaux de la nappe. Les concentrations les plus élevées se trouvent dans les ouvrages situés en position latérale et aval hydraulique ;<br>• La présence généralisée du TCE dans les eaux souterraines. Les teneurs importantes se trouvent dans les ouvrages situés en position latérale et aval hydraulique ;<br>• Un impact ponctuel en chlorure de vinyle se trouve dans le piézomètre situé en position latérale hydraulique ;<br>• Un impact ponctuel mais important en hydrocarbures au sud-ouest de la parcelle, en position latérale hydraulique.<br>o Des dépassements des valeurs de référence dans les gaz de sol. Les substances concernées sont : le benzène, les hydrocarbures aliphatiques C10-C12 et les COHV (trichloroéthylène et le cis-1,2-dichloroéthylène). |
| | **Plan de gestion** | L'ensemble des données disponibles a permis de délimiter les zones de pollution concentrée, impliquant un traitement qui a été dimensionné dans le cadre du présent plan de gestion.<br><br>Les zones de pollution concentrées ont été délimitées selon les seuils suivants :<br><br>o 3 000 mg/kg en HCT C10-C40 ;<br>o 6 mg/kg en COHV.<br><br>Un bilan coût-avantages des techniques de traitement disponibles a été effectué. Ainsi, les solutions les mieux notées pour chaque zone sont :<br><br><u>Scénario 1 :</u> excavation et évacuation hors site jusqu'à 4 m de profondeur, en période de basses eaux, associé à un traitement de la zone saturée par extraction multiphase. Le budget prévisionnel pour ce scénario est 475 et 989 k€HT (Hors TGAP)<br><br><u>Un second scénario</u> est envisageable. Il s'agit du venting/bioventing en zone non saturée, associé à l'extraction multiphasique. Ce système, présente l'avantage d'être moins onéreux mais il reste chronophage. Néanmoins, il peut être mis en place sur un site en cours d'activité. Le budget prévisionnel pour ce scénario est 247 – 613 k€HT. |

| | | |
|---|---|---|
| | | Les facteurs déterminants pour le choix de la technique sont les délais de traitement, la faisabilité et les coûts.<br><br>Le traitement de la zone de sol imprégné et la gestion de la cuve à fioul enterrée sont compris dans l'estimation financière. |
| | **Dispositions constructives** | En complément de la gestion des pollutions concentrées, il est préconisé la mise en place des mesures suivantes :<br><br>○ Afin de supprimer la voie de transfert entre la pollution résiduelle et les futurs usagers au droit des zones non bâties, nous préconisons le remplacement des 30 premiers centimètres de terres par des terres saines sur géotextile au droit des futurs espaces verts, et de mettre en place un revêtement type enrobé, dalle ou béton, dans le reste des surfaces aménagées ;<br>○ Afin de réduire le transfert de gaz du sol vers l'air ambiant du futur bâtiment, il convient de :<br>• Conserver un taux de renouvellement d'air intérieur convenable dans les locaux, ou le cas échéant, renforcer l'aération naturelle ou mettre en place une ventilation mécanique adaptée (taux de renouvellement 0,5 volume/heure a minima) ;<br>• Mettre en place d'une dalle béton étanche d'une épaisseur de 20 cm à minima. L'étanchéité de la dalle pourra être amélioré par l'ajout d'adjuvants ferreux ;<br>• Mettre en place une géomembrane étanche à l'interface entre le sol et le dallage ;<br>• Colmater toutes voies d'intrusion préférentielles des gaz du sol (joints de dilatation, passages de gaines …).<br>○ Les terres excavées et les futurs déchets de démolition, devront être gérés selon la réglementation en vigueur et orientés en filières adaptées ;<br>○ La mise en place de canalisations AEP anti-perméation (acier, fonte, PVC) dans des tranchées remplies de matériaux sains et propres. Des conduites en PEHD sont interdites. |
| | **Surveillance environnementale des milieux** | Un suivi semestriel (basses eaux/hautes eaux) est recommandé dans l'attente de la mise en œuvre effective de l'option de gestion retenue. Il a pour but de s'assurer que l'état des milieux ne se dégrade pas dans ce laps de temps. Le programme analytique à mettre en place est :<br><br>○ BTEX, COHV, HAP, HCT C5-C40, 8 métaux.<br><br>Durant la phase travaux, le suivi devra être réalisé selon un rythme trimestriel afin de vérifier l'absence de relargage et de s'assurer de l'efficacité du traitement mis en œuvre. Ce dernier pourra être adapté en conséquence. Nous proposons de mettre en place le programme analytique suivant :<br><br>○ COHV, HCT C5-C40 ;<br>○ Fer, manganèse, nitrates, carbone organique dissous, oxygène dissous, sulfates et azote. |

| | | |
|---|---|---|
| | | A l'issue des travaux de dépollution, la surveillance devra être réalisée selon un rythme semestriel (1 campagne en période de hautes eaux et 1 campagne en période de basses eaux) pendant une durée de 4 ans. Dans le cadre de la surveillance de la qualité des eaux souterraines à mettre en place au droit du site, nous proposons de procéder à l'analyse des paramètres suivants :<br><br>o BTEX, COHV, HAP, HCT C5-C40, 8 métaux.<br><br>Conformément à la méthodologie de gestion des sites et sols pollués, en fonction des résultats de l'évolution de la qualité de la nappe (état résiduel stable ou amélioration) des modifications des modalités de surveillance, ou son arrêt, pourront être proposés.<br><br>Au vu des concentrations mesurées dans les gaz du sol, nous recommandons de réaliser deux prélèvements d'air ambiant dans le bâtiment existant.<br><br>Des analyses de la qualité d'air ambiant à l'intérieur des bâtiments seront également à prévoir une fois l'aménagement achevé, dans le bâtiment neuf (au moins deux campagnes).<br><br>Les substances à analyser seront les COHV, BTEX et TPH. |
| | **Restrictions d'usage** | Nous recommandons la mise en place de restrictions d'usage au droit du site à l'issue des travaux de dépollution :<br><br>o Tout usage de l'eau souterraine au droit du site est proscrit ;<br>o Toute culture de plantes destinées à la consommation humaine est proscrite ;<br>o Maintien en l'état et protection des ouvrages de suivi de la qualité des eaux souterraines. Dans le cas où un des ouvrages est arraché ou abimé, il conviendra de le remettre en l'état ou de le remplacer ;<br>o Seules les terres inertes (ou traitées sur site) pourront être éventuellement réutilisées dans le cadre de l'aménagement sous condition de compatibilité géomécanique ;<br>o La zone ouest de la parcelle est à privilégier pour implanter les ouvrages de gestion des eaux pluviales |
| | **Scénarii d'exposition évalués pour les usagers** | Inhalation de composés issus du sol ou des eaux souterraines dans l'air intérieur du bâtiment (cibles : salariés du magasin et futurs clients adulte et enfant). |
| | **Analyse des risques résiduels** | L'analyse des risques résiduels réalisée au regard du futur projet d'aménagement indique qu'une fois les zones de pollution concentrée traitées et les dispositions constructives prises en compte, l'état environnemental du site est compatible avec l'usage envisagé. |
| | **Préconisations/recommandations** | En plus de la gestion des zones de pollution concentrée, nous recommandons de :<br><br>o Pomper et évacuer les huiles actuellement retenues sous le groupe froid ; |

| | | |
|---|---|---|
| | | ○ Le stockage des huiles selon la bonne règle et leur évacuation hors site par des prestataires qualifiés, si nécessaire ;<br>○ Procéder au nettoyage des huiles recouvrant la dalle béton du site<br>○ Réaliser une surveillance de l'état des milieux, avant, pendant et après travaux, selon le programme défini dans la présente étude ;<br>○ La réalisation des essais de traitement afin de :<br>○ Confirmer le choix d'une des deux propositions de travaux de réhabilitation présentées ci-avant, sachant que le scénario 1 est actuellement privilégié sur la base du critère délai et efficacité ;<br>○ Préciser le dimensionnement des travaux de dépollution à réaliser ;<br>○ Actualiser le plan de gestion avec les nouvelles données.<br>○ Mettre en œuvre les mesures constructives ainsi que les restrictions d'usage présentées dans ce plan de gestion ;<br>○ En phase travaux, respecter les bonnes pratiques inhérentes à ce type de chantier : port d'EPI (gants, tenues de travail spécifiques, chaussures de sécurité, lunettes, si nécessaire masque à poussières type FFP3, etc.) et mise en place d'EPC et de méthodes de travail adéquates (arrosage des pistes, bâchage des camion-benne, nettoyage des voiries, etc.) ;<br>○ La réalisation d'une attestation ATTES-ALUR prévue à l'article R 556-3 du Code de l'Environnement à joindre au dossier de demande de permis de construire ;<br>○ Le site étant classé ICPE pour une rubrique listée à l'article R. 512-66-3 du code de l'environnement, l'établissement d'une attestation de mise en sécurité, dite ATTES-SECUR est nécessaire pour la cessation d'activité du site. |

*Tableau 1 : Résumé non technique*

# 2 ACRONYMES

| Acronyme | Description |
|---|---|
| **AEP** | Alimentation en Eau Potable |
| **BRGM** | Bureau de Recherche Géologiques et Minières |
| **BSS** | Banque de donnée du Sous-Sol |
| **BTEX** | Benzène, Toluène, Ethylbenzène, Xylène |
| **CASIAS** | Carte des Anciens Sites Industriels et Activités de Service |
| **CAV** | Composés Aromatiques Volatils |
| **COHV** | Composés Organiques Halogénés Volatils |
| **DCE** | Dichloroéthylène |
| **EMP** | Extraction MultiPhasique |
| **EQRS** | Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires |
| **ERI** | Excès de Risque Individuel |
| **HAP** | Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques |
| **HCT** | Hydrocarbures Totaux |
| **ICPE** | Installation Classée pour la Protection de l'Environnement |
| **ISDI** | Installation de Stockage de Déchets Inertes |
| **ISDND** | Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux |
| **ISDD** | Installation de Stockage des Déchets Dangereux |
| **IEM** | Interprétation de l'Etat des Milieux |
| **PCB** | Polychlorobiphényle |
| **PCE** | Tétrachloroéthylène |
| **PG** | Plan de Gestion |
| **TA** | Terrain Actuel |
| **TCE** | Trichloroéthylène |
| **TGAP** | Taxe Générale sur les Activités Polluantes |
| **TN** | Terrain Naturel |
| **QD** | Quotient de Danger |

# 3 SOURCES ET DOCUMENTS CONSULTES

## 3.1 Documents transmis par le Maitre d'Ouvrage

Plan APD du projet.

## 3.2 Autres sources consultées dans le cadre de cette étude

| Auteur | Type document, informations | Libellé | Date |
|---|---|---|---|
| CADASTRE | Plan cadastral | https://www.cadastre.gouv.fr | 2024 |
| GEOPORTAIL | Photographies aériennes | http://www.geoportail.gouv.fr | 2022 |
| GOOGLE MAPS | Photographies | https://www.google.fr/maps | 2024 |

*Tableau 2 : Autres sources consultées*

# 4 DESCRIPTION NORMATIVE DE LA PRESTATION REALISEE

G ENVIRONNEMENT réalise des prestations SSP suivant la méthodologie décrite au sein de la norme NF-X31-620_2: Qualité du sol — Prestations de services relatives aux sites et sols pollués.

Pour cette étude, il s'agit spécifiquement de la partie 2 : Exigences dans le domaine des prestations d'études, d'assistance et de contrôle, dont le contenu est détaillé ci-après.

| **AFNOR NFX 31-620-2 « Sites et Sols Pollués Prestation de Services » version décembre 2021** | | |
|---|---|---|
| **Code** | **Prestations globales** | |
| AMO Etudes | Assistance à maîtrise d'ouvrage en phase Etudes. | ☐ |
| LEVE | Levée de doute pour savoir si un site relève ou non de la méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués. | ☐ |
| INFOS | Réalisation des études historiques, documentaires et de vulnérabilité afin d'élaborer un schéma conceptuel et, le cas échéant, un programme prévisionnel d'investigations. | ☐ |
| **DIAG** | **Mise en œuvre d'un programme d'investigations et interprétation des résultats.** | ☒ |
| **PG** | **Plan de gestion dans le cadre d'un projet de réhabilitation ou d'aménagement d'un site.** | ☒ |
| IEM | Interprétation de l'état des milieux. | ☐ |
| SUIVI | Surveillance environnementale. | ☐ |
| BQ | Bilan quadriennal. | ☐ |
| CONT | Contrôle :<br>- de la mise en œuvre du programme d'investigation ou de surveillance ;<br>- de la mise en œuvre des mesures de gestion. | ☐ |
| XPER | Expertise dans le domaine des sites et sols pollués. | ☐ |
| VERIF | Vérifications en vue d'évaluer le passif environnemental lors d'un projet d'acquisition d'une entreprise. | ☐ |

| AFNOR NFX 31-620-2 « Sites et Sols Pollués Prestation de Services » version décembre 2021 | | |
|---|---|---|
| **Code** | **Prestations élémentaires** | |
| **A100** | Visite du site. | ☐ |
| **A110** | Étude historique, documentaire et mémorielle. | ☐ |
| **A120** | Étude de vulnérabilité des milieux. | ☐ |
| **A130** | Élaboration d'un programme prévisionnel d'investigations. | ☐ |
| **A200** | Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les sols. | ☒ |
| **A210** | Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les eaux souterraines. | ☒ |
| **A220** | Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les eaux superficielles et/ou sédiments. | ☐ |
| **A230** | Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les gaz du sol. | ☒ |
| **A240** | Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur l'air ambiant et les poussières atmosphériques. | ☐ |
| **A250** | Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les denrées alimentaires. | ☐ |
| **A260** | Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les terres excavées ou à excaver. | ☐ |
| **A270** | Interprétation des résultats des investigations. | ☒ |
| **A300** | Analyse des enjeux sur les ressources en eaux. | ☐ |
| **A310** | Analyse des enjeux sur les ressources environnementales. | ☐ |
| **A320** | Analyse des enjeux sanitaires. | ☒ |
| **A330** | Identification des différentes options de gestion possibles et réalisation d'un bilan coûts/avantages. | ☒ |
| **A400** | Dossiers de restriction d'usage, de servitudes. | ☐ |

*Tableau 3 : Cadre méthodologique - Prestations de services relatives aux sites et sols pollués selon la norme NF X31-620-2*

# 5 CONTEXTE DE L'ETUDE

Cette étude fait suite aux diagnostics de pollution menés depuis 2022 pour le compte de LIDL. Elle a pour objectif de délimiter les extensions latérale et verticale de la pollution identifiée par le passé, puis définir les mesures de gestions adaptées au projet d'aménagement.

Le site est actuellement occupé par les ateliers de la société BEROD COLLET, dont l'activité principale est la fabrication de pièces mécaniques de précision.

Le projet d'aménagement consiste en la construction d'un supermarché LIDL en R+1, sans sous-sol. Le bâtiment occupera une surface d'environ 3 300 m² et comprendra : la surface de vente, les bureaux, les pièces de vies, les locaux techniques… Le reste de la parcelle sera aménagé avec des voiries en enrobé, des places de stationnement et des espaces verts.

Le présent rapport comporte :

- La réalisation d'une campagne d'investigation des sols, eaux souterraines et gaz du sol ;
- L'interprétation des résultats de ces investigations ;
- Une analyse des enjeux sanitaires (A320) ;
- La mise en œuvre d'un plan de gestion (A330).

## 5.1 Localisation du site

Le site concerné est localisé au 54 rue des Communaux sur la commune de BONNEVILLE (74). Il correspond aux parcelles 93, 94, 129, 130, 131, 132, 135,250, 251, 252, 253, 327, 330 et 332 de la section cadastrale AO et s'étend sur une superficie d'environ 9 306 m².

Le site est relativement plat, il se trouve entre les côtes altimétriques de 445 et 446 m NGF.

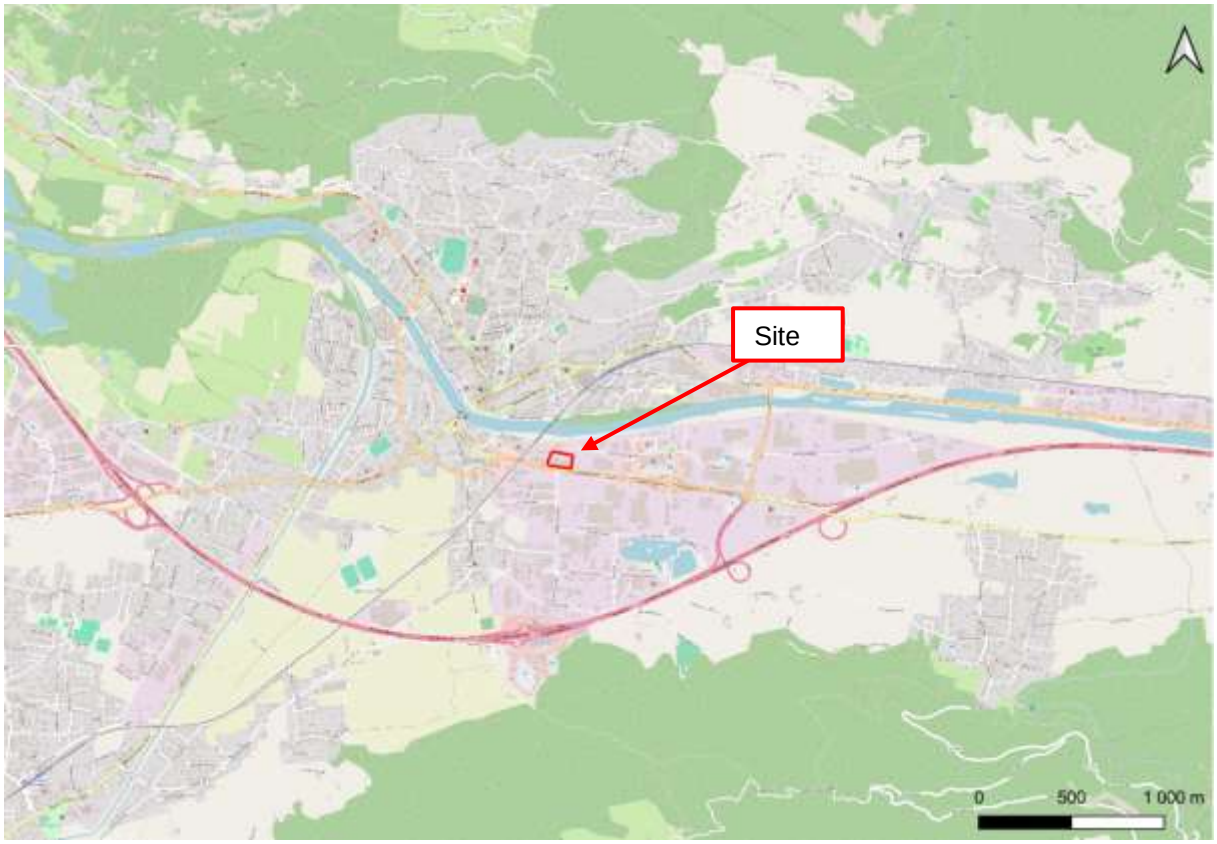



*Figure 1 : Localisation générale du site d'étude, sur fond de carte IGN (source : Géoportail)*




*Figure 2 : Photographie aérienne du site de 2021 (source : Géoportail)*




*Figure 3 : Extrait du plan cadastral de la commune (source : cadastre.gouv.fr)*

## 5.2 Installations existantes – aspect actuel du site

Le site est actuellement occupé par la société BEROD-COLLET qui est spécialisée dans le décolletage.

A l'intérieur du bâtiment se trouve :

- Une zone dédiée aux bureaux et pièces de vie ;
- Des quais de chargement et déchargement des pièces ;
- Un atelier de fabrication de pièces ;
- Une zone pour le lavage des copeaux ;
- Une zone de stockage d'huiles sur rétention ;
- Des récipients de stockage de déchet métallique ;
- Un local, loué par le passé, aujourd'hui pas occupé.

La dalle béton est bon état. Elle ne présente pas de dégradations ou fissurations flagrantes, toutefois, elle est recouverte d'huiles jusque dans une partie de l'ancien local loué.

A l'extérieur, on trouve :

- Des voies de circulation et d'aires de de stationnement ;
- Un local pour le stockage d'huiles ;
- Des bennes de stockage de déchets métalliques situées au-dessus d'un bac de rétention enterré ;
- Un transformateur électrique à la limite nord du site ;

- Une cuve à fioul enterrée à l'ouest du bâtiment.

Des traces grasses sur les enrobés sont visibles. Une zone de sol imprégné, de couleur noire, est également visible en extérieur, au nord-est du bâtiment.

De plus, une zone de stockage d'huiles à ras du sol, a été créée en dessous du groupe froid. Ce stockage n'était pas présent lors de nos précédentes visites.

Les photos ci-après présentent l'aspect général du site lors de notre intervention du 02/04/2025.



*Figure 4 : Dalle imbibée d'huiles dans le local loué par le passé*



*Figure 5 : Zone de rétention d'huiles en extérieur*



*Figure 6 : Aire de lavage des métaux en intérieur*



*Figure 7 : Zone de stockage d'huiles à l'angle sud-est du bâtiment*



*Figure 8 : Aperçu de l'atelier de décolletage*



*Figure 9 : Vue sur la zone de sol imprégnée*



*Figure 10 : Dalle béton de l'atelier de décolletage imbibée d'huiles*



*Figure 11 : Enrobé imprégné au sud-ouest du transformateur et en aval de la zone de stockage d'huiles*



*Figure 12 : Transformateur électrique au nord de la parcelle*



*Figure 13 : Bennes à copeaux sur rétention*



*Figure 14 : cuve à fioul enterrée*

# 6 SYNTHES DES INVESTIGATIONS ANTERIEURES

## 6.1 Synthèse des investigations

La zone d'étude a fait l'objet de plusieurs investigations, qui sont résumées dans le tableau suivant.

La figure suivante présente le plan d'implantation des deux investigations, où : EE désigne Echantillon d'Eau, EG désigne Echantillon de Gaz, ES désigne Echantillon de Sol de la première campagne et S désigne sondages de la campagne complémentaire.

| Rapport | Mission | Synthèse |
|---|---|---|
| INFOS + DIAG :<br>2022.5.16 Aff 4889-RapV0<br>TD chrono 14420 | Mission INFOS | Plusieurs sources potentielles de pollution ont été recensées à l'issue de la mission INFOS :<br><br>o <u>A l'intérieur du bâtiment :</u><br>• Des quais de chargement et déchargement des pièces ;<br>• Un atelier de fabrication de pièces métalliques ;<br>• Une aire zone pour le lavage des copeaux ;<br>• Une zone de stockage d'huiles sur rétention ;<br>o <u>A l'extérieur du bâtiment :</u><br>• Les voiries et places de stationnement,<br>• Un local pour le stockage d'huiles ;<br>• Des bennes de stockage de déchets métalliques situées au-dessus d'un bac de rétention enterré ;<br>• Un transformateur électrique à la limite nord du site ;<br>• Une cuve à fioul enterrée à l'ouest du bâtiment.<br><br>L'analyse des photographies aériennes historiques a révélé l'existence d'une zone (parking nord) qui a peut-être abrité des dépôts, qui sont une source potentielle de pollution supplémentaire par rapport aux observations réalisées sur le terrain.<br><br>Au regard des sources potentielles de pollution identifiées, les milieux présentent une forte vulnérabilité du fait de la présence d'une nappe d'eaux souterraines peu profonde. |
| | Synthèse des investigations (DIAG) | Les investigations réalisées le 04 et 05/05/2022 sont :<br><br>o 10 sondages et prélèvements de sol entre 0 et 3 m de profondeur ;<br>o 4 prélèvements de gaz du sol ;<br>o 1 prélèvement ponctuel d'eaux souterraines.<br><br>Les investigations réalisées révèlent :<br><br>o Des concentrations non significatives (inférieures aux limites de quantification du laboratoire, légèrement détectées ou conformes aux valeurs guides) pour les CAV/BTEX, les HAP et les PCB ;<br>o Des teneurs en Chrome, Cuivre et Plomb au droit de l'aire de lavage de copeaux à l'intérieur du bâtiment (ES6), dignes de fortes anomalies naturelles ;<br>o Mis-à-part les deux échantillons prélevés dans les sondages situés vers la tache grasse en limite nord-est du bâtiment (ES7) et en limite nord côté est du transformateur (ES10), le reste des échantillons présente des concentrations supérieures aux limites de quantification du laboratoire en solvants chlorés (Trichloroéthylène et cis-1,2-Dichloroéthène), avec un maximum en Trichloroéthylène de 85 mg/kg MS dans le sondage en face de la benne à déchets métalliques (ES4) et un maximum en cis-1,2-Dichloroéthène de 130 mg/kg MS dans le sondage réalisé à l'intérieur du bâtiment vers l'aire de lavage des copeaux (ES6). Ce sondage présente également une teneur supérieure aux limites de quantification en Chlorure de Vinyle 0,1 mg/kg MS.<br>o Des concentrations significatives en hydrocarbures C10-C40 dans les sols au droit des emplacements suivants :<br>✓ En face des bennes à déchets métalliques et du bac de rétention (ES4) avec une concentration de 2 800 mg/kg MS ;<br>✓ Dans le sondage à l'intérieur du bâtiment vers l'aire de lavage des copeaux (ES6) avec une concentration de 36 000 mg/kg MS ;<br>✓ Dans le sondage en limite nord-est du bâtiment (ES7) avec une concentration de 550 mg/kg MS ;<br>✓ Dans le sondage en limite sud-est du bâtiment côté extérieur (ES9) avec une concentration de 14 000 mg/kg MS ;<br>✓ Dans le sondage en limite nord du site côté est du transformateur (ES10) avec une concentration de 10 000 mg/kg MS.<br>o Les échantillons de gaz de sols prélevés dans les sondages réalisés en face des bennes à déchets (S4 / EG1), de l'aire de lavage de copeaux à l'intérieur du bâtiment (S6 / EG2), en limite nord-est côté extérieur (S7 / EG3) et en face de l'atelier machine côté extérieur (S8 / EG4), montrent la présence de BTEX, d'hydrocarbures et de solvants chlorés (COHV) à des teneurs supérieures aux limites de quantification du laboratoire ;<br>o L'échantillon d'eaux souterraines prélevé sur site montre la présence de plomb (35 µg/l), d'hydrocarbures C10 – C40 (56 mg/l) et de manganèse (260 µg/l) à des teneurs supérieures aux valeurs guides de qualité des eaux souterraines. |
| DIAG :<br>2023.09.06 Aff 4889-RapV0<br>TD chrono 15723 | Synthèse des investigations (DIAG) | Le diagnostic de pollution complémentaire réalisé par G Environnement le 16,17 et 18 août 2023 par l'intermédiaire de 14 sondages pour le prélèvement d'échantillons de sol à trois différents niveaux (0 à 1 m/TN, 1 à 2m/TN et 2 à 3m/TN) a confirmé la présence d'impact en hydrocarbures et en solvants, au droit des spots identifiés lors de la première étude.<br><br>Les impacts étaient détectés dans les trois horizons, avec des teneurs variables, et sont essentiellement localisés :<br>o En limite nord-est de la parcelle, s'agissant d'une aire en enrobé ;<br>o A l'intérieur du bâtiment au sud-est, qui renferme l'atelier machine de l'actuelle activité, rappelant que la campagne de 2022 avait également révélé un impact dans la même zone mais du côté extérieur ;<br>o A l'intérieur et à l'extérieur du bâtiment vers l'aire de lavage des copeaux à l'entrée nord. |

| | | |
|---|---|---|
| | | Plusieurs échantillons manifestent une non-conformité aux seuils d'acceptabilité en ISDI en raison de leurs teneurs en hydrocarbures.<br><br>Concernant les gaz de sol, les prélèvements ont mis en évidence la présence d'hydrocarbure, de BTEX et de solvants. |

*Tableau 4 : Synthèse des investigations antérieures*




*Tableau 5 : Plan d'implantation des investigations antérieures*

# 7 SITUATION ADMINISTRATIVE DU SITE

Le site est référencé ICPE sous le régime de la déclaration pour son activité de décolletage. La rubrique concernée est 2560 : Travail mécanique des métaux et alliages (puissance machines 190 kW).

# 8 MISE EN OEUVRE DU DIAGNOSTIC COMPLEMENTARE

## 8.1 Stratégie d'investigations

L'objectif du présent diagnostic est de délimiter les extensions latérales et verticales des impacts en HCT et COHV identifiés lors des diagnostics précédents et de déterminer la qualité des milieux gaz de sol et eaux souterraines.

La localisation des sondages a été définie en tenant compte des polluants présents sur site, de la position du futur bâtiment, des zones qui seront concernées par des mouvements de terrain en phase travaux et de la présence de structures ou de réseaux enterrés.

## 8.2 Sécurité de l'intervention

Préalablement aux investigations de terrain, une déclaration conjointe (DT/DICT) a été transmise aux gestionnaires de réseaux enterrés concernés.

Afin de sécuriser les points de sondages extérieurs au bâtiment vis-à-vis des réseaux enterrés, la société AJMX est intervenue afin de valider l'implantation des sondages à l'aide d'un géoradar. En complément, un détecteur de réseaux électromagnétique a été utilisé par G ENVIRONNEMENT.

## 8.3 Programme d'investigations réalisé

Le programme réalisé est précisé dans le tableau ci-dessous :

| Milieux investigués | Caractéristique des investigations | | Observations éventuelles |
|---|---|---|---|
| | Nombre | Profondeur (m/TA) | |
| Sol | 1 | 6 | 14 sondages de sol et 60 prélèvements de sol |
| | 5 | 5 | |
| | 7 | 4 | |
| | 1 | 0,5 | |
| Gaz de sol | 3 | 0,20 m/dalle | 6 prélèvements d'air sous dalle |
| | 1 | 1,5 | 2 prélèvements de gaz de sol dans un piézair |
| Eaux souterraines | 5 | 6 | 5 piézomètres posés d'une profondeur totale d'environ 30 ml,<br>Le piézomètre existant, posé par EG SOL, a également été investigué. |

*Tableau 6 : Programme synthétique des investigations réalisées*

## 8.4 Investigations sur les sols (A200)

### 8.4.1 Réalisation des sondages

Les investigations sur les sols ont été réalisés selon les contraintes et la lithologie du terrain, soit à l'aide d'une tarière mécanique (sondages C1 et C5 à C13), soit à l'aide d'un carottier battu sous gaine (sondages C2 à C4), mis à disposition par la société ASTARUSCLE sous le pilotage de G ENVIRONNEMENT.

Vu la contrainte de passage de la foreuse, le sondage réalisé au droit de la zone de sol imprégnée a été réalisé à la tarière manuelle.

Ces investigations sur site ont été réalisées en référence aux normes suivantes :

- ISO 18400-102 « Choix et application des techniques d'échantillonnage » (Décembre 2017) ;
- ISO 18400-104 « Échantillonnage - Stratégie » (Octobre 2018) ;
- ISO 18400-203, « Investigation des sites potentiellement contaminés » (Octobre 2018).

Au total, 14 sondages ont été réalisés du 03/04/2025 au 05/04/2025 :

- 13 sondages, nommés CX- x m, où X correspond au numéro du sondage ;
- 1 sondage, nommé T1, qui correspond au sondage réalisé au droit de la zone de sol imprégné.

Il est à noter que la position de certains sondages a dû être modifiée, représentant ainsi des écarts par rapport au programme prévisionnel défini en concertation avec le MO et l'AMO :

- Par mesure de précaution, le sondage C1 a été décalé vers l'ouest à cause d'une anomalie inconnue détectée par le géoradar (réseau ou ouvrage non identifié) ;
- Le sondage C4 a été décalé pour le rapprocher au mieux de la zone remplie d'huiles en dessous du groupe froid ;
- Un prélèvement de sol supplémentaire a été réalisé au droit du sol imprégné à l'angle nord-est du bâtiment ;
- Les sondages C9, C10 et C11, initialement prévus dans le bâtiment, ont été décalés à l'extérieur, à cause de l'impossibilité de mise en station de la machine de forage due à l'entreposage de barres métalliques, que l'exploitant ne peut déplacer ;
- Le sondage C8 a été décalé vers le nord à cause du passage étroit à l'emplacement initial induisant un risque sur les machines de précision ;
- Le sondage C5, initialement prévu à 5 m, a été prolongé jusqu'à 6 m, suite à l'odeur importante rencontrée à 5 m ;
- Le sondage C10, initialement prévu à 4 m, a été prolongé jusqu'à 5 m, suite à l'odeur rencontrée à 4 m ;
- Un refus d'avancement a été rencontré à 0,5 m de profondeur au droit du sondage T1.

Un relevé GPS de précision centimétrique a été effectué sur les points de sondage par l'entreprise AJMX, dans le système LAMBERT93.

Les caractéristiques des sondages réalisés sont résumées dans le tableau ci-après :

| Sondage | Source potentielle de pollution | X (m) | Y (m) | Z (m NGF) | Profondeur prévisionnelle (m) | Profondeur atteinte (m) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| C1 | Zone présentant des odeurs HCT à l'est du transformateur + impacts ES10/S11/S13 | 963738,09 | 6558351,12 | 445,77 | 5 | 5 |
| C2 | Au nord des bennes à copeaux + impacts ES4/S10 | 963713,22 | 6558346,69 | 445,64 | 4 | 4 |
| C3 | Au nord des bennes à copeaux + impacts ES4/S10 | 963724,24 | 6558336,18 | 445,68 | 4 | 4 |
| C4 | Au nord des bennes à copeaux et à proximité de la zone de rétention d'huiles + impacts ES4/S10 | 963709,9 | 6558333,83 | 445,79 | 5 | 5 |
| C5 | Aire de lavage de copeaux + impacts S6 | 963699,71 | 6558321,87 | 445,72 | 5 | 6 |
| C6 | Zone grasse dans le locale loué | 963701,87 | 6558306,69 | 445,72 | 4 | 4 |
| C7 | Atelier machines et au plus proche de l'aire de lavage de copeaux | 963718,94 | 6558307,37 | 445,72 | 4 | 4 |
| C8 | | 963714,72 | 6558321,14 | 445,72 | 4 | 4 |
| C9 | Zone de stockage d'huiles + impacts S8 | 963745,03 | 6558286,31 | 445,72 | 4 | 4 |
| C10 | | 963755,17 | 6558294,72 | 445,72 | 4 | 5 |
| C11 | | 963754,2 | 6558289,64 | 445,72 | 5 | 5 |
| C12 | | 963752,3 | 6558284,86 | 445,81 | 4 | 4 |
| C13 | Zone grasse à l'angle sud-est du bâtiment + impacts ES9/ES7 | 963756,53 | 6558299,19 | 446,99 | 5 | 5 |
| T1 | Zone de sol imprégné au | 963758,13 | 6558320,32 | 445,78 | - | 0,5 (refus) |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | nord-est du bâtiment | | | | | |

*Tableau 7 : Caractéristiques des sondages réalisés*

Les photographies des sondages sont présentées en Annexe 14.9.

L'ensemble des sondages a été immédiatement rebouché avec les matériaux extraits directement après l'observation organoleptique et la prise d'échantillons, complétés au besoin, par de l'argile gonflante.

Pour les sondages sur enrobé, ils ont été rebouchés via un enrobé à froid compacté. Pour les sondages dans le bâtiment, ils ont été rebouchés avec du béton.

La localisation des sondages réalisés est présentée sur la figure suivante :




*Figure 15 : Localisation des sondages de sol réalisés*

### 8.4.2 Stratégie d'échantillonnage

La stratégie d'échantillonnage des sols a été adaptée au besoin de l'étude en fonction de la nature des informations recherchées. Pour cela la stratégie d'échantillonnage a consisté en un échantillonnage par tranche de 1 m, soit 60 échantillons de sol au total.

Les prélèvements ont été réalisés suivant la norme NF ISO 18400-102 (décembre 2017) : « Qualité du sol – Echantillonnage – Partie 102 : choix et application des techniques d'échantillonnage ». L'opérateur a changé de gants entre chaque prélèvement afin d'éviter toute contamination croisée.

L'ensemble des échantillons ainsi constitués a immédiatement été transféré dans des bocaux en verre à fermeture hermétique, d'une contenance minimale adaptée aux composés recherchés, puis stocké sur place entre 0 et 4 °C avant d'être confié au laboratoire WESSLING de SAINT-QUENTIN-FALLAVIER qui possède les accréditations nécessaires.

En parallèle, des mesures en PID pour la détection et la quantification de COV totaux (composés organiques volatils), ont également été réalisées pour chaque échantillon.

Les coupes techniques des sondages sont présentées en Annexe14.1 et précisent notamment la technique de foration, les lithologies observées, l'agencement des échantillons prélevés et les observations organoleptiques.

### 8.4.3 Programme analytique des sols

Le programme analytique a été établi en fonction des objectifs de l'étude, sur la base des informations disponibles et en particulier sur les sources potentielles de pollution identifiées sur site.

Le programme analytique général est synthétisé dans le tableau suivant :

| Sondage | Profondeur de l'échantillon prélevé (m) | Pack ISDI | HCT C10-C40 | COHV | HCT C5-C10 | Granulométrie |
|---|---|---|---|---|---|---|
| C1 | 0 - 1 m | X | | X | | |
| | 1 - 2 m | X | | X | | |
| | 2 - 3 m | X | | X | | |
| | 3 - 4 m | X | | X | | |
| | 4 - 5 m | X | | X | | |
| C2 | 0 - 1 m | | X | X | | |
| | 1 - 2 m | | X | X | | |
| | 2 - 3 m | | X | X | | |
| | 3 - 4 m | | X | X | | |
| C3 | 0 - 1 m | | X | X | X | |
| | 1 - 2 m | | X | X | X | X |
| | 2 - 3 m | | X | X | X | |
| | 3 - 4 m | | X | X | X | |
| C4 | 0 - 1 m | X | | X | | |
| | 1 - 2 m | X | | X | | |
| | 2 - 3 m | X | | X | | |
| | 3 - 4 m | X | | X | | |
| | 4 - 5 m | X | | X | | |
| C5 | 0 - 1 m | X | | X | | |
| | 1 - 2 m | X | | X | | |
| | 2 - 3 m | X | | X | | |
| | 3 - 4 m | X | | X | | |
| | 4 - 5 m | X | | X | | |
| | 5 - 6 m | X | | X | | |
| C6 | 0 - 1 m | | X | X | | |
| | 1 - 2 m | | X | X | | |
| | 2 - 3 m | | X | X | | |
| | 3 - 4 m | | X | X | | |
| C7 | 0 - 1 m | | X | X | | |
| | 1 - 2 m | | X | X | | |
| | 2 - 3 m | | X | X | | |
| | 3 - 4 m | | X | X | | |
| C8 | 0 - 1 m | | X | X | X | X |
| | 1 - 2 m | | X | X | X | |
| | 2 - 3 m | | X | X | X | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 3 - 4 m | | X | X | X | |
| C9 | 0 - 1 m | | X | X | | |
| | 1 - 2 m | | X | X | | |
| | 2 - 3 m | | X | X | | |
| | 3 - 4 m | | X | X | | |
| C10 | 0 - 1 m | | X | X | | |
| | 1 - 2 m | | X | X | | |
| | 2 - 3 m | | X | X | | |
| | 3 - 4 m | | X | X | | |
| | 4 - 5 m | | X | X | | |
| C11 | 0 - 1 m | X | | X | | |
| | 1 - 2 m | X | | X | | |
| | 2 - 3 m | X | | X | | |
| | 3 - 4 m | X | | X | | |
| C12 | 0 - 1 m | X | | X | | |
| | 1 - 2 m | X | | X | | |
| | 2 - 3 m | X | | X | | |
| | 3 - 4 m | X | | X | | |
| | 4 - 5 m | X | | X | | |
| C13 | 0 - 1 m | X | | X | | |
| | 1 - 2 m | X | | X | | |
| | 2 - 3 m | X | | X | | |
| | 3 - 4 m | X | | X | | |
| | 4 - 5 m | X | | X | | |
| T1 | 0 - 0,5 m | X | | X | | |

*Tableau 8 : Programme analytique des sols*

## 8.5 Investigations sur les eaux souterraines (A210)

### 8.5.1 Réalisation des piézomètres

L'implantation des piézomètres a été réalisée de manière à obtenir des informations complémentaires sur la qualité des eaux souterraines en amont et en aval du site, de confirmer le schéma des écoulements et de statuer sur l'état de la nappe sur l'ensemble du site.

Le piézomètre Pz2 a été décalé vers l'est à cause d'un refus sur dalle béton ou bloc rencontré à faible profondeur. Il a donc été posé à l'emplacement du sondage C12.

Au total, 5 nouveaux piézomètres (Pz1 à Pz5), d'une profondeur de 6 m, ont été posés dans la nappe alluviale de l'Arve. La foration et l'équipement des piézomètres ont été réalisées par la société ASTARUSCLE.

En raison de la mauvaise tenue des terrains, les piézomètres ont été forés à la tarière creuse en diamètre Ø220 jusqu'à environ 6 m de profondeur. Ils ont ensuite été équipés d'un tubage PVC alimentaire 52/60 mm, crépiné sur 3 m, soit jusqu'au niveau

de la nappe observé dans le piézomètre existant, puis d'un tubage lisse jusqu'en tête. L'espace annulaire a été comblé par un massif filtrant jusqu'à 1 m au-dessus de la crépine, surmonté d'un bouchon d'argile de 50 cm puis de ciment jusqu'en surface.

En tête, l'ensemble des ouvrages a été équipé d'un capot hors sol cadenassable et scellé dans une margelle bétonnée afin d'éviter la stagnation des eaux pluviales.

Suite à leur installation, les piézomètres ont été développés à l'aide d'une pompe immergée de type supertwister 12V jusqu'à ce que l'eau devienne claire.

Les 5 piézomètres ont fait l'objet d'un nivellement en m NGF (Nivellement Général de France) par un géomètre-expert de la société AJMX.

Les coupes techniques des piézomètres sont disponibles en Annexe 14.6.

Le tableau suivant résume les caractéristiques des nouveaux ouvrages et du piézomètre existant sur site (Pz6) :

| Ouvrages | Localisation | X (m) | Y (m) | Z (m NGF) | Diamètre int/ext (mm) | Profondeur (m) | Tube crépiné (m/TN) | Capot hors sol (m/TN) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Pz1 | Nord-est du bâtiment | 963757,94 | 6558313,93 | 445,79 | 52/60 | 5,95 | 2,95 -5,95 | +0,44 |
| Pz2 | Sud-est du bâtiment | 963752,3 | 6558284,86 | 445,81 | 52/60 | 6,40 | 3,40 -6,40 | + 0,50 |
| Pz3 | Sud-ouest de la parcelle | 963631,29 | 6558307,67 | 445,59 | 52/60 | 6,00 | 3,00 -6,00 | +0,44 |
| Pz4 | Nord-ouest de la parcelle | 963653,49 | 6558364,67 | 445,89 | 52/60 | 5,50 | 2,50 -5,50 | + 0,66 |
| Pz5 | Nord de la parcelle à proximité du transformateur | 963714,36 | 6558356,30 | 445,77 | 52/60 | 6,00 | 3,00 -6,00 | +0,60 |
| Pz6 | A proximité des bennes à copeaux | 963722,61 | 6558330,12 | 445,79 | 36/42 | 5,50 | 3,00 - 5,5 | 0 |

*Tableau 9 : Caractéristiques des piézomètres du site*

La figure suivante présente le plan de localisation des piézomètres au droit du site.




*Figure 16 : Localisation des piézomètres sur site*

### 8.5.2 Echantillonnage des eaux souterraines

Les prélèvements ont été réalisés par G ENVIRONNEMENT le 05/04/2025, soit plus de 24 heures après la pose du dernier piézomètre.

L'échantillonnage au droit de chaque piézomètre s'est effectué de l'amont vers l'aval dans l'ordre suivant : Pz1- Pz2 - Pz3 - Pz6 - Pz5 – Pz4.

Avant la purge du piézomètre, le contrôle de la présence d'une éventuelle couche flottante de produits purs (hydrocarbures ou autres) est réalisé à l'aide d'une sonde sonore interface. Dans le cadre de cette campagne, aucune couche flottante n'a été mise en évidence dans l'ensemble des piézomètres échantillonnés.

Avant échantillonnage, le niveau d'eau au droit de chaque piézomètre a été relevé et les piézomètres ont été purgés. Les paramètres physico-chimiques pH, température, conductivité, potentiel redox ont été relevés environ toutes les cinq minutes.

La purge et les prélèvements ont été réalisés avec de préleveurs jetables (baïlers) de contenance 1 L et 250 mL pour Pz6.

Un volume au moins équivalent à trois fois le volume présent au repos dans les piézomètres a été purgé préalablement à la prise d'échantillons. Les eaux de purge ont été rejetées dans le milieu naturel après passage par un filtre à charbon actif portatif.

Les prélèvements ont été réalisés selon la norme NF X 31-615 relative au prélèvement et à l'échantillonnage des eaux souterraines publié en décembre 2017

Afin de prévenir les risques de contamination croisée entre les ouvrages, un préleveur unique a été utilisé au droit de chaque ouvrage.

Les échantillons analysés pour les métaux ont fait l'objet d'une filtration sur le site lorsque c'était possible. Certains échantillons présentant trop de particules en suspension (colmatage du filtre) ont été envoyés sans filtration au laboratoire.

Un blanc de terrain et un blanc de transport ont été constitués à partir de flacons fournis par le laboratoire et remplis d'eau déminéralisée, en vue d'évaluer une éventuelle contamination croisée lors des prélèvements et/ou de l'acheminement des échantillons en laboratoire.

Les échantillons ont été conditionnés dans des flacons adaptés aux paramètres analysés transmis par le laboratoire d'analyse, soigneusement étiquetés dès leur conditionnement, et conservés dans une glacière entre 0 et 4°C jusqu'au laboratoire.

Les fiches de purge et de prélèvement des eaux souterraines sont fournies en Annexe14.7.

### 8.5.3 Programme analytique des eaux souterraines

Le programme analytique a pour objectif de déterminer la présence ou l'absence d'un impact sur la nappe superficielle au droit du site.

Un échantillon a été prélevé dans chaque ouvrage. Pour l'ensemble des piézomètres, les paramètres analysés sont les suivants : 8 métaux lourds / HCT /COHV / HAP / BTEX / PCB.

Les échantillons ont été analysés par le laboratoire WESSLING France à SAINT-QUENTIN-FALLAVIER (38), accrédité COFRAC.

## 8.6 Investigations sur les gaz de sol (A230)

Les investigations ont été réalisées sur la base des recommandations du « Guide pratique pour la caractérisation des gaz du sol et de l'air intérieur en lien avec une pollution des sols et/ou des eaux souterraines » (Novembre 2016), édité par le BRGM et l'INERIS. Elles avaient pour objectif de connaitre l'impact éventuel des contaminations des sols sur les gaz des sols.

### 8.6.1 Mise en place du piézair

Au total, 1 piézair a été mis en place par la société ASTARUSCLE, le 03/04/2025, au droit du sondage C3 réalisé à 4 m de profondeur. Il a été limité à 1,5 m de profondeur en raison de la proximité de la nappe d'eau souterraine. Le remblaiement du trou a été réalisé avec de la gravette jusqu'au-dessus de la zone saturée (entre 4,0 et 2 m de profondeur) et s'est poursuivi avec de la bentonite jusqu'au fond du piézair.

Le forage a été réalisé au carottier sous gaine et équipé d'un tube PEHD 25/32 mm. Le tube a été crépiné à une profondeur comprise entre 1,0 et 1,5 m. L'espace annulaire a été comblé par un massif filtrant au niveau du tube crépiné, surmonté d'un bouchon d'argile puis de ciment jusqu'en surface. L'ouvrage a été équipé d'un bouchon de tête étanche de manière à éviter toute interaction avec l'air extérieur et protégé avec une bouche à clé.

Les coordonnées GPS de l'ouvrage sont identiques à celles du sondage C3.

La coupe lithologique et technique de l'ouvrage est disponible en Annexe14.3.

### 8.6.2 Prélèvements de gaz du sol

Au total, 2 prélèvements de gaz du sol ont été réalisés le 05/04/2025 au droit du piézair Pza1.

Les prélèvements ont été réalisés selon le fascicule AFNOR relatif au prélèvement et à l'échantillonnage des gaz du sol en juillet 2017 (NF ISO 18400-204). Les prélèvements ont eu lieu 2 jours après l'installation des ouvrages afin de garantir le

séchage de l'équipement installé (en particulier la bentonite et le ciment), garantie d'une étanchéité de l'ouvrage.

Les prélèvements d'échantillons de gaz du sol ont été effectués au moyen de pompes bas débit spécifique à ce type de prélèvement (type Gilair 5©– débimètre électronique et GilairPlus).

Une purge préalable de 20 min a été réalisée à un débit d'environ 0,2 L/min avant prélèvement au droit du piézair de manière à purger par renouvellement de 5 volumes d'air présent dans l'ouvrage.

Les gaz du sol ont été prélevés sur un support ou cartouche adsorbante spécifique aux substances recherchées (charbon actif). La cartouche adsorbante comprend une plage de mesure et une plage de contrôle, afin de s'assurer de l'absence de saturation du support de prélèvement.

Le support de prélèvement a été protégé de la lumière et des rayons solaires avec du papier aluminium.

La ligne de prélèvement est la suivante : les cartouches adsorbantes ont été reliées aux piézairs via un tube en matériaux inertes (polyéthylène) plongé dans l'ouvrage et relié à une pompe (prélèvement actif). Un schéma représentant le dispositif de prélèvement est présenté sur la figure suivante.

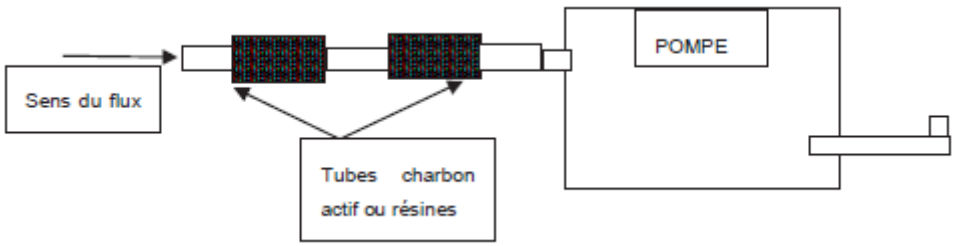



*Figure 17 : Schéma de principe du prélèvement actif*

### 8.6.3 Prélèvements d'air sous dalle

Au total, 6 prélèvements d'air sous dalle ont été réalisés entre le 04/04/2025 et le 05/04/2025 selon la technique "sub-slab".
La dalle a été traversée sur environ 10 cm à l'aide d'un perforateur équipé d'un foret de diamètre Ø22, puis le trou a été poursuivi dans le sol sur une profondeur de 20 à 25 cm sous la dalle avec un foret Ø16 . Un flexible inerte est mis en place dans le trou ainsi créé (sans entrer en contact avec les sols). L'espace annulaire est ensuite obturé avec un mélange de bentonite et de mortier à prise rapide sous forme de pâte.

A la fin du prélèvement, le trou réalisé est rebouché avec du ciment afin de réassurer l'étanchéité de la dalle.

Un test d'étanchéité est réalisé préalablement à la mesure afin de garantir que ce sont les gaz du sol qui sont prélevés. Les gaz du sol sont pompés à travers l'ouvrage et analysés au Gembio pour la mesure de $CH_4$, $H_2S$, $O_2$ et $CO_2$.

Une purge est également réalisée afin d'évacuer l'air stagnant dans la colonne de l'ouvrage réalisé, cette purge est réalisée jusqu'à stabilisation des COVs mesurés en continu au PID.
Le dispositif de prélèvement des échantillons d'air sous dalle est identique à celui décrit pour les prélèvements dans le piézair.

Les durées et débits de prélèvement sont adaptés aux objectifs de l'étude, en cohérence avec les limites de quantification adéquates au regard des critères de comparaison retenus pour l'interprétation des concentrations observées et de façon à être représentatifs d'une durée d'exposition suffisante. Vu les impacts identifiés dans les sols et de la saturation des COHV dans les supports de prélèvements de gaz de sol réalisés lors des précédentes études, il a été décédé d'effectuer un prélèvement supplémentaire pour chaque point de mesure avec un débit et un temps de pompage réduits (0,2 L/min en 60 minutes), afin de minimiser le risque de saturation de la cartouche.

Un **blanc de transport et un blanc de terrain** pour les gaz des sols a été effectué : il s'agit d'un support de prélèvement n'ayant pas servi au prélèvement, appartenant au même lot de fabrication que les supports utilisés lors de la campagne, et ayant été transporté sur site et envoyé à l'analyse. Les mêmes composes que ceux recherches pour les prélèvements de gaz des sols ont été analyses sur ces blancs.

Une fois la phase de prélèvement terminée, les tubes CA ont été obturés à chaque extrémité à l'aide de capuchons en polyéthylène. Les supports ont été étiquetés dès leur conditionnement et conservés dans une glacière entre 0 et 4 °C jusqu'au laboratoire. Les fiches de prélèvement des gaz du sol sont fournies en Annexe14.4.

Le tableau suivant présente les caractéristiques des points de prélèvement.

| Point de mesure | Echantillon | Ouvrage de prélèvement | X (m) | Y (m) | Z (m NGF) | Profondeur de prélèvement |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Pza1 | Pza1 | Piézair | 963724,24 | 6558336,18 | 445,68 | 1,50 m / TA |
| | Pza1' | | | | | |
| Asd2 | Asd2 | Air sous dalle | 963699,71 | 6558321,87 | 445,72 | 0,20 m / dalle |
| | Asd2' | | | | | |
| Asd3 | Asd3 | | 963719,19 | 6558316,73 | 445,72 | 0,20 m / dalle |
| | Asd3' | | | | | |
| Asd4 | Asd4 | | 963701,87 | 6558306,69 | 445,72 | 0,22 m / dalle |
| | Asd4' | | | | | |

*Tableau 10 : Caractéristiques des points de prélèvement de gaz de sol/air sous dalle*

La figure suivante présente le plan de localisation des points de prélèvement au droit du site.




*Figure 18 : Localisation des prélèvements de gaz du sol*

### 8.6.4 Programme analytique des gaz de sol

Les analyses en laboratoire ont été réalisées par le laboratoire WESSLING de SAINT-QUENTIN-FALLAVIER (38), accrédité par le COFRAC.

Le programme analytique est présenté dans le tableau suivant.

| Point de mesure | Echantillon | TPH C5-C16 + BTEXN | COHV | Débit de pompage (L/min) | Temps de prélèvement (min) | Support |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Pza1 | Pza1 | X | X | 0,5 | 300 | CA |
| | Pza1' | | X | 0,2 | 60 | CA |
| Asd2 | Asd2 | X | X | 0,5 | 300 | CA |
| | Asd2' | | X | 0,2 | 60 | CA |
| Asd3 | Asd3 | X | X | 0,5 | 300 | CA |
| | Asd3' | | X | 0,2 | 60 | CA |
| Asd4 | Asd4 | X | X | 0,5 | 300 | CA |
| | Asd4' | | X | 0,2 | 60 | CA |

*Tableau 11 : Paramètres des prélèvements*

*NB : après la réception des analyses, et avions constaté la non détection du chlorure de vinyle dans les échantillons Pza1', Asd2', Asd3' et Asd4' (prélèvements d'une heure à 0,2 L/min), nous avons pris l'initiative d'analyser les COHV, non prévus initialement, dans les échantillons Pza1, Asd2, Asd3 et Asd4, malgré l'incertitude qui en découlera à cause du délai de mise en analyse (prélèvements de 5 heures à 0,5 L/min). Ceci afin d'augmenter les chances de détecter l'ensemble des COHV.*

Le tableau suivant présente les durées de pompage à 0,5 L/min (débit recommandé par le laboratoire) qui permettent d'atteindre les limites de quantification nécessaires pour comparer les résultats d'analyses aux valeurs de référence présentées plus bas.

| Composés | LQ zone analytique (µg/support) | LQ couche contrôle | Seuil R1 à atteindre (mg/m³) | Débit de prélèvement (L/min) | Volume à prélever (L) | Calcul du temps de prélèvement (minutes) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Vinyle | 0,2 | 0,2 | 0,0026 | 0,5 | 153,8 | 153,8 |
| Aromatiques | 1 | 0,2 | 0,2 | 0,5 | 10,0 | 10,0 |
| Aliphatiques | 5 | 0,2 | 1 | 0,5 | 10,0 | 10,0 |
| cis-1,2-dichloroéthylène | 0,2 | 0,2 | 0,06 | 0,5 | 6,7 | 6,7 |
| 1,1,1-trichloroéthane | 0,2 | 0,2 | 1 | 0,5 | 0,4 | 0,4 |
| Trichloroéthylène | 0,2 | 0,2 | 0,01 | 0,5 | 40,0 | 40,0 |
| Tétrachloroéthylène | 0,2 | 0,2 | 0,25 | 0,5 | 1,6 | 1,6 |
| Dichlorométhane | 0,2 | 0,2 | 0,01 | 0,5 | 40,0 | 40,0 |
| Trichlorométhane | 0,2 | 0,2 | 0,063 | 0,5 | 6,3 | 6,3 |
| Tétrachlorométhane | 0,2 | 0,2 | 0,11 | 0,5 | 3,6 | 3,6 |
| Bromoforme | 0,2 | 0,2 | 0,009 | 0,5 | 44,4 | 44,4 |
| Benzène | 0,3 | 0,2 | 0,002 | 0,5 | 300,0 | 300,0 |
| Ethylbenzène | 0,3 | 0,2 | 1,5 | 0,5 | 0,4 | 0,4 |
| Toluène | 0,3 | 0,2 | 20 | 0,5 | 0,0 | 0,0 |
| Xylènes totaux | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,5 | 6,0 | 6,0 |

*Tableau 12 : Définition des temps et débits de prélèvement*

### 8.6.5 Conditions météorologiques

Les conditions météorologiques (pression atmosphérique, pluviométrie, taux d'humidité, température de l'air, …) peuvent engendrer des conditions majorantes ou minorantes pour le dégazage du sol et/ou des eaux souterraines.

Les données météorologiques issues des stations météorologiques de BONNEVILLE et THYEZ pour les 3 jours précédant le jour de prélèvement et les relevés météorologiques lors des prélèvements et du jour suivant, sont précisées dans le tableau suivant.

| Date | Température moyenne °C | Pluviométrie cumulée (mm) | Vitesse moyenne du vent (km/h) | Hygrométrie moyenne (%) | Pression maximale (hPa) | Pression minimale (hPa) | Pression moyenne (hPa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 01/04/2025 | 7,1 | 7,1 | 2,95 | 79 | 1 014,6 | 1 007,1 | 1 010,3 |
| 02/04/2025 | 10,1 | 0 | 2,65 | 62 | 1 014,5 | 1 007,1 | 1 011,2 |
| 03/04/2025 | 12,2 | 0 | 2,55 | 57 | 1 018 | 1 014,7 | 1 016,9 |
| 04/04/2025 | 12,2 | 0 | 2,54 | 57 | 1 017,3 | 1 012 | 1 014,4 |
| 05/04/2025 | 13,5 | 0 | 2,75 | 55 | 1 012,5 | 1 009,3 | 1 011 |

*Tableau 13 : Conditions météorologiques du 01/04/2025 au 05/04/2025*

En vert : conditions favorisant le dégazage
En rouge : conditions défavorables au dégazage
En gris : conditions neutres

Les conditions météorologiques lors du premier jour de prélèvement de gaz des sols sont globalement défavorables au dégazage des polluants depuis les sols, vers les gaz du sol et l'air ambiant. Dans ce contexte, les résultats obtenus peuvent être minorés.

Les conditions météorologiques lors du deuxième jour de prélèvement de gaz des sols sont globalement favorables au dégazage des polluants depuis les sols, vers les gaz du sol et l'air ambiant.

Les conditions sont rappelées ci-après :

- Température : condition défavorable < 4 à 10°C < condition favorable ;
- Pression atmosphérique : condition favorable < 1 013 hPa < condition défavorable ;
- Taux d'humidité : condition favorable < 75% < condition défavorable ;
- Pluie : pour les piézairs ne présentant pas de revêtement de surface imperméable, les précipitations sont défavorables au dégazage. La pluviométrie est favorable au dégazage dans les bâtiments et au droit des sols imperméabilisés,
- Vent faible : impact neutre sur le dégazage / Vent fort : condition favorable.

## 8.7 Résultats des investigations sur les sols

### 8.7.1 Observations de terrain

De manière générale, les relevés lithologiques ont mis en évidence la présence :

- D'un recouvrement de surface type enrobé, dalle bétonnée ou espace vert jusqu'à environ 0,30 m/TA ;
- Puis de limons sableux fins +/- graveleux jusqu'à environ 2,5 m de profondeur ;

- Puis de sable, graviers et ponctuellement des galets, avec quelques lentilles limoneuses jusqu'à 5-6 m.

La nappe d'eau souterraine a été rencontrée dans la globalité des sondages à des profondeurs variables comprises entre 2,5 m et 3,0 m/TA. Ces côtes correspondent à peu près au niveau statique mesuré dans le piézomètre existant. Nous sommes certainement en présence d'une nappe libre.

Le tableau suivant présente les principaux constats organoleptiques mis en évidence lors des investigations.

| Sondage | Echantillon | Couleur | Odeur (+, ++, +++) | PID (ppm) |
|---|---|---|---|---|
| C3 | 0 à 1 m | / | / | 2,3 |
| C3 | 1 à 2 m | / | / | 0,7 |
| C3 | 2 à 3 m | Sombre et humide | / | 0,7 |
| C3 | 3 à 4 m | Sombre et humide | / | 0,9 |
| C4 | 0 à 1 m | / | / | 0,3 |
| C4 | 1 à 2 m | Gris foncé et peu humide | + | 0 |
| C4 | 2 à 3 m | Gris foncé et peu humide | + | 0 |
| C4 | 3 à 4 m | Noir et humide | + | 0,4 |
| C4 | 4 à 5 m | Noir et humide + eau | + | 0,9 |
| C5 | 1 à 2 m | Gris | / | 19 |
| C5 | 2 à 3 m | Gris | +++ | 110 |
| C5 | 3 à 4 m | Gris et humide | +++ | 36 |
| C5 | 4 à 5 m | Gris et humide | +++ | 5,4 |
| C5 | 5 à 6 m | Gris et humide | +++ | 12 |
| C6 | 0 à 1 m | / | / | 1 |
| C6 | 1 à 2 m | / | / | 1,6 |
| C6 | 2 à 3 m | / | + | 1,6 |
| C6 | 3 à 4 m | Gris | ++ | 1,7 |
| C7 | 0 à 1 m | / | / | 0,7 |
| C7 | 1 à 2 m | / | / | 1,1 |
| C7 | 2 à 3 m | / | / | 1 |
| C7 | 3 à 4 m | Gris et très humide | / | 1,3 |
| C8 | 0 à 1 m | / | / | 1,8 |
| C8 | 1 à 2 m | Gris | / | 1,6 |
| C8 | 2 à 3 m | / | / | 1,4 |
| C8 | 3 à 4 m | Gris | / | 1,4 |
| C9 | 0 à 1 m | / | / | 1,3 |
| C9 | 1 à 2 m | / | / | 1,3 |
| C9 | 2 à 3 m | / | / | 1,3 |
| C9 | 3 à 4 m | / | / | 1,4 |
| C10 | 0 à 1 m | / | / | 0 |
| C10 | 1 à 2 m | Gris | + | 0 |
| C10 | 2 à 3 m | Gris | ++ | 0 |
| C10 | 3 à 4 m | Gris | + | 0 |
| C10 | 4 à 5 m | Gris | + | 0 |
| C11 | 0 à 1 m | / | / | 1,3 |
| C11 | 1 à 2 m | Gris | + | 1,4 |
| C11 | 2 à 3 m | Gris | ++ | 1,3 |
| C11 | 3 à 4 m | Gris | ++ | 0,7 |
| C11 | 4 à 5 m | Gris | ++ | 0,4 |
| T1 | 0 à 1 m | Noir | +++ | 0,6 |

*Tableau 14 : Principaux constats organoleptiques observés lors dans les échantillons de sol*

### 8.7.2 Analyses granulométriques

Dans le cadre de l'étude, des analyses granulométriques ont été réalisées sur les sols :

- Au droit des crépines du piézair, la granulométrie des sols pouvant avoir un impact significatif sur le dégazage des composés volatils ;
- A la première tranche de sols au droit de l'aire de lavage des copeaux, afin d'évaluer l'influence de la granulométrie sur la migration verticale de la pollution rencontrée plus en profondeur.

Au total 2 échantillons ont fait l'objet d'analyse granulométriques par le laboratoire WESSLING

Les analyses mettent en évidence une lithologie limono-sableuse fine de l'échantillon C8-1. L'échantillon C3- 2 m, présente quant à lui, une lithologie sablo-limoneuse plus grossière.

A noter cependant qu'environ 30% des grains de l'échantillon C3 - 2 m sont supérieurs à 2 mm (refus au tamis). Ceci peut s'expliquer par la nature plus graveleuse observée en profondeur.

Les résultats sont présentés ci-dessous

| **Echantillon** | **Unité** | **C3 – 2 m** | **C8 – 1 m** |
|---|---|---|---|
| **Profondeur** | | **1 – 2 m** | **0 – 1 m** |
| Argile (< 2 µm) | g/kg MS | 17,80 | 21,60 |
| Limons fins ( 2 à 20 µm) | g/kg MS | 129,70 | 268,80 |
| Limons grossiers ( 20 à 50 µm) | g/kg MS | 39,70 | 50,30 |
| Sables fins (50 à 200 µm) | g/kg MS | 159,40 | 496,50 |
| Sables grossiers (200 à 2000 µm) | g/kg MS | 349,20 | 133,40 |
| Fraction > 2 mm | g/kg MS | 304,20 | 29,50 |
| | | | |
| Argile (< 2 µm) | % | 2 | 2 |
| Limons fins ( 2 à 20 µm) | % | 13 | 27 |
| Limons grossiers ( 20 à 50 µm) | % | 4 | 5 |
| Sables fins (50 à 200 µm) | % | 16 | 50 |
| Sables grossiers (200 à 2000 µm) | % | 35 | 13 |
| Fraction > 2 mm | % | 30 | 3 |
| Lithologie | - | Sable limoneux | Limon sableux |

*Tableau 15 : Résultats des analyses granulométriques*

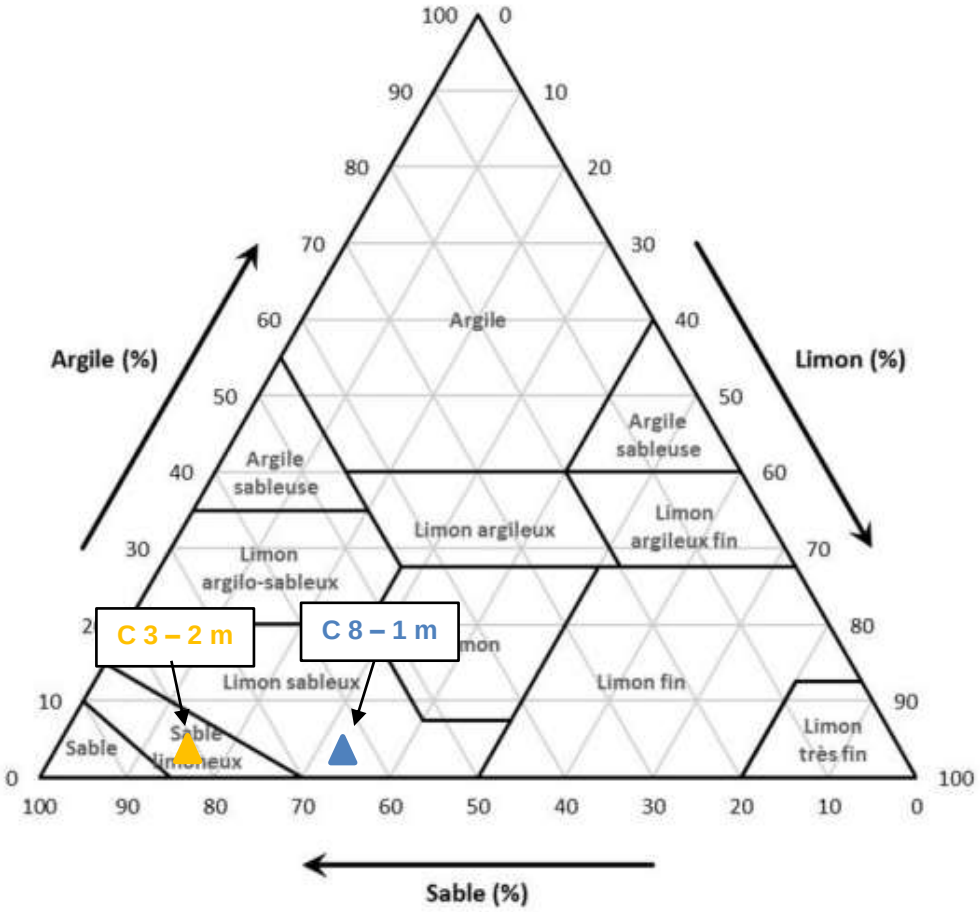



*Figure 19 : Triangle des textures*

### 8.7.3 Valeurs de référence retenues pour les sols

Il n'existe pas à ce jour de données publiées équivalentes aux métaux et métalloïdes au niveau national pour les composés organiques. La base de données BDSolU, propose des concentrations de centile 95 pour les composés organiques (HCT, HAP, PCB) pour les zones urbaines de la France entière. Elles seront utilisées par défaut à titre informatif.

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

### 8.7.4 Résultats d'analyses

Le code couleur utilisé dans les tableaux d'analyses ci-dessous est le suivant :

- En vert sont les paramètres non détectés, soit respectant les valeurs guide ou valeurs réglementaires si elles sont applicables.
- En jaune et rouge et les concentrations supérieures aux valeurs guide et/ou non conformes aux valeurs réglementaires, classées de façon croissante

Les critères seuils en : **Installation de Stockage des Déchets Inertes (ISDI)**, **Installation de Stockage des Déchets Non Dangereux (ISDND)** et **Installation de Stockage des Déchets Dangereux (ISDD)** sont, de la même manière, renseignés dans ce tableau.

| Sondage | | C1 | | | | | C2 | | | | C3 | | | | C4 | | | | | Valeur limite catégorie A1 (ISDI) | Valeur limite catégorie B1 (ISDND) | Valeur limite catégorie B2 (biotraitement) | Valeur limite catégorie C1 (ISDD) | Fond anthropique urbain (BDSolU) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Profondeur | m/TN | 0-1 | 1-2 | 2-3 | 3-4 | 4-5 | 0-1 | 1-2 | 2-3 | 3-4 | 0-1 | 1-2 | 2-3 | 3-4 | 0-1 | 1-2 | 2-3 | 3-4 | 4-5 | | | | | |
| Référence échantillon | | Aff4889 - C1 - 1m | Aff4889 - C1 - 2m | Aff4889 - C1 - 3m | Aff4889 - C1 - 4m | Aff4889 - C1 - 5m | Aff4889 - C2 - 1m | Aff4889 - C2 - 2m | Aff4889 - C2 - 3m | Aff4889 - C2 - 4m | Aff4889 - C3 - 1m | Aff4889 - C3 - 2m | Aff4889 - C3 - 3m | Aff4889 - C3 - 4m | Aff4889 - C4 - 1m | Aff4889 - C4 - 2m | Aff4889 - C4 - 3m | Aff4889 - C4 - 4m | Aff4889 - C4 - 5m | Arrêté du 12/12/2014 | Décision du 19/12/02 | Décision du 19/12/02 | Décision du 19/12/03 | |
| matière sèche | % massique | 83,6 | 82,9 | 86,8 | 83,6 | 88,5 | 76,2 | 75 | 96,3 | 90,5 | 81,5 | 90,8 | 76,1 | 85,7 | 95,9 | 77,2 | 74 | 88,5 | 87,7 | | | | | |
| COT* | mg/kg MS | 14700 | 13100 | 9230 | 9580 | 9700 | | | | | | | | | 13600 | 21500 | 42600 | 23200 | 6500 | 30000 | | | | |
| pH (H2O) | - | 9,1 | 9,8 | 9,1 | 9 | 9,3 | | | | | | | | | 9,2 | 8,6 | 8,5 | 9,1 | 9,1 | | | | | |
| température pour mes, pH | °C | 19 | 19 | 18,9 | 18,7 | 18,6 | | | | | | | | | 18,5 | 18,5 | 18,5 | 18,6 | 18,7 | | | | | |
| COMPOSES AROMATIQUES VOLATILS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Benzène | mg/kg MS | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | | | | | | | | | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | | | | | LQ |
| Toluène | mg/kg MS | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | | | | | | | | | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | | | | | LQ |
| Ethylbenzène | mg/kg MS | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | | | | | | | | | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | | | | | LQ |
| m,p-Xylène | mg/kg MS | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | | | | | | | | | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | | | | | LQ |
| o-Xylène | mg/kg MS | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | | | | | | | | | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | | | | | LQ |
| Cumène | mg/kg MS | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | | | | | | | | | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | | | | | LQ |
| m-, p-Ethyltoluène | mg/kg MS | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | | | | | | | | | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | | | | | LQ |
| Mésitylène | mg/kg MS | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | | | | | | | | | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | | | | | LQ |
| o-Ethyltoluène | mg/kg MS | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | | | | | | | | | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | | | | | LQ |
| Pseudocumène | mg/kg MS | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | | | | | | | | | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | | | | | LQ |
| BTEX total | mg/kg MS | -/- | -/- | -/- | -/- | -/- | | | | | | | | | -/- | -/- | -/- | -/- | -/- | 6 | 30 | 10000 | 200 | LQ |
| HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Naphtalène | mg/kg MS | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | | | | | | | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | | | 0,15 |
| Acénaphtylène | mg/kg MS | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | | | | | | | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | | | 0,16 |
| Acénaphtène | mg/kg MS | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | | | | | | | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | | | 0,15 |
| Fluorène | mg/kg MS | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | | | | | | | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | | | 0,15 |
| Phénanthrène | mg/kg MS | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | | | | | | | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | | | 0,89 |
| Anthracène | mg/kg MS | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | | | | | | | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | | | 0,4 |
| Fluoranthène | mg/kg MS | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | | | | | | | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | | | 2,8 |
| Pyrène | mg/kg MS | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | | | | | | | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | | | 2,3 |
| Benzo(a)anthracène | mg/kg MS | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | | | | | | | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | | | 1,1 |
| Chrysène | mg/kg MS | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | | | | | | | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | | | 1,3 |
| Benzo(b)fluoranthène | mg/kg MS | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | | | | | | | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | | | 1,7 |
| Benzo(k)fluoranthène | mg/kg MS | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | | | | | | | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | | | 0,84 |
| Benzo(a)pyrène | mg/kg MS | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | | | | | | | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | | | 1,4 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Dibenzo(a,h)anthracène | mg/kg MS | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | | | | | | | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | | | 0,24 |
| Benzo(g,h,i)pérylène | mg/kg MS | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | | | | | | | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | | | 1,1 |
| Indéno(1,2,3-cd)pyrène | mg/kg MS | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | | | | | | | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | | | 1,2 |
| Somme 16 HAP (EPA) | mg/kg MS | -/- | -/- | -/- | -/- | -/- | | | | | | | | | -/- | -/- | -/- | -/- | -/- | 50 | 500 | 5000 | 500 | 14,69 |
| COMPOSES ORGANO HALOGENES VOLATILS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tétrachloroéthylène | mg/kg MS | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | | | | | LQ |
| Trichloroéthylène | mg/kg MS | <0,1 | 0,24 | 0,46 | 0,48 | 0,23 | 0,39 | 0,13 | 0,62 | 0,44 | 0,12 | 0,33 | 0,13 | <0,1 | 0,73 | 1,3 | 2,2 | 2 | 0,57 | | | | | LQ |
| cis-1,2-Dichloroéthène | mg/kg MS | <0,1 | <0,1 | 0,23 | 0,24 | 0,11 | 0,52 | 0,27 | 0,42 | 0,44 | <0,1 | <0,1 | 1,6 | 0,12 | <0,1 | 6,2 | 0,41 | 11 | 2,5 | | | | | LQ |
| Trans-1,2-Dichloroéthylène | mg/kg MS | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | 0,23 | <0,1 | | | | | LQ |
| 1,1-Dichloroéthylène | mg/kg MS | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | | | | | LQ |
| Chlorure de Vinyle | mg/kg MS | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | 0,34 | | | | | LQ |
| 1,1,1-Trichloroéthane | mg/kg MS | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | | | | | LQ |
| 1,1-Dichloroéthane | mg/kg MS | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | | | | | LQ |
| Tétrachlorométhane | mg/kg MS | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | | | | | LQ |
| Trichlorométhane | mg/kg MS | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | | | | | LQ |
| Dichlorométhane | mg/kg MS | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | | | | | LQ |
| Somme des COHV | mg/kg MS | -/- | 0,24 | 0,69 | 0,72 | 0,34 | 0,92 | 0,4 | 1,0 | 0,88 | 0,12 | 0,33 | 1,7 | 0,12 | 0,73 | 7,5 | 2,6 | 13 | 3,4 | | | | | LQ |
| POLYCHLOROBIPHENYLES (PCB) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PCB 28 | mg/kg MS | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | | | | | | | | | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | | | | | 0,02 |
| PCB 52 | mg/kg MS | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | | | | | | | | | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | | | | | 0,02 |
| PCB 101 | mg/kg MS | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | | | | | | | | | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | | | | | 0,02 |
| PCB 118 | mg/kg MS | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | | | | | | | | | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | | | | | 0,02 |
| PCB 138 | mg/kg MS | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | | | | | | | | | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | | | | | 0,021 |
| PCB 153 | mg/kg MS | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | | | | | | | | | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | | | | | 0,018 |
| PCB 180 | mg/kg MS | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | | | | | | | | | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | | | | | 0,02 |
| PCB totaux (7) | mg/kg MS | -/- | -/- | -/- | -/- | -/- | | | | | | | | | -/- | -/- | -/- | -/- | -/- | 1 | 50 | 50 | 50 | 0,139 |
| HYDROCARBURES TOTAUX | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fraction C10-C12 | mg/kg MS | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | | | | | |
| Fraction C12-C16 | mg/kg MS | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | | | | | |
| Fraction C16-C21 | mg/kg MS | <20 | <20 | 130 | 85 | 100 | <20 | <20 | <20 | 29 | <20 | <20 | <20 | <20 | 78 | <20 | 30 | <20 | <20 | | | | | |
| Fraction C21-C35 | mg/kg MS | <20 | 25 | 860 | 570 | 690 | 71 | <20 | <20 | 280 | <20 | <20 | <20 | 39 | 470 | <20 | 230 | 120 | 98 | | | | | |
| Fraction C35-C40 | mg/kg MS | <20 | <20 | 46 | 31 | 36 | <20 | <20 | <20 | 46 | <20 | <20 | <20 | <20 | 93 | <20 | 39 | 23 | <20 | | | | | |
| Hydrocarbures totaux C10-C40 | mg/kg MS | <20 | 35 | 1 100 | 720 | 850 | 100 | 28 | 26 | 350 | <20 | <20 | <20 | 54 | 650 | 31 | 310 | 170 | 110 | 500 | 5000 | 10000 | 50000 | 110 |
| Hydrocarbures C5-C10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Somme des C5 | mg/kg MS | | | | | | | | | | <1,5 | <1,5 | <1,5 | <1,5 | | | | | | | | | | LQ |
| Somme des C6 | mg/kg MS | | | | | | | | | | <1,5 | <1,5 | <1,5 | <1,5 | | | | | | | | | | LQ |
| Somme des C7 | mg/kg MS | | | | | | | | | | <1,5 | <1,5 | <1,5 | <1,5 | | | | | | | | | | LQ |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Somme des C8 | mg/kg MS | | | | | | | | | | 9,82 | <1,5 | <1,5 | <1,5 | | | | | | | | | LQ |
| Somme des C9 | mg/kg MS | | | | | | | | | | <1,5 | <1,5 | <1,5 | <1,5 | | | | | | | | | LQ |
| Somme des C10 | mg/kg MS | | | | | | | | | | <1,5 | <1,5 | <1,5 | <1,5 | | | | | | | | | LQ |
| Indice hydrocarbure (C5-C10) | mg/kg MS | | | | | | | | | | <10,0 | <10,0 | <10,0 | <10,0 | | | | | | | | | LQ |

| Sondage | | C5 | | | | | | C6 | | | | C7 | | | | C8 | | | | Valeur limite catégorie A1 (ISDI) | Valeur limite catégorie B1 (ISDND) | Valeur limite catégorie B2 (biotraitement) | Valeur limite catégorie C1 (ISDD) | Fond anthropique urbain |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Profondeur | m/TN | 0-1 | 1-2 | 2-3 | 3-4 | 4-5 | 5-6 | 0-1 | 1-2 | 2-3 | 3-4 | 0-1 | 1-2 | 2-3 | 3-4 | 0-1 | 1-2 | 2-3 | 3-4 | | | | | |
| Référence échantillon | Unité | Aff4889 - C5 - 1m | Aff4889 - C5 - 2m | Aff4889 - C5 - 3m | Aff4889 - C5 - 4m | Aff4889 - C5 - 5m | Aff4889 - C5 - 6m | Aff4889 - C6 - 1m | Aff4889 - C6 - 2m | Aff4889 - C6 - 3m | Aff4889 - C6 - 4m | Aff4889 - C7 - 1m | Aff4889 - C7 - 2m | Aff4889 - C7 - 3m | Aff4889 - C7 - 4m | Aff4889 - C8 - 1m | Aff4889 - C8 - 2m | Aff4889 - C8 - 3m | Aff4889 - C8 - 4m | Arrêté du 12/12/2014 | Décision du 19/12/02 | Décision du 19/12/02 | Décision du 19/12/03 | |
| matière sèche | % massique | 88,7 | 74,7 | 78,5 | 81,3 | 90,6 | 82,1 | 79,4 | 92,3 | 91,7 | 86,3 | 79 | 91,6 | 92,3 | 89,4 | 81,8 | 85 | 92,9 | 88,2 | | | | | |
| COT* | mg/kg MS | 9320 | 27300 | 29400 | 11400 | 75700 | 12300 | | | | | | | | | | | | | 30000 | | | | |
| pH (H2O) | - | 8,8 | 8,3 | 8,4 | 8,7 | 9,1 | 8,7 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| température pour mes, pH | °C | 18,8 | 19,1 | 19,4 | 19,5 | 19,4 | 19,7 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| COMPOSES AROMATIQUES VOLATILS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Benzène | mg/kg MS | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | LQ |
| Toluène | mg/kg MS | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | LQ |
| Ethylbenzène | mg/kg MS | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| m,p-Xylène | mg/kg MS | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| o-Xylène | mg/kg MS | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,2 | <0,2 | <0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cumène | mg/kg MS | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| m-, p-Ethyltoluène | mg/kg MS | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mésitylène | mg/kg MS | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | LQ |
| o-Ethyltoluène | mg/kg MS | <0,1 | <0,1 | <0,1 | 0,12 | <0,1 | <0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | LQ |
| Pseudocumène | mg/kg MS | <0,1 | <0,1 | <0,1 | 0,25 | 0,11 | <0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | LQ |
| BTEX total | mg/kg MS | -/- | -/- | -/- | 0,37 | 0,11 | -/- | | | | | | | | | | | | | 6 | 30 | 10000 | 200 | LQ |
| HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Naphtalène | mg/kg MS | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,15 |
| Acénaphtylène | mg/kg MS | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,16 |
| Acénaphtène | mg/kg MS | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,15 |
| Fluorène | mg/kg MS | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,15 |
| Phénanthrène | mg/kg MS | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,89 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Anthracène | mg/kg MS | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | | | | | | | | | | | | | | 0,4 |
| Fluoranthène | mg/kg MS | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | | | | | | | | | | | | | | 2,8 |
| Pyrène | mg/kg MS | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | | | | | | | | | | | | | | 2,3 |
| Benzo(a)anthracène | mg/kg MS | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | | | | | | | | | | | | | | 1,1 |
| Chrysène | mg/kg MS | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | | | | | | | | | | | | | | 1,3 |
| Benzo(b)fluoranthène | mg/kg MS | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | | | | | | | | | | | | | | 1,7 |
| Benzo(k)fluoranthène | mg/kg MS | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | | | | | | | | | | | | | | 0,84 |
| Benzo(a)pyrène | mg/kg MS | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | | | | | | | | | | | | | | 1,4 |
| Dibenzo(a,h)anthracène | mg/kg MS | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | | | | | | | | | | | | | | 0,24 |
| Benzo(g,h,i)pérylène | mg/kg MS | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | | | | | | | | | | | | | | 1,1 |
| Indéno(1,2,3-cd)pyrène | mg/kg MS | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | | | | | | | | | | | | | | 1,2 |
| Somme 16 HAP (EPA) | mg/kg MS | -/- | -/- | -/- | -/- | -/- | -/- | | | | | | | | | | | | | 50 | 500 | 5000 | 500 | 14,69 |
| COMPOSES ORGANO HALOGENES VOLATILS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tétrachloroéthylène | mg/kg MS | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | | | | | LQ |
| Trichloroéthylène | mg/kg MS | 0,68 | 0,4 | 0,25 | 0,25 | 0,22 | <0,1 | <0,1 | 0,22 | 0,22 | 0,23 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | 0,24 | <0,2 | 0,11 | <0,2 | | | | | LQ |
| cis-1,2-Dichloroéthène | mg/kg MS | 0,9 | 3,6 | 2,7 | 7,9 | 3,3 | 6 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | | | | | LQ |
| Trans-1,2-Dichloroéthylène | mg/kg MS | <0,1 | 0,54 | 0,51 | 0,37 | <0,2 | 0,24 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | | | | | LQ |
| 1,1-Dichloroéthylène | mg/kg MS | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | | | | | LQ |
| Chlorure de Vinyle | mg/kg MS | <0,1 | 0,54 | 0,89 | 1,4 | 0,44 | 0,97 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | | | | | LQ |
| 1,1,1-Trichloroéthane | mg/kg MS | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | | | | | LQ |
| 1,1-Dichloroéthane | mg/kg MS | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | | | | | LQ |
| Tétrachlorométhane | mg/kg MS | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | | | | | LQ |
| Trichlorométhane | mg/kg MS | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | | | | | LQ |
| Dichlorométhane | mg/kg MS | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | | | | | LQ |
| Somme des COHV | mg/kg MS | 1,6 | 5,1 | 4,3 | 9,8 | 4,0 | 7,2 | -/- | 0,22 | 0,22 | 0,23 | -/- | -/- | -/- | -/- | 0,24 | -/- | 0,11 | -/- | | | | | LQ |
| POLYCHLOROBIPHENYLES (PCB) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PCB 28 | mg/kg MS | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | | | | | | | | | | | | | | | | 0,02 |
| PCB 52 | mg/kg MS | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | | | | | | | | | | | | | | | | 0,02 |
| PCB 101 | mg/kg MS | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | | | | | | | | | | | | | | | | 0,02 |
| PCB 118 | mg/kg MS | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | | | | | | | | | | | | | | | | 0,02 |
| PCB 138 | mg/kg MS | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | | | | | | | | | | | | | | | | 0,021 |
| PCB 153 | mg/kg MS | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | | | | | | | | | | | | | | | | 0,018 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PCB 180 | mg/kg MS | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | | | | | | | | | | | | | | | | 0,02 |
| PCB totaux (7) | mg/kg MS | -/- | -/- | -/- | -/- | -/- | -/- | | | | | | | | | | | | 1 | 50 | 50 | 50 | 0,139 |
| HYDROCARBURES TOTAUX | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fraction C10-C12 | mg/kg MS | 24 | 75 | 640 | 330 | 210 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | | | | |
| Fraction C12-C16 | mg/kg MS | <20 | <20 | 78 | 43 | 30 | <20 | <20 | <20 | 48 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | | | | |
| Fraction C16-C21 | mg/kg MS | 24 | 64 | 500 | 300 | 180 | <20 | <20 | <20 | 520 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | | | | |
| Fraction C21-C35 | mg/kg MS | 210 | 540 | 4 200 | 2 300 | 1 400 | 110 | 99 | 92 | 4 300 | 140 | 150 | 62 | 48 | 96 | 28 | <20 | <20 | 56 | | | | |
| Fraction C35-C40 | mg/kg MS | <20 | 33 | 250 | 150 | 89 | <20 | <20 | <20 | 320 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | | | | |
| Hydrocarbures totaux C10-C40 | mg/kg MS | 270 | 710 | 5 600 | 3 200 | 2 000 | 130 | 110 | 110 | 5 100 | 160 | 180 | 74 | 57 | 110 | 33 | <20 | <20 | 66 | 500 | 5000 | 10000 | 50000 | 110 |
| Hydrocarbures C5-C10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Somme des C5 | mg/kg MS | | | | | | | | | | | | | | | <1,5 | <1,5 | <1,5 | <1,5 | | | | LQ |
| Somme des C6 | mg/kg MS | | | | | | | | | | | | | | | <1,5 | <1,5 | <1,5 | <1,5 | | | | LQ |
| Somme des C7 | mg/kg MS | | | | | | | | | | | | | | | <1,5 | <1,5 | <1,5 | <1,5 | | | | LQ |
| Somme des C8 | mg/kg MS | | | | | | | | | | | | | | | <1,5 | <1,5 | <1,5 | <1,5 | | | | LQ |
| Somme des C9 | mg/kg MS | | | | | | | | | | | | | | | <1,5 | <1,5 | <1,5 | <1,5 | | | | LQ |
| Somme des C10 | mg/kg MS | | | | | | | | | | | | | | | <1,5 | <1,5 | <1,5 | <1,5 | | | | LQ |
| Indice hydrocarbure (C5-C10) | mg/kg MS | | | | | | | | | | | | | | | <10,0 | <10,0 | <10,0 | <10,0 | | | | LQ |

| Sondage | | C9 | | | | C10 | | | | | C11 | | | | | C12 | | | | C13 | | | | | T1 | Valeur limite catégorie A1 (ISDI) | Valeur limite catégorie B1 (ISDND) | Valeur limite catégorie B2 (biotraitement) | Valeur limite catégorie C1 (ISDD) | Fond anthropique urbain |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Profondeur | m/TN | 0-1 | 1-2 | 2-3 | 3-4 | 0-1 | 1-2 | 2-3 | 3-4 | 4-5 | 0-1 | 1-2 | 2-3 | 3-4 | 4-5 | 0-1 | 1-2 | 2-3 | 3-4 | 0-1 | 1-2 | 2-3 | 3-4 | 4-5 | 0-0,5 | | | | |
| Référence échantillon | Unité | Aff4889 - C9 - 1m | Aff4889 - C9 - 2m | Aff4889 - C9 - 3m | Aff4889 - C9 - 4m | Aff4889 - C10 - 1m | Aff4889 - C10 - 2m | Aff4889 - C10 - 3m | Aff4889 - C10 - 4m | Aff4889 - C10 - 5m | Aff4889 - C11 - 1m | Aff4889 - C11 - 2m | Aff4889 - C11 - 3m | Aff4889 - C11 - 4m | Aff4889 - C11 - 5m | Aff4889 - C12 - 1m | Aff4889 - C12 - 2m | Aff4889 - C12 - 3m | Aff4889 - C12 - 4m | Aff4889 - C13 - 1m | Aff4889 - C13 - 2m | Aff4889 - C13 - 3m | Aff4889 - C13 - 4m | Aff4889 - C13 - 5m | Aff4889 - T1 | Arrêté du 12/12/2014 | Décision du 19/12/02 | Décision du 19/12/02 | Décision du 19/12/03 | |
| matière sèche | % massique | 80,2 | 87,2 | 89,4 | 91,4 | 77,9 | 84,3 | 86,5 | 86,5 | 85,3 | 81,1 | 82,6 | 90,1 | 89,2 | 87,6 | 83,8 | 78,4 | 81,6 | 88,1 | 76 | 78,5 | 91,7 | 85,2 | 90,2 | 94,5 | | | | | |
| COT* | mg/kg MS | | | | | | | | | | 15500 | 14300 | 4950 | 2810 | 6800 | | | | | 19000 | 11200 | 6070 | 8180 | 5780 | 53300 | 30000 | | | | |
| pH (H2O) | - | | | | | | | | | | 8,5 | 8,5 | 9,2 | 9 | 9 | | | | | 8,5 | 8,5 | 9 | 9,1 | 9,4 | 8,3 | | | | | |
| température pour mes, pH | °C | | | | | | | | | | 19,8 | 19,7 | 19,7 | 19,6 | 19,5 | | | | | 19,7 | 19,7 | 19,8 | 20 | 19,9 | 20 | | | | | |
| COMPOSES AROMATIQUES VOLATILS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Benzène | mg/kg MS | | | | | | | | | | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | | | | | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | | | | LQ |
| Toluène | mg/kg MS | | | | | | | | | | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | | | | | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | | | | LQ |
| Ethylbenzène | mg/kg MS | | | | | | | | | | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | | | | | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | | | | |
| m,p-Xylène | mg/kg MS | | | | | | | | | | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | | | | | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| o-Xylène | mg/kg MS | | | | | | | | | | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | | | | | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | | | | |
| Cumène | mg/kg MS | | | | | | | | | | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | | | | | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | | | | |
| m-, p-Ethyltoluène | mg/kg MS | | | | | | | | | | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | | | | | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | | | | |
| Mésitylène | mg/kg MS | | | | | | | | | | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | | | | | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | | | | LQ |
| o-Ethyltoluène | mg/kg MS | | | | | | | | | | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | | | | | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | | | | LQ |
| Pseudocumène | mg/kg MS | | | | | | | | | | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | | | | | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | | | | LQ |
| BTEX total | mg/kg MS | | | | | | | | | | -/- | -/- | -/- | -/- | -/- | | | | | -/- | -/- | -/- | -/- | -/- | -/- | 6 | 30 | 10000 | 200 | LQ |
| HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Naphtalène | mg/kg MS | | | | | | | | | | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | | | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | | 0,15 |
| Acénaphtylène | mg/kg MS | | | | | | | | | | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | | | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,06 | | | | 0,16 |
| Acénaphtène | mg/kg MS | | | | | | | | | | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | | | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | | 0,15 |
| Fluorène | mg/kg MS | | | | | | | | | | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | | | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | | 0,15 |
| Phénanthrène | mg/kg MS | | | | | | | | | | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | | | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | | 0,89 |
| Anthracène | mg/kg MS | | | | | | | | | | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | | | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | | 0,4 |
| Fluoranthène | mg/kg MS | | | | | | | | | | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | | | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | | 2,8 |
| Pyrène | mg/kg MS | | | | | | | | | | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | | | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | | 2,3 |
| Benzo(a)anthracène | mg/kg MS | | | | | | | | | | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | | | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | | 1,1 |
| Chrysène | mg/kg MS | | | | | | | | | | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | | | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | | 1,3 |
| Benzo(b)fluoranthène | mg/kg MS | | | | | | | | | | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | | | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | | 1,7 |
| Benzo(k)fluoranthène | mg/kg MS | | | | | | | | | | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | | | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | | 0,84 |
| Benzo(a)pyrène | mg/kg MS | | | | | | | | | | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | | | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | | 1,4 |
| Dibenzo(a,h)anthracène | mg/kg MS | | | | | | | | | | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | | | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | | 0,24 |
| Benzo(g,h,i)pérylène | mg/kg MS | | | | | | | | | | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | | | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | | 1,1 |
| Indéno(1,2,3-cd)pyrène | mg/kg MS | | | | | | | | | | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | | | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | | 1,2 |
| Somme 16 HAP (EPA) | mg/kg MS | | | | | | | | | | -/- | -/- | -/- | -/- | -/- | | | | | -/- | -/- | -/- | -/- | -/- | -/- | 50 | 500 | 5000 | 500 | 14,69 |
| COMPOSES ORGANO HALOGENES VOLATILS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tétrachloroéthylène | mg/kg MS | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | | | | LQ |
| Trichloroéthylène | mg/kg MS | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | | | | LQ |
| cis-1,2-Dichloroéthène | mg/kg MS | <0,1 | <0,1 | <0,1 | 0,22 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | 0,11 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | | | | LQ |
| Trans-1,2-Dichloroéthylène | mg/kg MS | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | | | | LQ |
| 1,1-Dichloroéthylène | mg/kg MS | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | | | | LQ |
| Chlorure de Vinyle | mg/kg MS | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | | | | LQ |
| 1,1,1-Trichloroéthane | mg/kg MS | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | | | | LQ |
| 1,1-Dichloroéthane | mg/kg MS | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | | | | LQ |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tétrachlorométhane | mg/kg MS | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | | | | | LQ |
| Trichlorométhane | mg/kg MS | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | | | | | LQ |
| Dichlorométhane | mg/kg MS | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | | | | | LQ |
| Somme des COHV | mg/kg MS | -/- | -/- | -/- | 0,22 | -/- | -/- | -/- | -/- | -/- | -/- | -/- | -/- | -/- | -/- | -/- | -/- | -/- | -/- | 0,11 | -/- | -/- | -/- | -/- | -/- | | | | | LQ |
| POLYCHLOROBIPHENYLES (PCB) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PCB 28 | mg/kg MS | | | | | | | | | | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | | | | | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | | | | | 0,02 |
| PCB 52 | mg/kg MS | | | | | | | | | | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | | | | | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | | | | | 0,02 |
| PCB 101 | mg/kg MS | | | | | | | | | | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | | | | | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | | | | | 0,02 |
| PCB 118 | mg/kg MS | | | | | | | | | | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | | | | | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | | | | | 0,02 |
| PCB 138 | mg/kg MS | | | | | | | | | | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | | | | | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | | | | | 0,021 |
| PCB 153 | mg/kg MS | | | | | | | | | | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | | | | | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | | | | | 0,018 |
| PCB 180 | mg/kg MS | | | | | | | | | | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | | | | | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | | | | | 0,02 |
| PCB totaux (7) | mg/kg MS | | | | | | | | | | -/- | -/- | -/- | -/- | -/- | | | | | -/- | -/- | -/- | -/- | -/- | -/- | 1 | 50 | 50 | 50 | 0,139 |
| HYDROCARBURES TOTAUX | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fraction C10-C12 | mg/kg MS | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <200 | | | | | |
| Fraction C12-C16 | mg/kg MS | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | 27 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <200 | | | | | |
| Fraction C16-C21 | mg/kg MS | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | 120 | 87 | 46 | 30 | 230 | 110 | 63 | 61 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | 41 | 36 | <20 | 1 400 | | | | | |
| Fraction C21-C35 | mg/kg MS | <20 | <20 | 130 | <20 | <20 | <20 | 2 800 | 2 200 | 1 100 | 690 | 5 000 | 2 700 | 1 500 | 1 400 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | 1 100 | 920 | 170 | 33 000 | | | | | |
| Fraction C35-C40 | mg/kg MS | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | 75 | 59 | 33 | <20 | 120 | 70 | 36 | 34 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | 26 | <20 | <20 | 3 800 | | | | | |
| Hydrocarbures totaux C10-C40 | mg/kg MS | <20 | <20 | 160 | <20 | <20 | <20 | 3 000 | 2 400 | 1 200 | 740 | 5 300 | 2 900 | 1 600 | 1 500 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | 1 200 | 970 | 180 | 37 000 | 500 | 5000 | 10000 | 50000 | 110 |
| Hydrocarbures C5-C10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Somme des C5 | mg/kg MS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | LQ |
| Somme des C6 | mg/kg MS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | LQ |
| Somme des C7 | mg/kg MS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | LQ |
| Somme des C8 | mg/kg MS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | LQ |
| Somme des C9 | mg/kg MS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | LQ |
| Somme des C10 | mg/kg MS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | LQ |
| Indice hydrocarbure (C5-C10) | mg/kg MS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | LQ |

*Tableau 16 : Résultats d'analyses des sols*

Notes spécifiques pour les critères ISDI :

* COT sur brut : une valeur limite plus élevée peut être admise, à condition que la valeur limite de 500 mg/kg de matière sèche soit respectée pour le carbone organique total sur éluât, soit au pH du sol, soit pour un pH situé entre 7,5 et 8,0.

** COT sur éluât : la valeur limite de 500 mg/kg s'applique pour l'analyse du COT sur éluât à sa propre valeur de pH, ou à un pH compris entre 7,5 et 8,0

*** Si le déchet ne respecte pas au moins une des valeurs fixées pour le chlorure, le sulfate ou la fraction soluble, le déchet peut être encore jugé conforme aux critères d'admission s'il respecte soit les valeurs associées au chlorure et au sulfate, soit celle associée à la fraction soluble.

Valeurs de référence Critères ISDI (1)

° Si le déchet ne respecte pas cette valeur pour le sulfate, il peut être encore jugé conforme aux critères d'admission si la lixiviation ne dépasse pas les valeurs suivantes : 1500 mg/l à un ratio L/S = 0,1 l/kg et 6000 mg/kg de matière sèche à un ratio L/S = 10 l/kg. Il est nécessaire d'utiliser l'essai de percolation NF CEN/TS 14405 pour déterminer la valeur lorsque L/S = 0,1 l/kg dans les conditions d'équilibre initial ; la valeur correspondant à L/S = 10 l/kg peut être déterminée par un essai de lixiviation NF EN 12457-2 ou par un essai de percolation NF CEN/TS 14405 dans des conditions approchant l'équilibre local.

| Sondage | | C1 | | | | | C4 | | | | | Valeur limite catégorie A1 (ISDI) | Valeur limite catégorie B1 (ISDND) | Valeur limite catégorie C1 (ISDD) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Profondeur | m/TN | 0-1 | 1-2 | 2-3 | 3-4 | 4-5 | 0-1 | 1-2 | 2-3 | 3-4 | 4-5 | | | |
| Référence échantillon | Unité | Aff4889 - C1 - 1m | Aff4889 - C1 - 2m | Aff4889 - C1 - 3m | Aff4889 - C1 - 4m | Aff4889 - C1 - 5m | Aff4889 - C4 - 1m | Aff4889 - C4 - 2m | Aff4889 - C4 - 3m | Aff4889 - C4 - 4m | Aff4889 - C4 - 5m | Arrêté du 12/12/2014 | Décision du 19/12/02 | Décision du 19/12/03 |
| pH final ap. lix. | - | 9,1 | 9,8 | 9,1 | 9,0 | 9,3 | 9,2 | 8,6 | 8,5 | 9,1 | 9,1 | | | |
| température pour mes. pH | °C | 19,0 | 19,0 | 18,9 | 18,7 | 18,6 | 18,5 | 18,5 | 18,5 | 18,6 | 18,7 | | | |
| conductivité ap. lix. | µS/cm | 78,0 | 101 | 66,0 | 63,0 | 55,0 | 63,0 | 73,0 | 76,0 | 89,0 | 61,0 | | | |
| METAUX | | | | | | | | | | | | | | |
| Antimoine (Sb) | mg/kg MS | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | 0,06 | | |
| Arsenic (As) | mg/kg MS | 0,05 | 0,04 | <0,03 | <0,03 | <0,03 | <0,03 | 0,04 | <0,03 | 0,04 | <0,03 | 0,5 | 2 | 25 |
| Baryum (Ba) | mg/kg MS | 0,08 | 0,08 | 0,06 | 0,07 | 0,06 | 0,07 | 0,1 | 0,09 | 0,13 | 0,08 | 20 | 100 | 300 |
| Cadmium (Cd) | mg/kg MS | <0,015 | <0,015 | <0,015 | <0,015 | <0,015 | <0,015 | <0,015 | <0,015 | <0,015 | <0,015 | 0,04 | 1 | 5 |
| Chrome (Cr) total | mg/kg MS | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | 0,5 | 10 | 70 |
| Cuivre (Cu) | mg/kg MS | 0,11 | 0,07 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | 0,09 | <0,05 | <0,05 | 0,05 | <0,05 | 2 | 50 | 100 |
| Nickel (Ni) | mg/kg MS | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | 0,4 | 10 | 40 |
| Mercure (Hg) | mg/kg MS | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | 0,01 | 0,2 | 2 |
| Molybdène (Mo) | mg/kg MS | 0,11 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | 0,17 | 0,12 | 0,5 | 10 | 30 |
| Plomb (Pb) | mg/kg MS | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | 0,5 | 10 | 50 |
| Zinc (Zn) | mg/kg MS | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | 4 | 50 | 200 |
| Sélénium (Se) | mg/kg MS | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | 0,1 | 0,5 | 7 |
| CATIONS, ANIONS ET ELEMENTS NON METALLIQUES | | | | | | | | | | | | | | |
| Fluorures (F) | mg/kg MS | 6,0 | 6,0 | 3,0 | 3,0 | 2,0 | 1,0 | 4,0 | 4,0 | 3,0 | <2,0 | 10 | 150 | 500 |
| Chlorures (Cl) *** | mg/kg MS | <100 | <100 | <100 | <100 | <100 | <100 | <100 | <100 | <100 | <100 | 800 | 15000 | 25000 |
| Sulfates (SO4) *** | mg/kg MS | <100 | <100 | <100 | <100 | <100 | <100 | <100 | <100 | <100 | <100 | 1000 | 20000 | 50000 |
| ANALYSES PHYSIQUES | | | | | | | | | | | | | | |
| Fraction soluble *** | mg/kg MS | <1000 | <1000 | <1000 | <1000 | <1000 | <1000 | 1100 | <1000 | 1000 | 1300 | 4000 | 60000 | 100000 |
| Carbone Organique total (COT) ** | mg/kg MS | 45,0 | 27,0 | <9,00 | <9,00 | <9,00 | 16,0 | 27,0 | 20,0 | 25,0 | <9,00 | 500 | 800 | 1000 |
| Indice Phénol | mg/kg MS | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | 1 | | |

| Sondage | | C5 | | | | | | C11 | | | | | Valeur limite catégorie A1 (ISDI) | Valeur limite catégorie B1 (ISDND) | Valeur limite catégorie C1 (ISDD) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Profondeur | m/TN | 0-1 | 1-2 | 2-3 | 3-4 | 4-5 | 5-6 | 0-1 | 1-2 | 2-3 | 3-4 | 4-5 | | | |
| Référence échantillon | Unité | Aff4889 - C5 - 1m | Aff4889 - C5 - 2m | Aff4889 - C5 - 3m | Aff4889 - C5 - 4m | Aff4889 - C5 - 5m | Aff4889 - C5 - 6m | Aff4889 - C11 - 1m | Aff4889 - C11 - 2m | Aff4889 - C11 - 3m | Aff4889 - C11 - 4m | Aff4889 - C11 - 5m | Arrêté du 12/12/2014 | Décision du 19/12/02 | Décision du 19/12/03 |
| pH final ap. lix. | - | 8,8 | 8,3 | 8,4 | 8,7 | 9,1 | 8,7 | 8,5 | 8,5 | 9,2 | 9,0 | 9,0 | | | |
| température pour mes. pH | °C | 18,8 | 19,1 | 19,4 | 19,5 | 19,4 | 19,7 | 19,8 | 19,7 | 19,7 | 19,6 | 19,5 | | | |
| conductivité ap. lix. | µS/cm | 105 | 114 | 105 | 77,0 | 72,0 | 91,0 | 75,0 | 66,0 | 48,0 | 55,0 | 58,0 | | | |
| METAUX | | | | | | | | | | | | | | | |
| Antimoine (Sb) | mg/kg MS | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | 0,06 | | |
| Arsenic (As) | mg/kg MS | 0,03 | 0,09 | 0,08 | 0,07 | 0,06 | 0,07 | <0,03 | 0,04 | <0,03 | <0,03 | <0,03 | 0,5 | 2 | 25 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Baryum (Ba) | mg/kg MS | 0,15 | 0,28 | 0,3 | 0,13 | 0,09 | 0,15 | 0,1 | 0,17 | 0,08 | 0,06 | 0,05 | 20 | 100 | 300 |
| Cadmium (Cd) | mg/kg MS | <0,015 | <0,015 | <0,015 | <0,015 | <0,015 | <0,015 | <0,015 | <0,015 | <0,015 | <0,015 | <0,015 | 0,04 | 1 | 5 |
| Chrome (Cr) total | mg/kg MS | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | 0,5 | 10 | 70 |
| Cuivre (Cu) | mg/kg MS | <0,05 | 0,07 | 0,07 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | 0,06 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | 2 | 50 | 100 |
| Nickel (Ni) | mg/kg MS | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | 0,13 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | 0,4 | 10 | 40 |
| Mercure (Hg) | mg/kg MS | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | 0,01 | 0,2 | 2 |
| Molybdène (Mo) | mg/kg MS | <0,1 | 0,22 | 0,17 | 0,11 | <0,1 | 0,11 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | 0,5 | 10 | 30 |
| Plomb (Pb) | mg/kg MS | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | 0,5 | 10 | 50 |
| Zinc (Zn) | mg/kg MS | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | 4 | 50 | 200 |
| Sélénium (Se) | mg/kg MS | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | 0,1 | 0,5 | 7 |
| CATIONS, ANIONS ET ELEMENTS NON METALLIQUES | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fluorures (F) | mg/kg MS | 2,0 | 2,0 | <3,0 | <2,0 | <1,0 | 2,0 | 4,0 | 3,0 | <1,0 | 2,0 | <2,0 | 10 | 150 | 500 |
| Chlorures (Cl) *** | mg/kg MS | <100 | <100 | <100 | <100 | <100 | <100 | <100 | <100 | <100 | <100 | <100 | 800 | 15000 | 25000 |
| Sulfates (SO4) *** | mg/kg MS | <100 | <100 | <100 | <100 | <100 | <100 | <100 | <100 | <100 | <100 | <100 | 1000 | 20000 | 50000 |
| ANALYSES PHYSIQUES | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fraction soluble *** | mg/kg MS | <1000 | 1900 | 1700 | 1400 | <1000 | <1000 | <1000 | <1000 | <1000 | <1000 | <1000 | 4000 | 60000 | 100000 |
| Carbone Organique total (COT) ** | mg/kg MS | 26,0 | 55,0 | 51,0 | 31,0 | 16,0 | 43,0 | 25,0 | 77,0 | 10,0 | 19,0 | 51,0 | 500 | 800 | 1000 |
| Indice Phénol | mg/kg MS | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | 1 | | |

| Sondage | | C13 | | | | | T1 | Valeur limite catégorie A1 (ISDI) | Valeur limite catégorie B1 (ISDND) | Valeur limite catégorie C1 (ISDD) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Profondeur | m/TN | 0-1 | 1-2 | 2-3 | 3-4 | 4-5 | 0-0,5 | | | |
| Référence échantillon | Unité | Aff4889 - C13 - 1m | Aff4889 - C13 - 2m | Aff4889 - C13 - 3m | Aff4889 - C13 - 4m | Aff4889 - C13 - 5m | Aff4889 - T1 | Arrêté du 12/12/2014 | Décision du 19/12/02 | Décision du 19/12/03 |
| pH final ap. lix. | - | 8,5 | 8,5 | 9,0 | 9,1 | 9,4 | 8,3 | | | |
| température pour mes. pH | °C | 19,7 | 19,7 | 19,8 | 20,0 | 19,9 | 20,0 | | | |
| conductivité ap. lix. | µS/cm | 78,0 | 67,0 | 51,0 | 60,0 | 47,0 | 98,0 | | | |
| METAUX | | | | | | | | | | |
| Antimoine (Sb) | mg/kg MS | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | 0,06 | | |
| Arsenic (As) | mg/kg MS | <0,03 | <0,03 | <0,03 | <0,03 | <0,03 | <0,03 | 0,5 | 2 | 25 |
| Baryum (Ba) | mg/kg MS | 0,09 | 0,06 | 0,06 | 0,13 | 0,05 | 0,33 | 20 | 100 | 300 |
| Cadmium (Cd) | mg/kg MS | <0,015 | <0,015 | <0,015 | <0,015 | <0,015 | <0,015 | 0,04 | 1 | 5 |
| Chrome (Cr) total | mg/kg MS | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | 0,5 | 10 | 70 |
| Cuivre (Cu) | mg/kg MS | <0,05 | <0,05 | <0,05 | 0,12 | <0,05 | 2,1 | 2 | 50 | 100 |
| Nickel (Ni) | mg/kg MS | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | 0,4 | 10 | 40 |
| Mercure (Hg) | mg/kg MS | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | 0,002 | 0,01 | 0,2 | 2 |
| Molybdène (Mo) | mg/kg MS | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | 0,5 | 10 | 30 |
| Plomb (Pb) | mg/kg MS | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | 0,2 | 0,5 | 10 | 50 |
| Zinc (Zn) | mg/kg MS | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | 1,0 | 4 | 50 | 200 |
| Sélénium (Se) | mg/kg MS | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | 0,1 | 0,5 | 7 |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **CATIONS, ANIONS ET ELEMENTS NON METALLIQUES** | | | | | | | | | | |
| **Fluorures (F)** | **mg/kg MS** | **6,0** | **4,0** | **1,0** | **1,0** | **<1,0** | **<1,0** | **10** | **150** | **500** |
| **Chlorures (Cl) ***** | **mg/kg MS** | **<100** | **<100** | **<100** | **<100** | **<100** | **<100** | **800** | **15000** | **25000** |
| **Sulfates (SO4) ***** | **mg/kg MS** | **<100** | **<100** | **<100** | **<100** | **<100** | **<100** | **1000** | **20000** | **50000** |
| **ANALYSES PHYSIQUES** | | | | | | | | | | |
| **Fraction soluble ***** | **mg/kg MS** | **<1000** | **1600** | **<1000** | **1000** | **<1000** | **1900** | **4000** | **60000** | **100000** |
| **Carbone Organique total (COT) **** | **mg/kg MS** | **19,0** | **27,0** | **<9,00** | **11,0** | **<9,00** | **140** | **500** | **800** | **1000** |
| **Indice Phénol** | **mg/kg MS** | **<0,1** | **<0,1** | **<0,1** | **<0,1** | **<0,1** | **<0,1** | **1** | | |

*Tableau 17 : Résultats d'analyses sur lixiviats*

### 8.7.5 Interprétation des résultats d'analyses de sols

Le tableau ci-dessous présente une synthèse des substances détectées dans les sols.

| Paramètre | Valeur de référence | Nombre d'échantillons | % concentrations > LQ | Concentration minimale (mg/kg MS) | Concentration maximale (mg/kg MS) | % échantillon > valeur de référence | Nombre échantillons > LQ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| HCT C10 – C40 | Base BDSolU = 110 mg/kg MS | 60 | 72 | <20 | 37 000 | 48 | 43 |
| Trichloroéthylène | LQ | 60 | 43 | 0,11 | 2,2 | 43 | 26 |
| cis-1,2-Dichloroéthylène | LQ | 60 | 35 | 0,11 | 11 | 35 | 21 |
| Trans-1,2-Dichloroéthylène | LQ | 60 | 8 | 0,23 | 0,54 | 8 | 5 |
| Chlorure de Vinyle | LQ | 60 | 10 | 0,34 | 1,4 | 10 | 6 |
| o-Ethyltoluène | LQ | 60 | 1,6 | 0,12 | 0,12 | 1,6 | 1 |
| Pseudocumène | LQ | 60 | 3,2 | 0,11 | 0,25 | 3,2 | 1 |

*Tableau 18 : Synthèse des résultats analytiques*

- 43 échantillons sur 60 présentent des concentrations en hydrocarbures C10-C40 supérieures à la limite de quantification à des sommes comprises entre 20 et 37 000 mg/kg MS. Les fractions dominantes sont les C21-C35 qui correspondent essentiellement à des huiles lourdes et/ou des lubrifiants ;
- 26 échantillons sur 60 présentent des concentrations en trichloroéthylène supérieures la limite de quantification à des teneurs comprises entre 0,11 et 2,2 mg/kg MS ;
- 21 échantillons sur 60 présentent des concentrations en cis-1,2-Dichloroéthylène supérieures la limite de quantification à des teneurs comprises entre 0,11 et 11 mg/kg MS ;
- 5 échantillons sur 60 présentent des concentrations en trans-1,2-Dichloroéthylène supérieures la limite de quantification à des teneurs comprises entre 0,11 et 11 mg/kg MS ;
- 6 échantillons sur 60 présentent des concentrations en chlorure de vinyle supérieures la limite de quantification à des teneurs comprises entre 0,34 et 1,4 mg/kg MS ;
- L'échantillon C5-4 m présente des concentrations détectables en o-ethyltoluène (0,12 mg/kg MS) et pseudocumène (0,25 mg/kg MS) ;
- L'échantillon C5-5 m présente une concentration détectable en pseudocumène (0,11 mg/kg MS) ;

- L'ensemble des concentrations en PCB et HAP sont inférieures aux limites de quantification du laboratoire.

#### *8.7.5.1 Acceptabilité ISDI*

16 échantillons sur 60 ne se conforment pas aux critères d'acceptabilité ISDI en raison du dépassement du seuil des HCT sur brut. Ils sont acceptables en filière ISDND.

La concentration en HCT dans l'échantillon T1 dépasse le seuil d'acceptabilité ISDND sur brut. Cet échantillon est acceptable en BIOCENTRE, voire en filière ISDD.

Un seul dépassement du seuil ISDI sur éluât est observé. Il concerne le cuivre dans l'échantillon T1.

Le tableau ci-dessous présente une synthèse des dépassements des seuils d'acceptabilité en décharge classique.

| Sondage | Profondeur de l'échantillon (m) | Paramètres déclassants | Filière d'évacuation |
|---|---|---|---|
| C1 | 2 - 3 m | HCT sur brut | ISDND |
| | 3 - 4 m | | |
| | 4 - 5 m | | |
| C4 | 0 - 1 m | | ISDND |
| C5 | 1 - 2 m | | ISDND |
| | 2 - 3 m | | BIOCENTRE |
| | 3 - 4 m | | ISDND |
| | 4 - 5 m | | ISDND |
| C6 | 2 - 3 m | | BIOCENTRE |
| C10 | 2 - 3 m | | ISDND |
| | 3 - 4 m | | ISDND |
| | 4 - 5 m | | ISDND |
| C11 | 0 - 1 m | | ISDND |
| | 1 - 2 m | | BIOCENTRE |
| | 2 - 3 m | | ISDND |
| | 3 - 4 m | | ISDND |
| | 4 - 5 m | | ISDND |
| C13 | 2 - 3 m | | ISDND |
| | 3 - 4 m | | ISDND |
| T1 | 0 - 0,5 m | HCT sur brut + cuivre sur éluât | BIOCENTRE/ISDD |

*Tableau 19 : Filières d'évacuation hors site des échantillons dépassant les seuils ISDI*

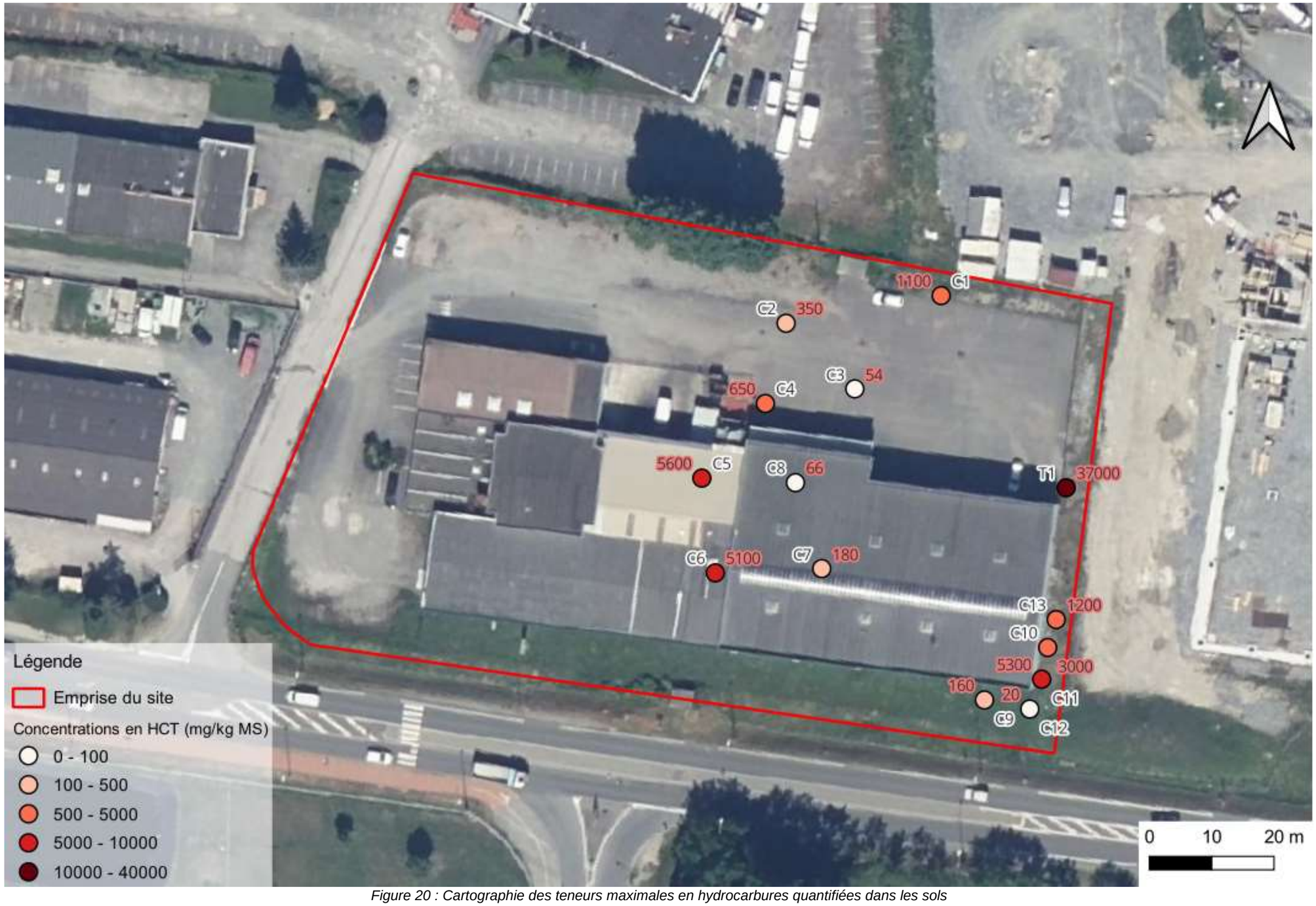



*Figure 20 : Cartographie des teneurs maximales en hydrocarbures quantifiées dans les sols*

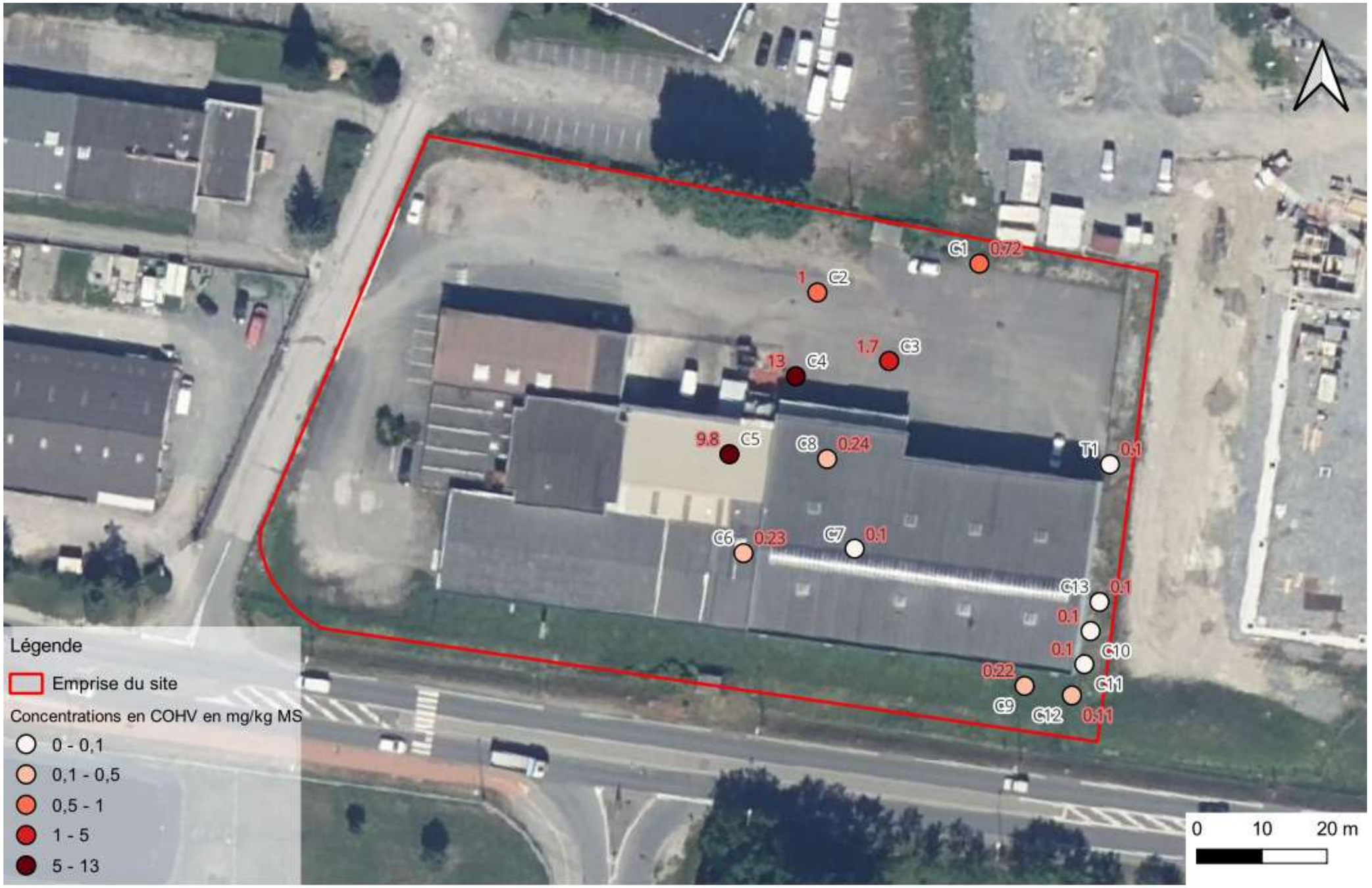



*Figure 21 : Cartographie des teneurs maximales en COHV quantifiées dans les sols*

## 8.8 Résultats des investigations sur les eaux souterraines (A270)

### 8.8.1 Observations de terrain

De manière générale, les relevés lithologiques réalisés lors de la foration des piézomètres ont mis en évidence la présence :

- D'un recouvrement de surface type terre végétale jusqu'à 30 cm de profondeur ;
- Puis de limons sableux fins jusqu'à environ 2,5/3 m de profondeur ;
- Puis de limons sableux à quelques graviers, saturés en eau jusqu'à la fin de forage

Les venues d'eau sont observées à des profondeurs quasi-identiques situées entre 2,5 et 3 m de profondeur. Ceci correspond à peu près au niveau stabilisé mesuré dans le piézomètre existant. La nappe serait donc libre.

A noter une hétérogénéité de la lithologie de la zone saturée au droit du site. En effet, la nappe est contenue dans des limons sableux +/- graveleux aux limites du site, tandis qu'en partie centrale, elle est présente dans des alluvions sablo-graveleux plus grossiers. Cette différence de texture implique de facto, une différence de productivité et de paramètres hydrodynamiques.

Les observations recueillies lors des opérations de prélèvement des eaux souterraines sont présentées dans les tableaux ci-après.

| Ouvrages | Aspect | Odeur | Irisation | Flottant (NAPL) |
|---|---|---|---|---|
| Pz1 | Trouble | Non | Non | Non |
| Pz2 | Trouble | Non | Non | Non |
| Pz3 | Trouble | Oui | Oui | Non |
| Pz4 | Trouble | Non | Non | Non |
| Pz5 | Trouble | Non | Oui | Non |
| Pz6 | Trouble | Non | Non | Non |

*Tableau 20 : Observations organoleptiques lors des prélèvements d'eaux souterraines*

### 8.8.2 Piézométrie

Le tableau ci-dessous présente les mesures piézométriques obtenues le 05/04/2025 au droit de chaque piézomètre.

| Ouvrages | Nature du repère | Hauteur du repère (m /TA) | Profondeur de la nappe (m/repère) | Profondeur de la nappe (m/TA) | Cote altimétrique (m NGF) | Niveau piézométrique (m NGF) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Pz1 | Capot | +0,44 | 2,95 | 2,51 | 445,79 | 443,28 |
| Pz2 | Capot | + 0,50 | 2,98 | 2,48 | 445,81 | 443,33 |
| Pz3 | Capot | +0,44 | 3,00 | 2,56 | 445,59 | 443,03 |
| Pz4 | Capot | + 0,66 | 3,69 | 3,03 | 445,89 | 442,86 |
| Pz5 | Capot | +0,60 | 3,38 | 2,78 | 445,77 | 442,99 |
| Pz6 | TN | 0 | 2,72 | 2,72 | 445,79 | 443,07 |

*Tableau 21 : Mesures piézométriques du 05/04/2025*

Les relevés d'eau réalisés le 05/04/2025 ont permis de dresser une carte piézométrique (présentée dans la figure suivante).

Les niveaux piézométriques relevés permettent de mettre en évidence un sens d'écoulement de la nappe du sud vers le nord. L'ouvrage Pz2 est représentatif de l'amont hydraulique du site et Pz4 de l'aval hydraulique.

L'écoulement de la nappe s'effectue en direction du nord/nord-ouest avec un gradient piézométrique moyen d'environ 4‰.

On observe sur la carte un étalement des isopièzes dans la partie centrale du site signifiant une diminution du gradient hydraulique et une augmentation de la perméabilité par rapport à l'amont, où les isopièzes sont resserrées signifiant un gradient important et une perméabilité plus faible de la nappe.

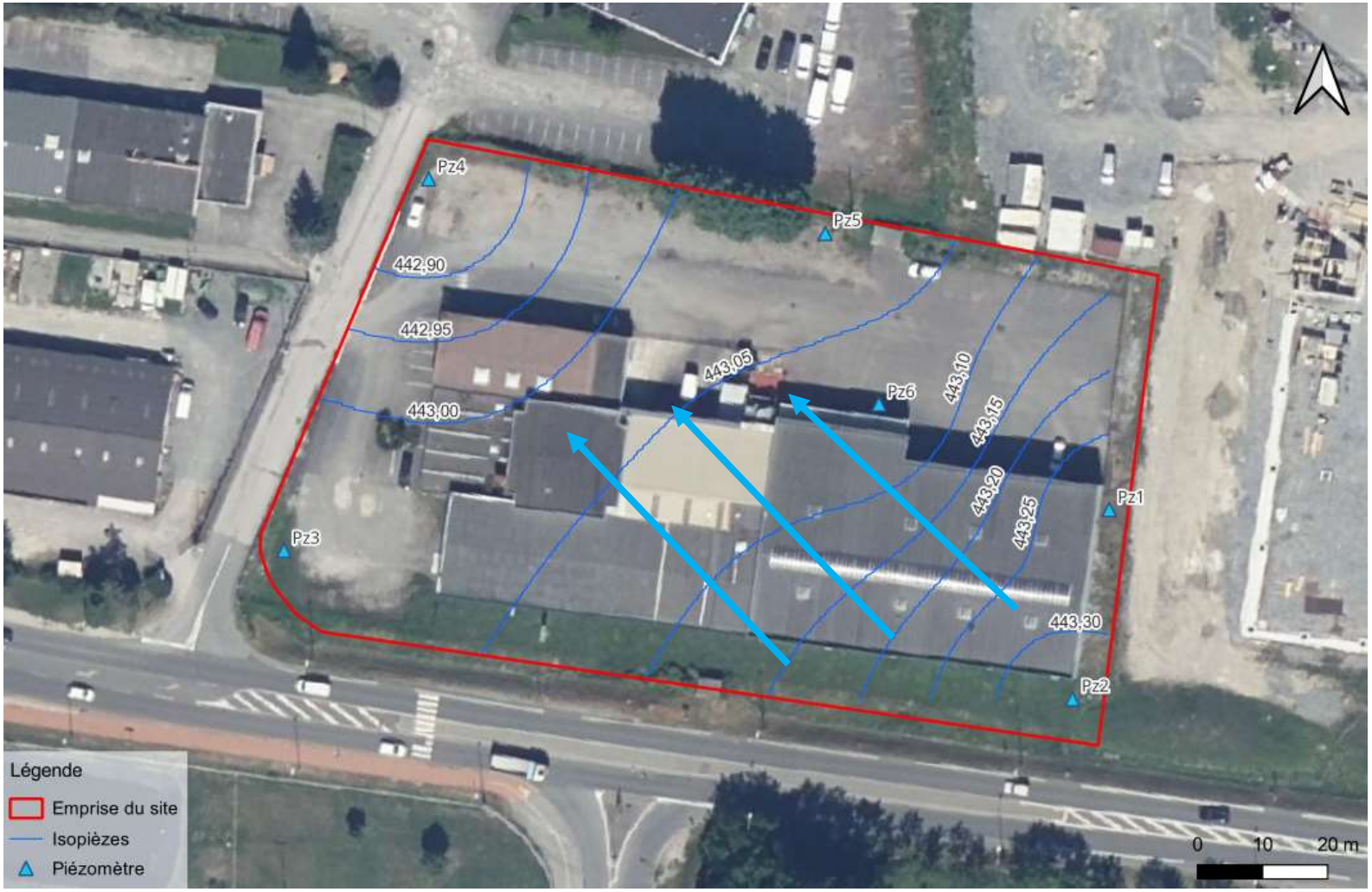



*Figure 22 : Carte piézométrique du site en avril 2025*

### 8.8.3 Mesures physico-chimiques in situ

Le pH, la température, la conductivité et le potentiel d'oxydoréduction des échantillons prélevés ont été mesurés sur le terrain le 05/04/2025 à l'aide d'une sonde multi-paramètres étalonnée. Les mesures obtenues sont présentées dans le tableau suivant.

| Ouvrages | pH | Température (°C) | Conductivité (µS/cm) | Eh (mV) |
|---|---|---|---|---|
| Pz1 | 7,07 | 13,2 | 570 | 53 |
| Pz2 | 7,06 | 12,5 | 590 | 10 |
| Pz3 | 6,88 | 12,6 | 710 | 35 |
| Pz4 | 6,92 | 13 | 690 | 105 |
| Pz5 | 7,05 | 14 | 620 | 93 |
| Pz6 | 6,97 | 13,4 | 680 | 61 |

*Tableau 22 : Paramètres physico-chimiques mesurés in-situ*

Les paramètres physico-chimiques mettent en évidence :

- Des valeurs du pH proches de la neutralité ;
- Des températures comprises entre 12 et 14 °C ;
- Des conductivités comprises entre 570 et 710 µS/cm ;
- Des potentiels d'oxydoréduction compris entre 10 et 105 mV avec un maximum en aval.

### 8.8.4 Valeurs de référence retenues pour les eaux souterraines

Les valeurs analytiques des eaux souterraines sont comparées à titre indicatif :

- À l'arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine ;
- Arrêté du 17 décembre 2008 établissant les critères d'évaluation et les modalités de détermination de l'état des eaux souterraines et des tendances significatives et durables de dégradation de l'état chimique des eaux souterraines ;
- Aux normes de l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé) pour les eaux de consommation ;
- Aux valeurs du guide d'évaluation de l'état des eaux souterraines - juillet 2019 - Ministère de la transition écologique et solidaire.

Les valeurs de comparaison retenues sont rappelées dans le tableau des résultats d'analyses.

### 8.8.5 Résultats d'analyses sur les eaux souterraines

Le code couleur utilisé dans les tableaux d'analyses ci-dessous est le suivant :

- En vert sont les paramètres non détectés, soit respectant les valeurs de référence ;
- En gris sont les paramètres détectés mais qui ne disposent pas de valeurs de référence ;
- En jaune les valeurs supérieures aux valeurs de l'annexe I de l'arrêté du 11/01/2007 ;
- En rouge les valeurs supérieures aux valeurs de référence définies par l'OMS en 2017
- En orange sont les valeurs supérieures aux valeurs de l'arrêté du 17/12/2008 ;
- En violet sont les valeurs supérieures aux valeurs du guide d'évaluation de la qualité des eaux souterraines.

#### *8.8.5.1 Validité des prélèvements (contamination croisée)*

Parmi les paramètres analysés, le phénanthrène, le zinc et le dichlorométhane ont été quantifiés dans les échantillons « blanc de transport et blanc de terrain », à des teneurs gravitant autour de la limite de quantification.

Un impact en trichlorométhane a été identifié dans les blancs. Toutefois, dans la mesure où les concentrations dans les échantillons d'eaux souterraines et dans les sols sont inférieures aux limites de quantification, cet impact peut être donc assimilé à la qualité de l'eau déminéralisée utilisée.

Ainsi, il peut être considéré l'absence de contamination croisée lors de l'acheminement des échantillons sur site ou lors de leur manipulation en laboratoire. Aucune réserve particulière n'est ainsi émise sur la validité des résultats analytiques obtenus pour ce milieu.

#### *8.8.5.2 Présentation des résultats analytiques*

Le tableau suivant présente les résultats des analyses d'eaux souterraines.

| Désignation échantillon | | Aff4889 - Pz1 | Aff4889 - Pz2 | Aff4889 - Pz3 | Aff4889 - Pz4 | Aff4889 - Pz5 | Aff4889 - Pz6 | Aff4889 - BT eau | Aff4889 - BTR eau | Arrêté du 17/12/2008 | Valeurs réglementaires pour les eaux destinées à la consommation humaine Arrêté 11/01/2007 | Valeurs de référence OMS 2017 | Guide d'évaluation de l'état des eaux souterraines - juillet 2019 - Ministère de la transition écologique et solidaire |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Point de prélèvement** | | **Pz1** | **Pz2** | **Pz3** | **Pz4** | **Pz5** | **Pz6** | **Blanc de terrain** | **Blanc de transport** | | | | **Normes de qualité et valeurs seuils pour les eaux souterraines** |
| **Composés Organiques Halogénés Volatils (COHV)** | | | | | | | | | | | | | |
| Chlorure de vinyle | µg/l E/L | <0,5 | <0,5 | 10 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | 0,5 | 0,5 | - | 0,5 |
| Dichlorométhane | µg/l E/L | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | 0,6 | - | - | - | - |
| cis-1,2-Dichloroéthylène | µg/l E/L | 7,7 | 16 | 54 | 78 | 4,8 | 1,5 | <0,5 | <0,5 | 50 | - | - | - |
| trans-1,2-Dichloroéthylène | µg/l E/L | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | | - | - | - |
| Trichlorométhane | µg/l E/L | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | 54 | 52 | 2,5 | - | - | 2,5 |
| 1,1,1-Trichloroéthane | µg/l E/L | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | | - | - | - |
| Tétrachlorométhane | µg/l E/L | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | | - | - | - |
| Trichloroéthylène | µg/l E/L | <0,5 | 1,2 | 50 | 88 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | 10 | 10 | - | 10 |
| Tétrachloroéthylène | µg/l E/L | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | 10 | | - | 10 |
| 1,1-Dichloroéthane | µg/l E/L | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | | - | - | 3 |
| 1,1-Dichloroéthylène | µg/l E/L | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | | - | - | - |
| Somme des COHV | µg/l E/L | 7,7 | 17 | 110 | 170 | 4,8 | 1,5 | 54 | 53 | | - | - | - |
| **METAUX** | | | | | | | | | | | | | |
| Chrome (Cr) | µg/l E/L | 18 | <5,0 | <5,0 | 20 | 18 | <5,0 | <5,0 | <5,0 | 50 | 25 | 50 | 50 |
| Nickel (Ni) | µg/l E/L | 150 | 31 | 110 | 87 | 76 | 13 | <10 | <10 | 20 | 20 | 70 | 20 |
| Cuivre (Cu) | µg/l E/L | 32 | 6,0 | <5,0 | 68 | 72 | 30 | <5,0 | <5,0 | 2 000 | 2 000 | 2 000 | 2 000 |
| Zinc (Zn) | µg/l E/L | 200 | <50 | 240 | 420 | 330 | 550 | 54 | <50 | 5 000 | - | - | 5 000 |
| Arsenic (As) | µg/l E/L | 32 | 3,0 | 65 | 74 | 45 | 5,0 | <3,0 | <3,0 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Cadmium (Cd) | µg/l E/L | 2,7 | 1,8 | 2,0 | 2,2 | 1,9 | <1,5 | <1,5 | <1,5 | 5 | 5 | 3 | 5 |
| Mercure (Hg) | µg/l E/L | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | 1 | 1 | 6 | 1 |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Plomb (Pb) | µg/l E/L | 31 | <10 | 32 | 220 | 180 | 34 | <10 | <10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| **Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)** | | | | | | | | | | | | | |
| Benzène | µg/l E/L | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | 1 | 1 | - | 1 |
| Toluène | µg/l E/L | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | 700 | - | 700 | 500 |
| Ethylbenzène | µg/l E/L | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | 300 | - | 300 | 300 |
| o-Xylène | µg/l E/L | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | 500 | - | 500 | 500 |
| m-, p-Xylène | µg/l E/L | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | | - | | |
| Cumène | µg/l E/L | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | - | - | - | - |
| Mésitylène | µg/l E/L | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | - | - | - | - |
| o-Ethyltoluène | µg/l E/L | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | - | - | - | - |
| m-, p-Ethyltoluène | µg/l E/L | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | - | - | - | - |
| Pseudocumène | µg/l E/L | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | - | - | - | - |
| Somme des CAV-BTEX | µg/l E/L | -/- | -/- | -/- | -/- | -/- | -/- | -/- | -/- | - | - | - | - |
| **Hydrocarbures C10-C40** | | | | | | | | | | | | | |
| Hydrocarbures > C10-C12 | mg/l E/L | <0,1 | <0,1 | <0,2 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | - | - | - | - |
| Hydrocarbures > C12-C16 | mg/l E/L | <0,1 | <0,1 | <0,2 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | - | - | - | - |
| Hydrocarbures > C16-C21 | mg/l E/L | <0,1 | <0,1 | 0,45 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | - | - | - | - |
| Hydrocarbures > C21-C35 | mg/l E/L | <0,1 | <0,1 | 4,5 | <0,05 | 0,09 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | - | - | - | - |
| Hydrocarbures > C35-C40 | mg/l E/L | <0,1 | <0,1 | 0,37 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | - | - | - | - |
| Indice hydrocarbure C10-C40 | mg/l E/L | <0,1 | <0,1 | 5,4 | <0,05 | 0,14 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | - | - | - | 1 |
| **Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)** | | | | | | | | | | | | | |
| Naphtalène | µg/l | 0,03 | 0,03 | <0,04 | 0,04 | 0,06 | 0,03 | <0,02 | <0,02 | - | - | - | - |
| Acénaphtylène | µg/l | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | - | - | - | - |
| Acénaphtène | µg/l | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | - | - | - | - |
| Fluorène | µg/l | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | - | - | - | - |
| Phénanthrène | µg/l | 0,04 | <0,02 | <0,05 | <0,02 | <0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | - | - | - | - |
| Anthracène | µg/l | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | - | - | - | - |
| Fluoranthène | µg/l | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | - | - | - | - |
| Pyrène | µg/l | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | - | - | - | - |
| Benzo(a)anthracène | µg/l | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | - | - | - | - |
| Chrysène | µg/l | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | - | - | - | - |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Benzo(b)fluoranthène** | **µg/l** | **<0,02** | **<0,02** | **<0,03** | **<0,02** | **<0,02** | **<0,02** | **<0,02** | **<0,02** | **-** | **-** | **-** | **-** |
| **Benzo(k)fluoranthène** | **µg/l** | **<0,02** | **<0,02** | **<0,03** | **<0,02** | **<0,02** | **<0,02** | **<0,02** | **<0,02** | **-** | **-** | **-** | **-** |
| **Benzo(a)pyrène** | **µg/l** | **<0,02** | **<0,02** | **<0,02** | **<0,02** | **<0,02** | **<0,02** | **<0,02** | **<0,02** | **0,01** | **0,01** | **0,7** | **-** |
| **Dibenzo(a,h)anthracène** | **µg/l** | **<0,02** | **<0,02** | **<0,02** | **<0,02** | **<0,02** | **<0,02** | **<0,02** | **<0,02** | **-** | **-** | **-** | **-** |
| **Indéno(1,2,3,c,d)pyrène** | **µg/l** | **<0,02** | **<0,02** | **<0,02** | **<0,02** | **<0,02** | **<0,02** | **<0,02** | **<0,02** | **-** | **-** | **-** | **-** |
| **Benzo(g,h,i)pérylène** | **µg/l** | **<0,02** | **<0,02** | **<0,02** | **<0,02** | **<0,02** | **<0,02** | **<0,02** | **<0,02** | **-** | **-** | **-** | **-** |
| **Somme des 4 HAP** | **µg/l** | **-/-** | **-/-** | **-/-** | **-/-** | **-/-** | **-/-** | **-/-** | **-/-** | **0,1** | **0,1** | **-** | **-** |
| **Somme des 6 HAP** | **µg/l** | **-/-** | **-/-** | **-/-** | **-/-** | **-/-** | **-/-** | **-/-** | **-/-** | **1** | **-** | **-** | **-** |
| **Somme des HAP** | **µg/l** | **0,07** | **0,03** | **-/-** | **0,04** | **0,06** | **0,06** | **0,03** | **0,02** | **-** | **-** | **-** | **-** |

*Tableau 23 : Résultats d'analyses sur les eaux souterraines*

### 8.8.6 Interprétation des résultats sur les eaux souterraines

Les résultats d'analyses mettent en évidence les points suivants :

- Un impact en hydrocarbures a été identifié au droit de Pz3 (position latérale) à une teneur de 5,4 mg/l dépassant les valeurs de du guide d'évaluation de la qualité des eaux souterraines ;
- Un impact en chlorure de vinyle a été identifié au droit de Pz3 (position latérale) à une teneur de 10 µg/l dépassant la valeur de l'annexe I de l'arrêté du 11/01/2007;
- Des impacts en cis-1,2-dichloroéthylène ont été identifiés au droit de Pz3 (position latérale) et Pz4 (aval hydraulique) à des teneurs comprises entre 54 et 78 µg/l dépassant les valeurs de l'arrêté du 17/12/2008 ;
- Des impacts en trichloroéthylène ont été identifiés au droit de Pz3 (position latérale) et Pz4 (aval hydraulique) à des teneurs comprises entre 55 et 80 µg/l dépassant les valeurs de référence disponibles ;
- Des anomalies arsenic, nickel et plomb sur quasiment l'ensemble des ouvrages avec des dépassements des valeurs des arrêtés du 11/01/2007 et du 17/12/2008 ;
- Des traces de HAP sont également détectés dans l'ensemble des ouvrages sauf Pz3. Aucun dépassement des valeurs de référence n'est à signaler ;
- Aucune quantification en BTEX au droit de l'ensemble des ouvrages.

En somme, on note

- La présence d'impacts en COHV en aval hydraulique à des concentrations 10 à 20 fois supérieures à celles mesurées en amont ;
- Un seul impact en hydrocarbures dans l'ouvrage latéral (Pz3) qui peut être lié à un déversement localisé ;
- Les mesures du potentiel redox montrent des conditions faiblement réductrices où l'oxygène serait probablement limité (conditions légèrement anaérobie).

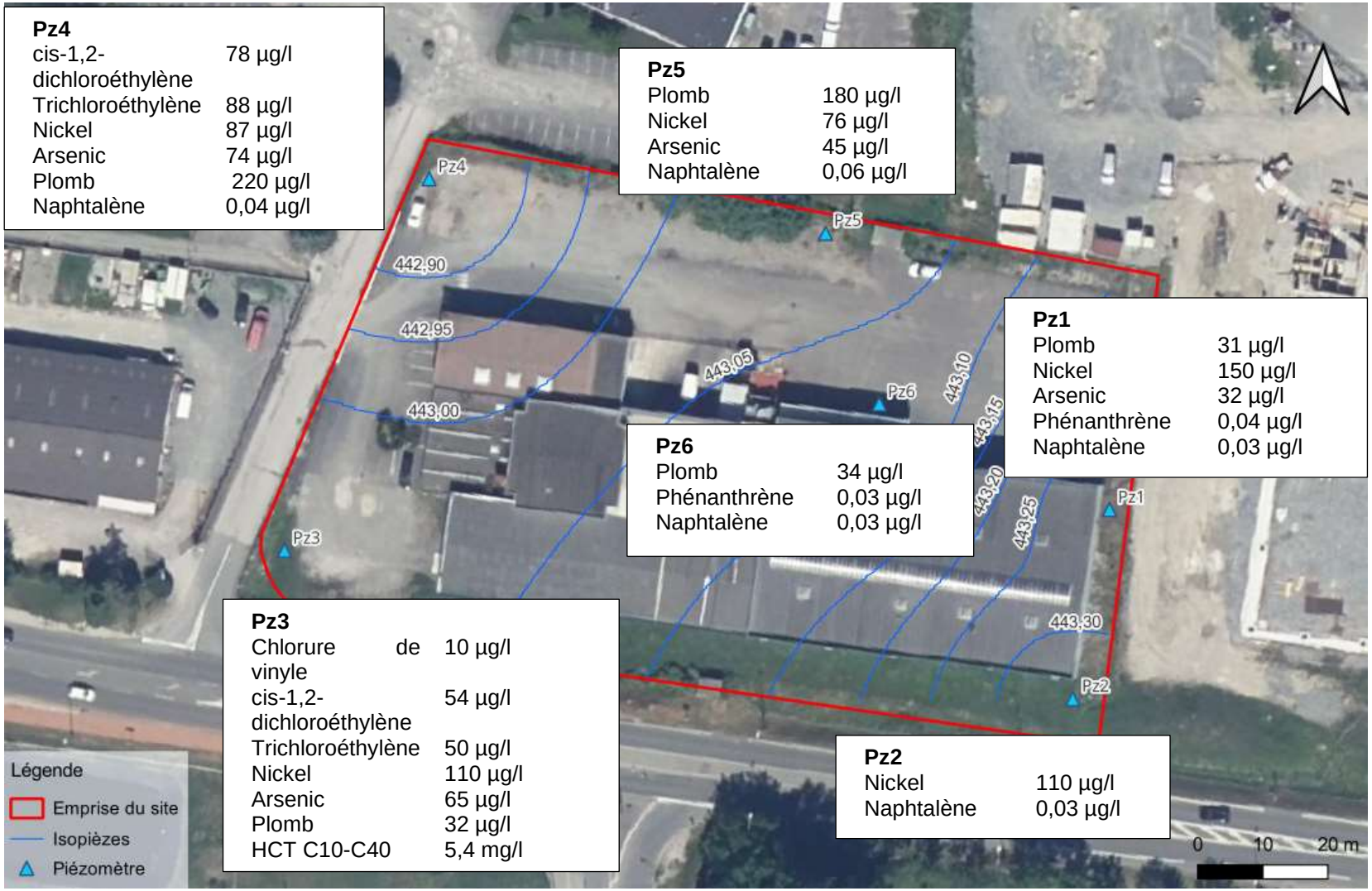



*Figure 23 : Synthèse des anomalies identifiées dans les eaux souterraines*

## 8.9 Résultats des investigations sur les gaz du sol

### 8.9.1 Observation de terrain

Les terrains observés lors de la pose du piézair sont identiques à ceux du sondage de sols C3.
Aucun niveau humide n'a été relevé dans le piézair.
Aucune odeur ou trace suspecte n'a été identifiée sur le sondage réalisé.

### 8.9.2 Mesures semi-quantitatives in-situ

Les mesures in-situ faites lors des prélèvements sont résumées dans le tableau ci-dessous :

| Point de mesure | Date de mesure | PID (ppm) | CH4 (%) | H2S (ppm) | O2 (%) | CO2 (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Pza1 | 05/04/2025 | 0,7 | 0 | 0 | 14 | 4,5 |
| Asd2 | 05/04/2025 | 10,3 | 0 | 0 | 19,8 | 0,07 |
| Asd3 | 04/04/2025 | 4,5 | 0 | 0 | 17,1 | 1,99 |
| Asd4 | 04/04/2025 | 3,3 | 0 | 0 | 19,4 | 0,52 |

*Tableau 24 : Paramètres mesurés dans les ouvrages Pza/Asd*

On notera des teneurs en $CO_2$ élevées associées à de faibles teneurs en $O_2$ comparé à l'air atmosphérique semblent indiquer une activité bactérienne dans ces zones, en particulier au droit de Pza1 et Asd3.

La mesure PID au droit de Asd2 montre que lithologie fine de la première couche de sol à cet endroit limite le dégazage. A titre de comparaison, une mesure PID a été effectuée dans le sondage C5 à une profondeur de 3 m et la valeur lue était de 250 ppm. La couche de limons sableux fins possède donc des propriétés limitant le transfert vertical du panache gazeux intrinsèquement lié à la pollution du sol.

Les mesures semi-quantitatives réalisées in-situ dans les ouvrages de prélèvement de gaz de sol sont présentées dans les fiches de prélèvements Annexe14.4.

### 8.9.3 Validité des prélèvements

#### *8.9.3.1 Contamination croisée*

Les résultats d'analyses du blanc de terrain et du blanc de transport sont inférieurs à la limite de quantification. Ce résultat garantit l'absence d'interférence avec l'air extérieur lors de nos prélèvements.

#### *8.9.3.2 Saturation des supports de prélèvement*

Le tube en charbon actif utilisé pour le prélèvement des substances présentes en phase vapeur dans les gaz du sol comporte une zone de mesure et une zone de contrôle, cette dernière permettant de contrôler la non-saturation de la zone de mesure et ainsi de valider la représentativité de l'échantillonnage. Les analyses ont porté sur la zone de mesure et la zone de contrôle.

Les concentrations mesurées dans la couche de contrôle de l'ensemble des échantillons prélevé lors de la présente campagne, sont inférieures aux limites de quantification du laboratoire. Les résultats sont donc exploitables. Elles ne seront donc pas présentées ci-après mais restent disponible dans le bordereau d'analyses du laboratoire en Annexe 14.5.

#### *8.9.3.3 Variation du débit en cours de prélèvement*

Le tableau suivant présente l'évolution du débit en cours de prélèvement de chaque échantillon.

| Point de mesure | Echantillon | Débit de départ (L/min) | Débit intermédiaire (L/min) | Débit final (L/min) | Ecart de débit (%) | Validité du prélèvement | Débit de prélèvement retenu (L/min) | Volume prélevé (L) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Pza1 | Pza1 | 0,518 | 0,5 | 0,47 | 9 | Valide | 0,47 | 141 |
| | Pza1' | 0,2 | - | 0,2 | 0 | Valide | 0,2 | 12 |
| Asd2 | Asd2 | 0,503 | 0,499 | 0,492 | 2 | Valide | 0,498 | 149,4 |
| | Asd2' | 0,2 | - | 0,2 | 0 | Valide | 0,2 | 12 |
| Asd3 | Asd3 | 0,53 | 0,528 | 0,526 | <1 | Valide | 0,528 | 158,4 |
| | Asd3' | 0,2 | - | 0,2 | 0 | Valide | 0,2 | 12 |
| Asd4 | Asd4 | 0,53 | 0,524 | 0,52 | 2 | Valide | 0,525 | 157,5 |
| | Asd4' | 0,2 | - | 0,2 | 0 | Valide | 0,2 | 12 |

*Tableau 25 : Variations de débit en cours de prélèvement*

### 8.9.4 Valeurs de référence retenues pour les gaz du sol

Il n'existe pas de bruit de fond, de référence ou de gestion pour les gaz du sol.

Dans le seul but de donner une tendance sur une possible dégradation de l'air ambiant en provenance des gaz du sol (les gaz des sols ne pouvant pas être assimilés à l'air atmosphérique), les résultats dans les gaz du sol seront comparés aux valeurs de référence définies pour l'air ambiant.
Par ailleurs, il existe un facteur d'atténuation de l'ordre de 0,05 (CAI/CGdS) entre les concentrations mesurées dans les gaz du sol et les concentrations dans l'air intérieur (valeur est issue de l'analyse du retour d'expérience réalisé par l'agence de l'environnement des États-Unis (US-EPA)). Le facteur d'atténuation proposé dans la méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués et de 10 dans le cas d'un bâtiment de plain-pied si la dalle du sol est en bon état.

Les valeurs de référence retenues sont :

- R1 : valeurs de gestion qui sont par ordre de priorité, les valeurs réglementaires disponibles, les valeurs cibles ou repères du HCSP3, les valeurs guides de qualité d'air intérieur (VGAI) de l'ANSES4 et, à défaut, des VTR5 ;
- R2 : dans la plupart des cas équivalentes aux valeurs réglementaires ou aux seuils d'action définis par le HCSP ;
- R3 : des VTR aigües disponibles pour les expositions sur une courte période ;
- Aux valeurs du bruit de fond de l'OQAI au percentile 90 de la qualité de l'air à l'intérieur des logements.

A partir de ces seuils les actions suivantes sont à mener pour les gaz des sols :

- C mesurée ≤ LQ ou C mesurée ≤ R1 : Cette substance n'est pas considérée comme devant faire l'objet d'actions spécifiques ;
- C mesurée ≥ R1 : Estimation des concentrations dans l'air intérieur en utilisant un facteur de dilution ou un modèle de transfert et analyse des résultats.

Les valeurs de comparaison retenues sont rappelées dans le tableau des résultats d'analyses.

### 8.9.5 Résultats d'analyses sur les gaz du sol

La méthode d'analyse des échantillons est celle du Laboratoire WESSLING de SAINT-QUENTIN-FALLAVIER (38).

Le code couleur utilisé dans les tableaux d'analyses ci-dessous est le suivant :
- En vert sont les paramètres non détectés, soit inférieurs aux seuils R1 ;
- En jaune sont les paramètres supérieurs aux seuils R1 et inférieurs aux seuils R2 ;

- En orange sont les paramètres supérieurs aux seuils R2 et inférieurs aux seuils R3 ;
- En rouge sont les paramètres supérieurs aux seuils R3 ;
- **En vert,** sont les paramètres non détectés, soit inférieurs à la valeur OQAI P90 ;
- **En rouge** sont les paramètres supérieurs aux valeurs OQAI P90.

**En gras** sont les composés détectés qui ne possèdent pas de valeurs guides.

Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau ci-après.

Afin d'obtenir des concentrations en mg/m$^3$, on utilise la formule suivante :

$$C(mg/m^3) = \frac{w}{t \times D}$$

Où :

- W : est la concentration en µg/support.
- t : le temps de pompage en minute.
- D : le débit de pompage en l/min.

| | | Campagne 2025 | | | | | | | | Bruit de fond logements (source OQAI percentile 90) en mg/m³ | Valeurs repères (INERIS 2021) mg/m³ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Pza1 | Asd2 | Asd3 | Asd4 | Pza1' | Asd2' | Asd3' | Asd4' | | R1 | R2 | R3 |
| **Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)** | | | | | | | | | | | | | |
| Benzène | mg/m³ | 0,011 | 0,001 | 0,003 | 0,013 | - | - | - | - | 0,0057 | 0,002 | 0,01 | 0,03 |
| Toluène | mg/m³ | 0,012 | 0,003 | 0,030 | 0,037 | - | - | - | - | 0,0469 | 20,0 | 21,0 | 21,0 |
| Ethylbenzène | mg/m³ | 0,003 | 0,006 | 0,005 | 0,008 | - | - | - | - | 0,0075 | 1,50 | 15,0 | 22,0 |
| m-, p-Xylène | mg/m³ | 0,007 | 0,018 | 0,013 | 0,020 | - | - | - | - | 0,0220 | 0,10 | 1,00 | 8,80 |
| o-Xylène | mg/m³ | 0,003 | 0,007 | 0,004 | 0,008 | - | - | - | - | 0,0081 | | | |
| Cumène | mg/m³ | <0,001 | <0,001 | **0,005** | <0,001 | - | - | - | - | - | - | | |
| m-, p-Ethyltoluène | mg/m³ | **0,004** | **0,004** | **0,047** | **0,012** | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 1,3,5-Triméthylbenzène (Mésitylène) | mg/m³ | 0,002 | 0,001 | 0,020 | 0,003 | - | - | - | - | - | 0,06 | - | - |
| o-Ethyltoluène | mg/m³ | **0,002** | <0,001 | **0,015** | **0,004** | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 1,2,4-Triméthylbenzène (Pseudocumène) | mg/m³ | 0,006 | 0,005 | 0,049 | 0,011 | - | - | - | - | - | 0,06 | - | - |
| Somme des CAV | mg/m³ | **0,050** | **0,046** | **0,191** | **0,116** | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **Indice hydrocarbures volatils C5-C16** | | | | | | | | | | | | | |
| Hydrocarbures aromatiques C6-C7 | mg/m³ | 0,011 | <0,007 | <0,007 | 0,013 | - | - | - | - | Benzène | Benzène | Benzène | Benzène |
| Hydrocarbures aromatiques C7-C8 | mg/m³ | 0,012 | <0,007 | 0,030 | 0,037 | - | - | - | - | Toluène | Toluène | Toluène | Toluène |
| Hydrocarbures aromatiques C8-C9 | mg/m³ | 0,013 | 0,031 | 0,021 | 0,036 | - | - | - | - | - | 0,20 | 2,00 | - |
| Hydrocarbures aromatiques C9-C10 | mg/m³ | 0,016 | 0,013 | 0,145 | 0,035 | - | - | - | - | - | | | - |
| Hydrocarbures aromatiques C10-C11 | mg/m³ | <0,007 | <0,007 | 0,015 | 0,012 | - | - | - | - | - | 0,20 | 2,00 | - |
| Hydrocarbures aromatiques C11-C12 | mg/m³ | <0,007 | <0,007 | <0,007 | <0,007 | - | - | - | - | - | | | - |
| Hydrocarbures aromatiques C12-C13 | mg/m³ | <0,007 | <0,007 | <0,007 | <0,007 | - | - | - | - | - | 0,20 | 2,00 | - |
| Hydrocarbures aromatiques C13-C14 | mg/m³ | <0,007 | <0,007 | <0,007 | <0,007 | - | - | - | - | - | | | - |
| Hydrocarbures aromatiques C14-C15 | mg/m³ | <0,007 | <0,007 | <0,007 | <0,007 | - | - | - | - | - | | | - |
| Hydrocarbures aromatiques C15-C16 | mg/m³ | <0,007 | <0,007 | <0,007 | <0,007 | - | - | - | - | - | | | - |
| Indice Hydrocarbures Aromatiques C6-C16 | mg/m³ | **0,053** | **0,044** | **0,215** | **0,133** | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Hydrocarbures aliphatiques C5-C6 | mg/m³ | <0,035 | <0,035 | <0,035 | <0,035 | - | - | - | - | - | 18 | 180 | - |
| Hydrocarbures aliphatiques C6-C7 | mg/m³ | <0,035 | <0,035 | <0,035 | <0,035 | - | - | - | - | - | 18 | 180 | - |
| Hydrocarbures aliphatiques C7-C8 | mg/m³ | <0,035 | <0,035 | <0,035 | <0,035 | - | - | - | - | - | | | - |
| Hydrocarbures aliphatiques C8-C9 | mg/m³ | <0,035 | <0,035 | 0,114 | <0,035 | - | - | - | - | - | 1 | 10 | - |
| Hydrocarbures aliphatiques C9-C10 | mg/m³ | 0,052 | 0,141 | 0,593 | 0,070 | - | - | - | - | - | | | - |
| Hydrocarbures aliphatiques C10-C11 | mg/m³ | 0,539 | 1,071 | 1,894 | 0,190 | - | - | - | - | - | 1 | 10 | - |
| Hydrocarbures aliphatiques C11-C12 | mg/m³ | 0,199 | 0,141 | 0,297 | 0,041 | - | - | - | - | - | | | - |
| Hydrocarbures aliphatiques C12-C13 | mg/m³ | <0,035 | <0,035 | 0,053 | <0,035 | - | - | - | - | - | 1 | 10 | - |
| Hydrocarbures aliphatiques C13-C14 | mg/m³ | <0,035 | <0,035 | <0,035 | <0,035 | - | - | - | - | - | | | - |
| Hydrocarbures aliphatiques C14-C15 | mg/m³ | <0,035 | <0,035 | <0,035 | <0,035 | - | - | - | - | - | | | - |
| Hydrocarbures aliphatiques C15-C16 | mg/m³ | <0,035 | <0,035 | <0,035 | <0,035 | - | - | - | - | - | | | - |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Indice Hydrocarbures Aliphatiques C5-C16 | **mg/m³** | **0,780** | **1,339** | **2,904** | **0,305** | **-** | **-** | **-** | **-** | - | - | - | - |
| **Composés halogénés volatils (COHV)** | | | | | | | | | | | | | |
| Chlorure de vinyle | **mg/m³** | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0,017 | <0,017 | <0,017 | <0,017 | - | 0,0026 | 0,026 | 1,30 |
| 1,1-Dichloroéthylène | **mg/m³** | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0,017 | <0,017 | <0,017 | <0,017 | - | 0,20 | - | - |
| Dichlorométhane | **mg/m³** | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0,017 | <0,017 | <0,017 | <0,017 | - | 0,01 | 0,10 | 2,10 |
| Trans-1,2-dichloroethylene | **mg/m³** | 0,018 | 0,010 | <0.001 | <0.001 | <0,017 | <0,017 | <0,017 | <0,017 | - | 0,06 | - | - |
| 1,1-Dichloroéthane | **mg/m³** | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0,017 | <0,017 | <0,017 | <0,017 | - | - | - | - |
| cis-1,2-Dichloroéthylène | **mg/m³** | 0,085 | 0,008 | 0,002 | 0,002 | 0,058 | <0,017 | <0,017 | <0,017 | - | 0,06 | 0,60 | - |
| Trichlorométhane | **mg/m³** | 0,023 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0,017 | <0,017 | <0,017 | <0,017 | - | 0,063 | 0,15 | 0,15 |
| Tétrachlorométhane | **mg/m³** | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0,017 | <0,017 | <0,017 | <0,017 | - | 0,11 | 0,19 | 1,90 |
| 1,1,1-Trichloroéthane | **mg/m³** | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0,017 | <0,017 | <0,017 | <0,017 | - | 1,00 | 5,00 | 5,00 |
| Trichloroéthylène | **mg/m³** | **0,426** | **0,254** | <0.018 | **1,079** | **0,275** | **0,025** | **<0,038** | **0,867** | 0,0033 | 0,01 | 0,05 | 3,20 |
| Tétrachloroéthylène | **mg/m³** | **<0.001** | **0,002** | **<0.001** | **0,002** | **<0,017** | **<0,017** | **<0,017** | **<0,017** | 0,0052 | 0,25 | 1,25 | 1,38 |
| Somme des COHV | **mg/m³** | 0,546 | 0,274 | 0,002 | 1,079 | 0,333 | 0,025 | / | 0,867 | - | - | - | - |

*Tableau 26 : Résultats d'analyses sur les gaz du sol*

### 8.9.6 Commentaires sur les résultats d'analyses des gaz du sols

- Le benzène a été quantifié à des teneurs significatives (entre 0,011 et 0,013 mg/m$^3$) supérieures au seuil R2 au droit des points Pza1 et Asd4 ainsi qu'à une teneur supérieure au seuil R1 mais en dessous du P90 de l'OQAI au droit du point Asd3 (0,003 mg/m$^3$). La concentration de l'éthylbenzène est supérieure au bruit de fond de l'OQAI au droit du point Asd4 (0,008 mg/m$^3$). Le reste des concentrations en CAV/BTEX est inférieur aux limites de quantification du laboratoire ou au seuil R1 pour l'air ambiant ;
- Les fractions d'hydrocarbures aliphatiques C10-C12 sont quantifiés à des teneurs supérieures au seuil R1 (sommes comprises entre 1,21 et 2,19 mg/m$^3$) au droit des points Asd2 et Asd3. Le reste des concentrations en TPH est inférieur aux limites de quantification du laboratoire ou au seuil R1 pour l'air ambiant ;
- Le trichloroéthylène a été quantifié à des teneurs significatives (entre 0,025 et 1,079 mg/m$^3$) supérieures au seuil R2 dans les échantillons Pza1, Pza1' Asd2, Asd4 et Asd4' ainsi qu'à des teneurs supérieures aux seuils R1 et le P90 de l'OQAI dans l'échantillon Asd2. L'ensemble des valeurs détectées du trichloroéthylène sont supérieures au bruit de fond de l'OQAI ;
- Le cis-1,2-dichloroéthylène est détecté à une teneur supérieure au seuil R1 au droit de l'échantillon Pza1 (0,085 mg/m$^3$). Le reste des concentrations en COHV est inférieur aux limites de quantification du laboratoire ou au seuil R1 pour l'air ambiant.

On observe une nette diminution des concentrations mesurées lors de cette campagne comparé aux investigations passées. Ceci vient du fait que les prélèvements des précédentes campagnes ont été réalisés en profondeur, au niveau des impacts identifiés dans les sols, alors que durant cette campagne, les prélèvements ont été faits sous dalle et au-dessus du panache de pollution des sols. Ce constat montre l'influence négative de la couche superficielle du sol sur le dégazage.

Des dépassements des seuils R1 sont observés. Conformément à la méthodologie nationale, une évaluation des concentrations dans l'air ambiant doit être réalisée en appliquant un coefficient de dilution de 10 ou un modèle de transfert.

Le tableau suivant présente les concentrations dans l'air intérieur (Cest) estimées à partir des concentrations maximales retrouvées dans les gaz du sol et supérieures au seuil R1 et en appliquant le facteur de dilution.

| Substance | | C max dans les gaz du sol en mg/m³ | C estimée dans l'air ambiant en mg/m³ | | Bruit de fond logements (source OQAI percentile 90) en mg/m3 | Valeurs repères (INERIS 2021) mg/m³ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | R1 | R2 | R3 |
| Benzène | mg/m³ | 0,013 | 0,001 | | 0,0057 | 0,002 | 0.01 | 0.03 |
| Hydrocarbures aliphatiques C10-C11 | mg/m³ | 1,894 | 0,189 | | - | 1 | 10 | - |
| Hydrocarbures aliphatiques C11-C12 | mg/m³ | 0,297 | 0,030 | | - | | | - |
| cis-1,2-Dichloroéthylène | mg/m³ | 0,085 | 0,009 | | - | 0,06 | 0,60 | - |
| Trichloroéthylène | mg/m³ | 1,079 | 0,108 | | 0,0033 | 0,01 | 0,05 | 3,20 |

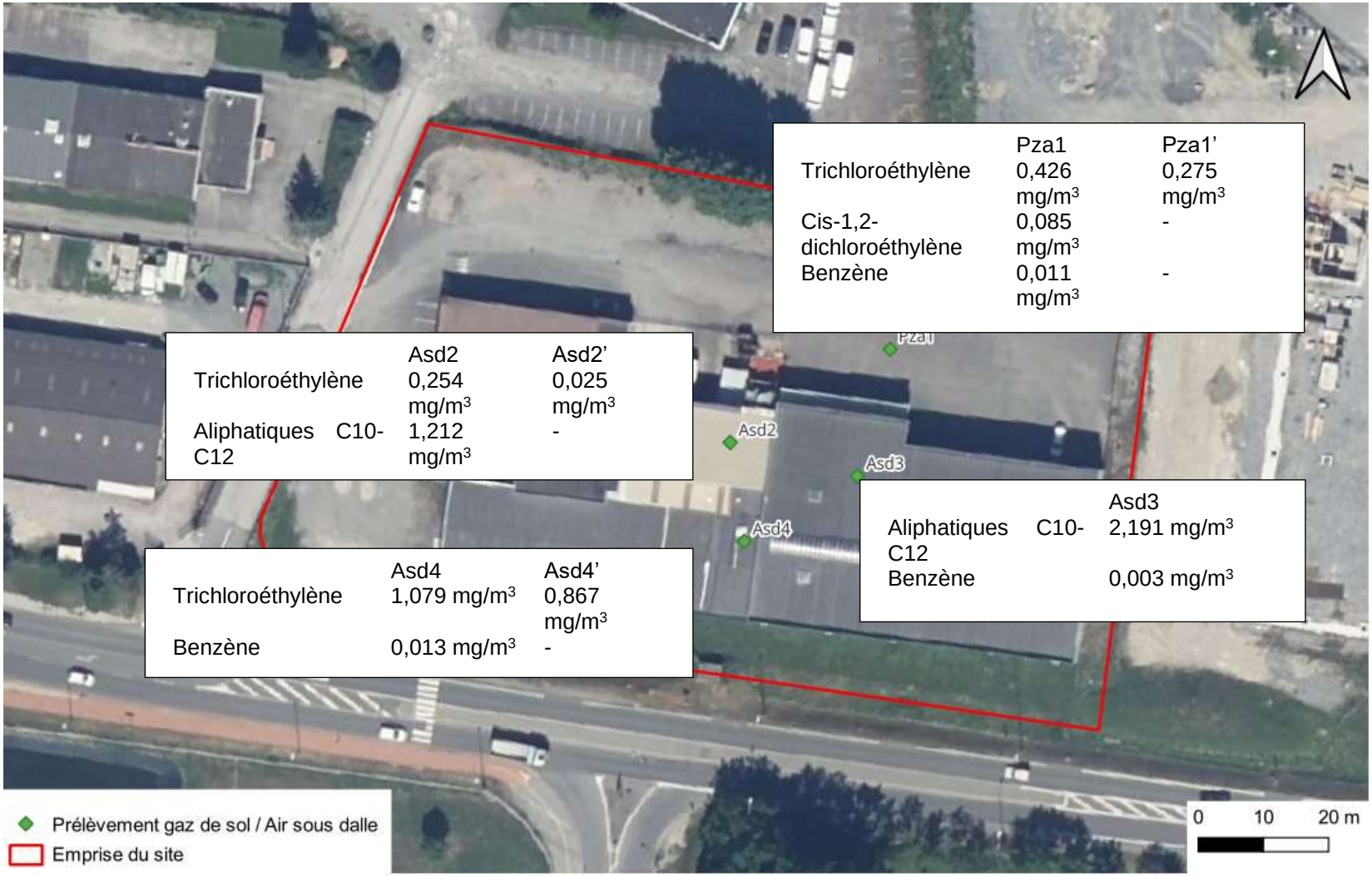
*Tableau 27 : Concentrations dans l'air intérieur estimées en appliquant un facteur de dilution*

L'estimation de la qualité théorique de l'air intérieur avec un facteur de dilution de 10 (retenu pour un bâtiment sans sous-sol sur dalle béton propre et en bon état) montre que :

- Les concentrations estimées en benzène, hydrocarbures aliphatiques C10-C12 et cis-1,2-Dichloroéthylène sont toutes inférieures aux seuils R1 ;
- La concentration estimée du trichloroéthylène est supérieure au seuil R2.

Selon le principe de précaution, l'ensemble des substances détectées dans les gaz du feront l'objet d'une analyse des risques sanitaires.

La figure suivante présente la synthèse des concentrations des gaz du sol dépassant les seuils R1.




| | Pza1 | Pza1' |
|---|---|---|
| Trichloroéthylène | 0,426 mg/m³ | 0,275 mg/m³ |
| Cis-1,2-dichloroéthylène | 0,085 mg/m³ | - |
| Benzène | 0,011 mg/m³ | - |

| | Asd2 | Asd2' |
|---|---|---|
| Trichloroéthylène | 0,254 mg/m³ | 0,025 mg/m³ |
| Aliphatiques C10-C12 | 1,212 mg/m³ | - |

| | Asd3 |
|---|---|
| Aliphatiques C10-C12 | 2,191 mg/m³ |
| Benzène | 0,003 mg/m³ |

| | Asd4 | Asd4' |
|---|---|---|
| Trichloroéthylène | 1,079 mg/m³ | 0,867 mg/m³ |
| Benzène | 0,013 mg/m³ | - |

*Figure 24 : Cartographie des teneurs supérieures aux seuils R1*

## 8.10 Bilan des résultats des investigations

D'une manière générale, il a été mis en évidence :

- La présence de terrains constitués de matériaux fins en surface (mélange de limons et de sables fins) suivis d'un horizon plus grossier composé de sables et de graviers saturés en eau ;
- La granulométrie montre que les terrains en surface ne sont pas favorables au dégazage ;
- La présence d'impacts notables en hydrocarbures au droit des zones suivantes :
  - Sols imprégnés de couleur noir à l'est de la parcelle ;
  - Aire de lavage des métaux ;
  - Zone de stockage d'huiles ;
  - Dans le local loué par le passé et imbibé d'huile ;
  - A l'est du transformateur existant.
- La présence d'impacts notables en COHV, principalement concentrés dans la partie centrale de la parcelle qui est concernée par l'activité de travail des métaux. Les composés dominants sont le trichloroéthylène et ses produits de dégradation (cis-1,2- dichloroéthylène et le trans-1,2-Dichloroéthylène). Le chlorure de vinyle est trouvé au droit de l'aire de lavage des métaux uniquement ;
- La présence d'une nappe vers 2,5 – 3 m/sol présentant un sens d'écoulement du sud-est vers le nord-ouest. Celle-ci a mis en évidence :
  - La présence généralisée cis-1,2- dichloroéthylène dans les eaux de la nappe. Les concentrations les plus élevées se trouvent dans les ouvrages situés en position latérale et aval hydraulique ;
  - La présence généralisée du TCE dans les eaux souterraines. Les teneurs importantes se trouvent dans les ouvrages situés en position latérale et aval hydraulique ;
  - Un impact ponctuel en chlorure de vinyle se trouve dans le piézomètre situé en position latérale hydraulique ;
  - Un impact ponctuel mais important en hydrocarbures au sud-ouest de la parcelle, en position latérale hydraulique.
- Des dépassements des seuils R1 dans les gaz de sol. Les substances concernées sont : le benzène, les hydrocarbures aliphatiques C10-C12 et les COHV (TCE et le cis-1,2-dichloroéthylène).

# 9 PLAN DE GESTION

D'après les textes du 19 avril 2017 du Ministère charge de l'Environnement relatifs à la prévention de la pollution des sols et à la gestion des sols pollués en France, la stratégie des mesures de gestion d'un site pollué doit se concevoir de la manière suivante :

- Maîtrise de la source de pollution par des travaux de réhabilitation (enlèvement/destruction total ou partiel de la source),
- Limitation du transfert par confinement ou immobilisation : dans les sols, les gaz de sol, les eaux souterraines et superficielles, au niveau des bâtiments (mesures constructives) ;
- Modification des aménagements : changement d'usage (sur et/ou hors site), changement de l'aménagement du site (adaptation de l'espace projet aux contraintes et aux pollutions résiduelles du site), contrôle des activités (servitudes).

C'est dans cette démarche que s'inscrit le présent plan de gestion. Le processus du plan de gestion est généralement progressif, itératif, évolutif et interactif. Il n'est en aucun cas définitivement figé, il doit être élaboré, avec bon sens, sur la base du projet d'aménagement, dans une perspective de développement durable et de bilan environnemental global.

## 9.1 Détermination des zones de pollution concentrée

Pour la pollution concentrée, l'UPDS a indiqué dans son guide la définition suivante : « Volume de milieu souterrain à traiter, délimité dans l'espace, au sein duquel les concentrations en une ou plusieurs substances sont significativement supérieures aux concentrations de ces mêmes substances à proximité immédiate de ce volume ».

D'après la note ministérielle du 19 avril 2017, lorsque des pollutions concentrées sont identifiées, la priorité consiste d'abord à déterminer les modalités de suppression des pollutions concentrées, plutôt que d'engager des études pour justifier leur maintien en l'état, en s'appuyant sur la qualité déjà dégradée des milieux ou sur l'absence d'usage de la nappe.

La définition de la pollution concentrée, sa délimitation et donc son existence, doivent résulter de la convergence des résultats d'au moins deux méthodes. Dans le cadre de la présente étude, il a été retenu les méthodes suivantes :

- Méthode N°1 - **Interprétation des constats de terrain** ;
- Méthode N°2 - **Interprétation cartographique** ;
- Méthode N°3 - **Analyse statistique** ;
- Méthode N°4 - **Bilan massique**.

A première vue, au regard des résultats d'analyses et de la méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués, pour l'indentification des zones de pollution

concentrée (ZPC), il peut être retenu, les familles de substances présentant de fortes teneurs dans le **milieu sol** :

- Hydrocarbures C10-C40, avec des teneurs jusqu'à 37 000 mg/kg ;
- Somme des COHV détectés, avec des teneurs jusqu'à 130 mg/kg.

Selon le principe de précaution, les concentrations non quantifiées seront considérées équivalentes à la limite de quantification du laboratoire.

Les données utilisées sont celles issues de l'ensemble des investigations menées sur site depuis 2022. En l'absence de données suffisantes sur le milieu sol au-delà de 5 m, la détermination des pollutions concentrée a été réalisées uniquement sur les tranches de 0 à 5 m.

Concernant les milieux gaz du sol et eaux souterraines, au regard du nombre insuffisant d'analyses pour être exploitables, ils ne peuvent être pris en compte à ce stade de l'étude. De plus, il a été démontré que l'état de ces deux milieux était corrélé aux impacts identifiés dans les sols, donc, le traitement des zones de pollution concentrée dans les sols, entrainera, de facto, l'amélioration des gaz du sol et des eaux souterraines

Les métaux, BTEX, PCB, HCT C5-C10, HAP et certains métaux lourds ne sont pas retenus car ils ne sont généralement pas quantifiés ou quantifiés à des teneurs proches des limites de quantification ou des valeurs guides. Lorsqu'ils sont détectés, ils sont associés à des teneurs très significatives en HCT C10-C40 et/ou les COHV comme illustré dans le tableau suivant.

| Echantillon | Chrome (mg/kg MS) | Cuivre (mg/kg MS) | Nickel (mg/kg MS) | Plomb (mg/kg MS) | Zinc (mg/kg MS) | Mercure (mg/kg MS) | HAP (mg/kg MS) | HCT C5-C10(mg/kg MS) | BTEX (mg/kg MS) | PCB (mg/kg MS) | HCT C10-C40 (mg/kg MS) | COHV (mg/kg MS) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ES5 | - | 33 | - | 88 | - | - | - | - | - | 0,01 | 72 | 0,21 |
| ES6 | 180 | 120 | 110 | 190 | 110 | - | 0,25 | 2,5 | - | - | 36 000 | 130 |
| ES7 | - | 40 | - | - | - | - | 0,14 | - | - | -- | 550 | <LQ |
| ES10 | | | | | | - | 0,92 | 1 660 | - | - | 10 000 | 5 |
| S1-1 | - | 38 | - | - | - | - | - | - | - | - | 3 100 | 0,37 |
| S1-2 | | | | | | | - | - | - | 0,031 | 1 300 | 0,41 |
| S1-3 | | | | | | | - | - | - | 0,011 | 700 | 0,32 |
| S2-1 | | | | | | | - | - | - | 0,027 | 750 | 0,22 |
| S2-2 | | | | | | | - | - | - | 0,017 | 150 | 0,36 |
| S2-3 | | | | | | | - | - | - | 0,035 | 1 300 | 0,36 |
| S3-1 | 93 | 89 | - | - | - | - | - | - | - | 0,002 | 250 | 0,039 |
| S3-2 | - | 28 | | - | - | - | - | - | - | 0,001 | 970 | 0,42 |
| S3-3 | - | 24 | | - | - | - | - | - | - | - | 7 900 | 0,63 |
| S4-1 | - | - | - | - | 160 | - | - | - | - | 0,086 | 220 | <LQ |
| S5-1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0,005 | 340 | 0,07 |
| S5-2 | | | | | | | - | - | - | 0,004 | 180 | 0,32 |
| S6-1 | - | - | - | - | - | - | 0,14 | - | - | - | 200 | <LQ |
| S8-3 | - | - | - | 88 | - | - | | - | - | - | 1 800 | <LQ |
| S9-3 | - | - | - | - | - | 0,24 | 0,11 | - | - | - | <LQ | <LQ |
| S10-1 | - | 89 | - | - | - | - | 0,54 | - | - | 0,013 | 590 | <LQ |
| S11-2 | - | 21 | - | - | - | - | | - | - | - | 57 | |
| S12-1 | - | - | - | - | - | - | | - | - | 0,007 | 41 | <LQ |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| S12-2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0,004 | 36 | <LQ |
| S12-3 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0,001 | 38 | <LQ |
| S13-1 | - | - | - | - | - | - | 0,08 | - | - | - | 3 800 | <LQ |
| C5-4 | - | - | - | - | - | - | - | - | 0,37 | - | 3 200 | 9,8 |
| C5-5 | - | - | - | - | - | - | - | - | 0,11 | - | 2 000 | 4 |

*Tableau 28 : Comparaison des anomalies dans les sols*

### 9.1.1 Interprétation des constats de terrain (méthode 1) et analyse cartographique (méthode 2)

L'interprétation des constats effectués lors des investigations sur les sols s'appuie notamment sur :

- Les indices olfactifs (odeur) ;
- L'observation visuelle des sols (couleur, texture, présence de déchets...) ;
- Les mesures semi quantitatives des composés organiques volatils (COV). Ces mesures sont réalisées à l'aide d'un détecteur PID et permettent de mesurer le dégazage d'un échantillon de sol, placé dans un sac hermétique et malaxé.

En complément des observations de terrain faites lors des investigations sur les sols, le tableau suivant présente les constats des précédentes campagnes.

| Sondage | Echantillon | Couleur | Odeur (+, ++, +++) |
|---|---|---|---|
| ES6 | 0,5 à 1,5 m | / | +++ |
| ES9 | 2 à 3 m | / | +++ |
| ES10 | 2 à 3 m | / | +++ |
| S2 | 2 à 3 m | / | + |
| S3 | 1 à 2 m | / | + |
| S3 | 2 à 3 m | / | ++ |
| S6 | 2 à 3 m | / | + |
| S8 | 1 à 2 m | / | + |
| S8 | 2 à 3 m | / | ++ |
| S10 | 2 à 3 m | / | ++ |
| S13 | 2 à 3 m | / | ++ |

*Tableau 29 : Principaux constats organoleptiques observés lors dans les échantillons de sol des précédentes investigations*

Les constats de terrain montrent que :

- Les odeurs ont été identifiées à partir de 1 m de profondeur à des intensités variables ;
- Lors de la présente campagne, les odeurs sont généralement associées à des mesures PID;
- Les valeurs mesurées au PID sont généralement associées à des concentrations en hydrocarbures et en COHV. A noter qu'au regard de la prédominance des hydrocarbures lourds, il est probable que la corrélation soit établie avec les concentrations en COHV.

Les mesures PID n'ayant pas été faites dans l'ensemble des campagnes, les odeurs seront recoupées avec l'analyse cartographique.

La mesure de la zone de sol imbibé et noire ne sera pas prise en compte dans l'analyse cartographique car elle représente un point seul, isolé, et dans la mesure où il n'existe pas de sondages voisins (impossibles à faire), l'inclure engendrerait des distorsions

en introduisant des artéfacts dans la cartographie, surtout au vu des méthodes d'interpolations sensibles aux points voisins.

Vu la forte disparité des données, les cartographies des concentrations ont été réalisées, au cas par cas, par la méthode d'interpolation de « les plus proches voisins » ou par la méthode de « l'inverse distance avec recherche du plus proche voisin » avec ajustement des paramètres jusqu'à obtention une carte la plus représentative possible pour chaque tranche métrique de sol, ou a minima, la carte présentant le moins d'artéfacts et d'effets de bord possible.

Aucune cartographie n'a été réalisée au-delà de 4 m car vu le peu de données disponibles et leurs disparité, l'influence des points éloignés aurait été beaucoup trop importante et par conséquent, l'interpolation obtenue aurait été surestimée et entachée de beaucoup trop d'incertitudes.

En somme, les interpolations montrent :

- Des spots isolés en hydrocarbures se distinguent. Ils se trouvent à l'est du transformateur, autour de l'aire de lavage des métaux et à l'angle sud-est du bâtiment. L'extension la plus importante se trouve entre 2 et 3 m ;
- Au-delà de 3 m, la pollution en hydrocarbures baisse significativement (de plus de 4000 mg/kg). Ceci peut s'expliquer par le fait que les hydrocarbures sont moins denses que l'eau, et que par conséquent, ils flottent sur le toit de la nappe et évoluent dans sa zone de battement ;
- Une extension latérale mal maitrisée en raison de l'absence de données à des endroits et à certaines profondeurs, en particulier, à l'angle sud-est du bâtiment et dans le local loué. Ceci augmente les incertitudes concernant la répartition des hydrocarbures.
- La pollution la plus concentrée en COHV se trouve, principalement, au droit et en aval de l'aire de lavage des métaux ainsi qu'à l'est du transformateur ;
- L'extension de la pollution en COHV dans la tranche 1 et 3 m est quasi identique ;
- A partir de 3 m, on observe une propagation de la pollution en direction du nord/nord-ouest. Ceci peut s'expliquer par l'influence de l'écoulement de la nappe sur le transport du polluant ;
- Au contraire des COHV, les hydrocarbures concernés sont moins mobiles et restent bien concentrés autours de zones bien définies.
- Pour l'extension verticale, on remarque d'une manière générale des pics de concentrations au niveau de la tranche 1-3 m puis une décroissance des teneurs au-delà ;
- Les odeurs détectées lors des investigations sont corrélées avec les concentrations en hydrocarbures, quant aux mesures PID, elles sont corrélées aux COHV.

Par conséquent, l'analyse cartographique montre que le site est concerné par des pollutions concentrées en COHV et HCT, localisées à l'est du transformateur, aux alentours du bâtiment et à l'angle sud-est du bâtiment.

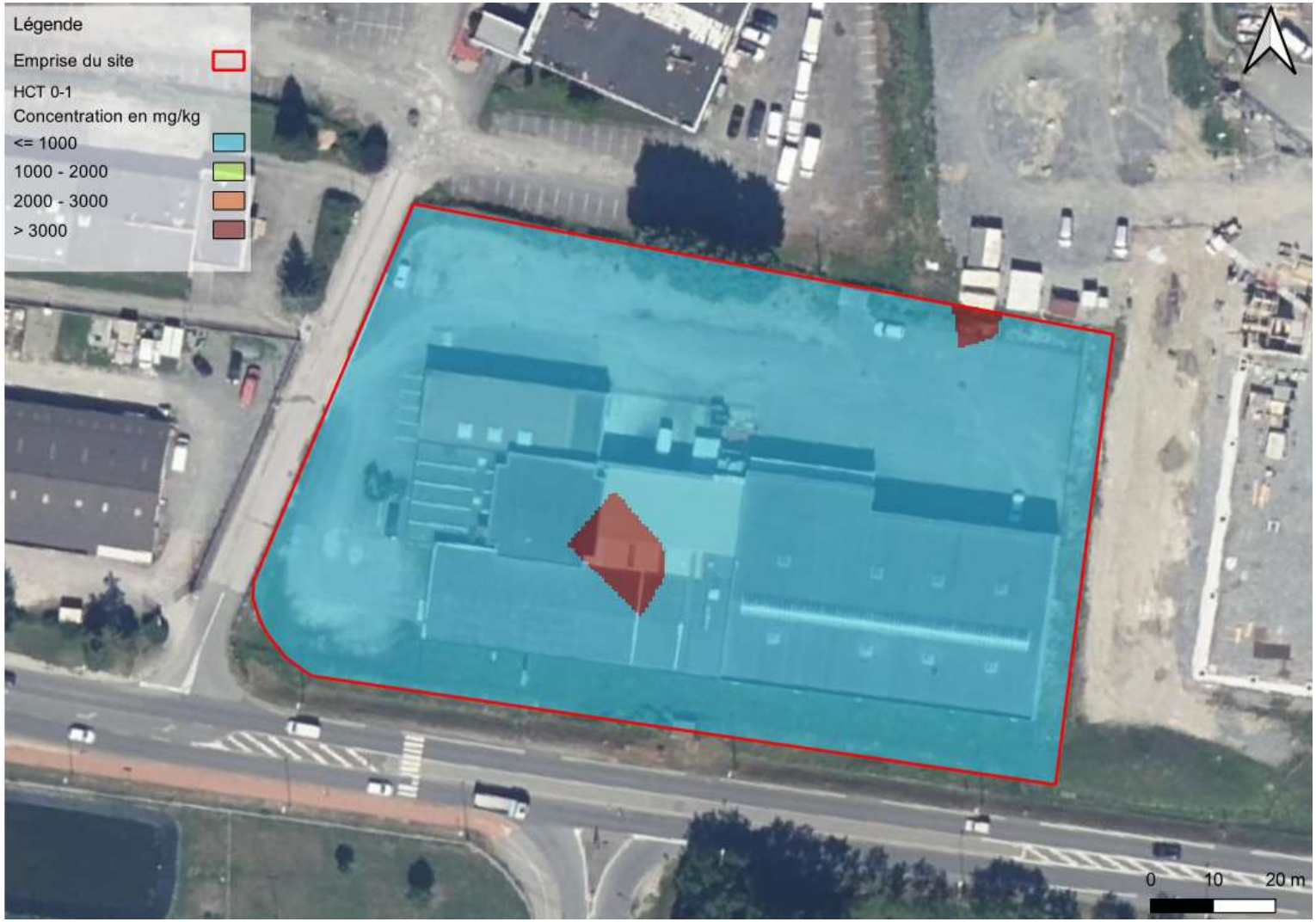



*Figure 25 : Cartographie de la distribution des concentrations en HCT C10-C40 entre 0 et 1 m de profondeur*

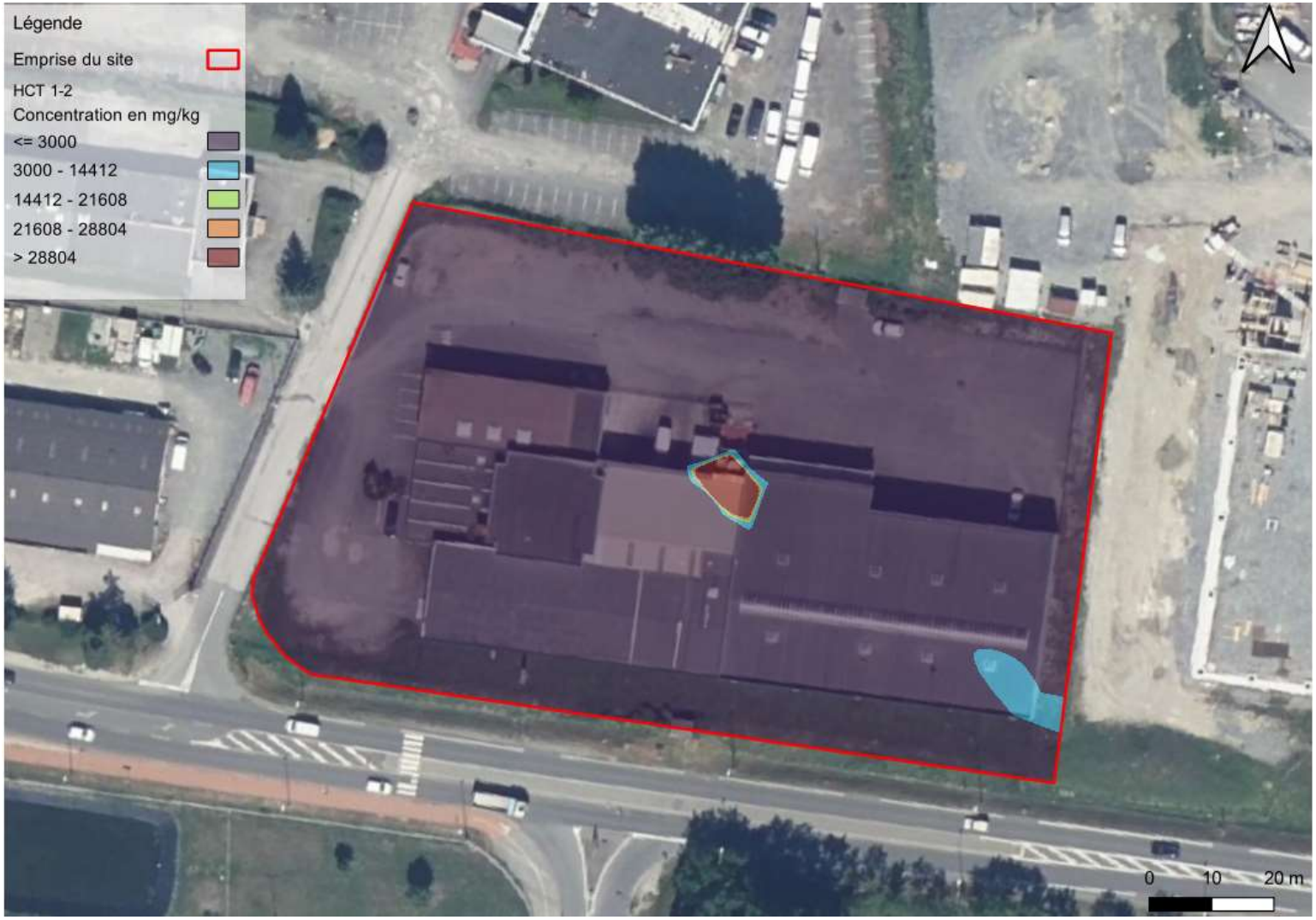



*Figure 26 : Cartographie de la distribution des concentrations en HCT C10-C40 entre 1 et 2 m de profondeur*




*Figure 27 : Cartographie de la distribution des concentrations en HCT C10-C40 entre 2 et 3 m de profondeur*




*Figure 28 : Cartographie de la distribution des concentrations en HCT C10-C40 entre 3 et 4 m de profondeur*




*Figure 29 : Cartographie de la distribution des concentrations en COHV entre 0 et 1 m de profondeur*




*Figure 30 : Cartographie de la distribution des concentrations en COHV entre 1 et 2 m de profondeur*




*Figure 31 : Cartographie de la distribution des concentrations en COHV entre 2 et 3 m de profondeur*

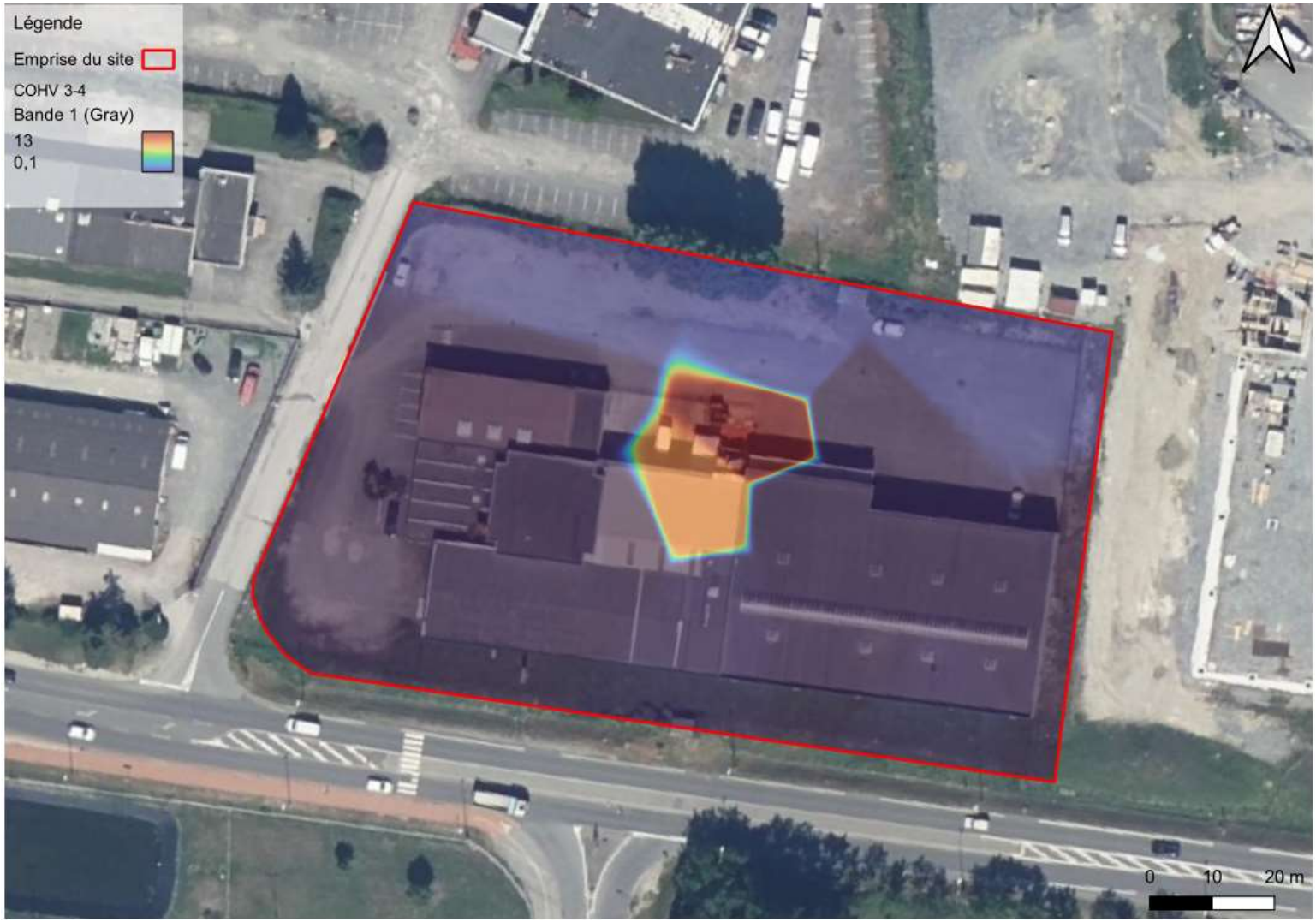



*Figure 32 : Cartographie de la distribution des concentrations en COHV entre 3 et 4 m de profondeur*

### 9.1.2 Analyse statistique (méthode 3)

L'objectif de l'analyse statistique est de caractériser la présence d'un éventuel bruit de fond et/ou de valeurs anormales significativement différentes dans la distribution des concentrations des sondages réalisés. Elle doit donc permettre de rechercher et distinguer les différentes populations de valeurs présentes et de proposer un seuil de coupure pour la pollution concentrée, basé sur les différentes populations de valeurs qui ont pu être identifiées.

L'analyse statistique proposée s'appuie sur plusieurs approches :

- L'analyse statistique simple des données ;
- L'analyse des fréquences cumulées.

La démarche a été réalisée pour les HCT C10-C40 et la somme des COHV.

Selon le principe de précaution, les concentrations non détectable seront considérées égales à la limite de quantification du laboratoire.

| | HCT C10-C40 | COHV |
|---|---|---|
| Nombre d'échantillons | 111 | 111 |
| Nombre échantillons <LQ | 20 | 54 |
| Minimum | 20 | 0,05 |
| Moyenne | 1 649 | 3,23 |
| Médiane | 130 | 0,11 |
| Ecart type | 5 203 | 17,25 |
| Maximum | 37 000 | 130,1 |
| Percentile 25 | 32,7 | 0,10 |
| Percentile 75 | 970 | 0,48 |
| Percentile 80 | 1 340 | 0,72 |
| Percentile 85 | 2 380 | 1,65 |
| Percentile 90 | 3 240 | 4,00 |
| Percentile 95 | 7 325 | 6,79 |

*Tableau 30 : Calculs statistiques de base sur les concentrations en COHV et HCT*

D'après ce tableau, il ressort que :

- 75 % des concentrations en hydrocarbures sont inférieures ou égales à 970 mg/kg ;
- 75 % des concentrations en COHV sont inférieures ou égales à 0,48 mg/kg;
- 90 % des concentrations en hydrocarbures sont inférieures ou égales à 3 240 mg/kg ;
- 90 % des concentrations en COHV sont inférieures ou égales à 4,00 mg/kg.

Ensuite, il a été établi les graphiques représentant la distribution des fréquences cumulées reportée sur une échelle semi-logarithmique, si nécessaire.

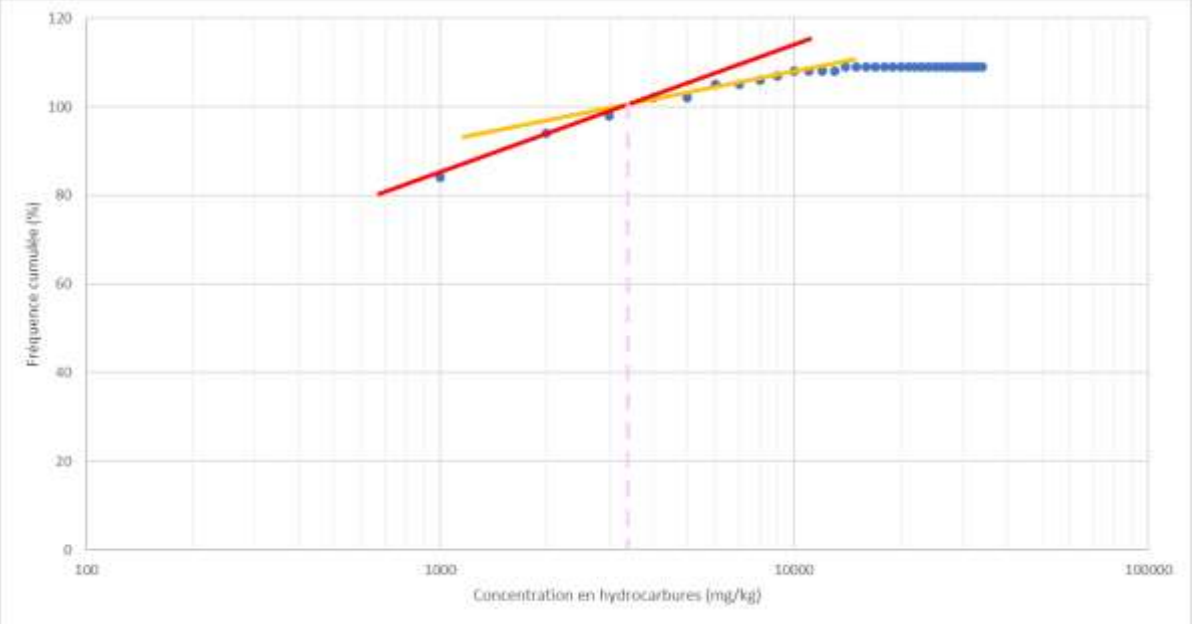



*Figure 33 : Fréquence cumulée des hydrocarbures – intervalle de 1 000 mg/kg*

La figure précédente montre une rupture de pente vers 3 500 mg/kg, cohérente avec le percentile 90 de 3 240 mg/kg.

Un graphique de répartition des concentrations en hydrocarbures a également été réalisé :

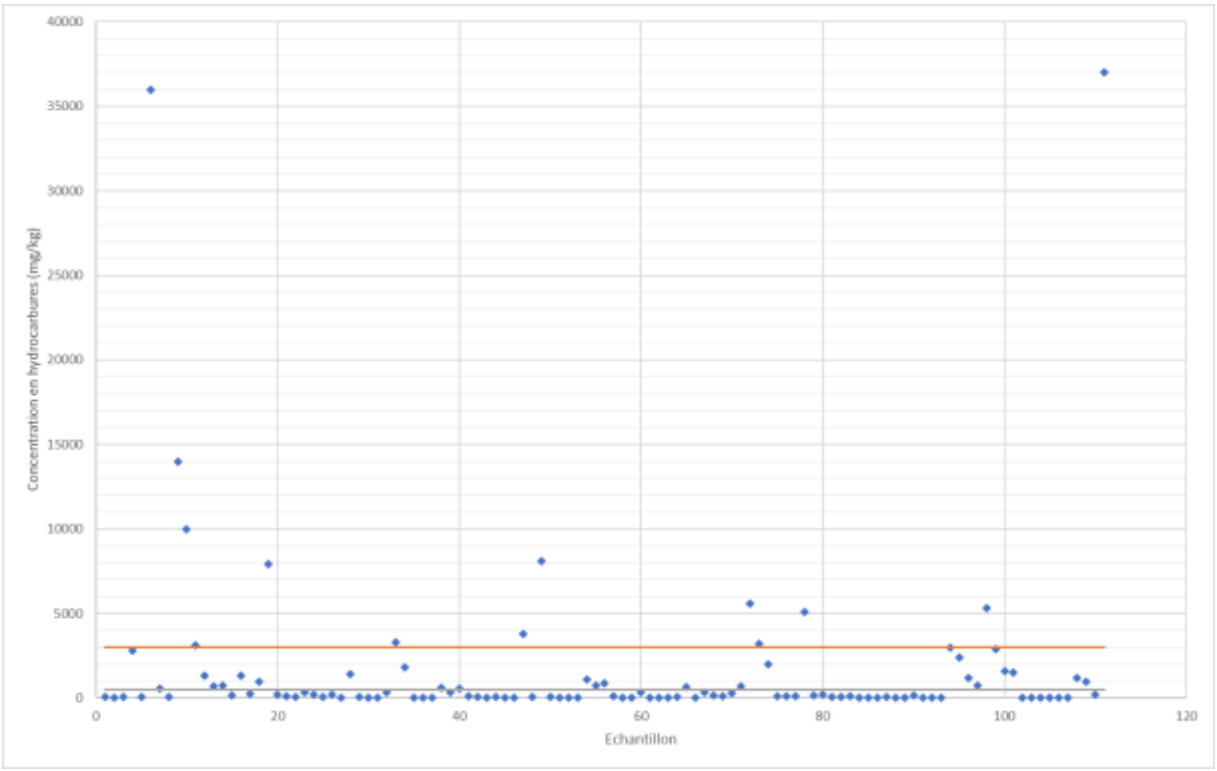



*Figure 34 : Répartition des concentrations en hydrocarbures*

La figure précédente fait apparaitre un pool d'échantillon entre 0 et environ 500 mg/kg, qui serait assimilable au bruit de fond du site, un second entre 500 et 3 000 mg/kg qui serait assimilable à une pollution diffuse, et à quelques points isolés au-delà de 3 000 mg/kg. Ce graphique est cohérent avec l'analyse statistique des données qui montre que 90% des échantillons présentent des concentrations inférieures à 3 250 mg/kg.

Sur la base de cette analyse, une valeur limite de définition de la pollution concentrée en hydrocarbures pourrait être proposée à **3 000 mg/kg**.

La répartition des concentrations montre qu'il y a trois zones de pollution concentrée, une zone autour des sondages S1, S3, ES6, C5 et C6 (intérieur du bâtiment), la seconde, autour des sondages S13, S11 et ES10 (est du transformateur), et la dernière vers S8 et ES9 (sud-est du bâtiment). Ceci est cohérent avec l'analyse cartographique.

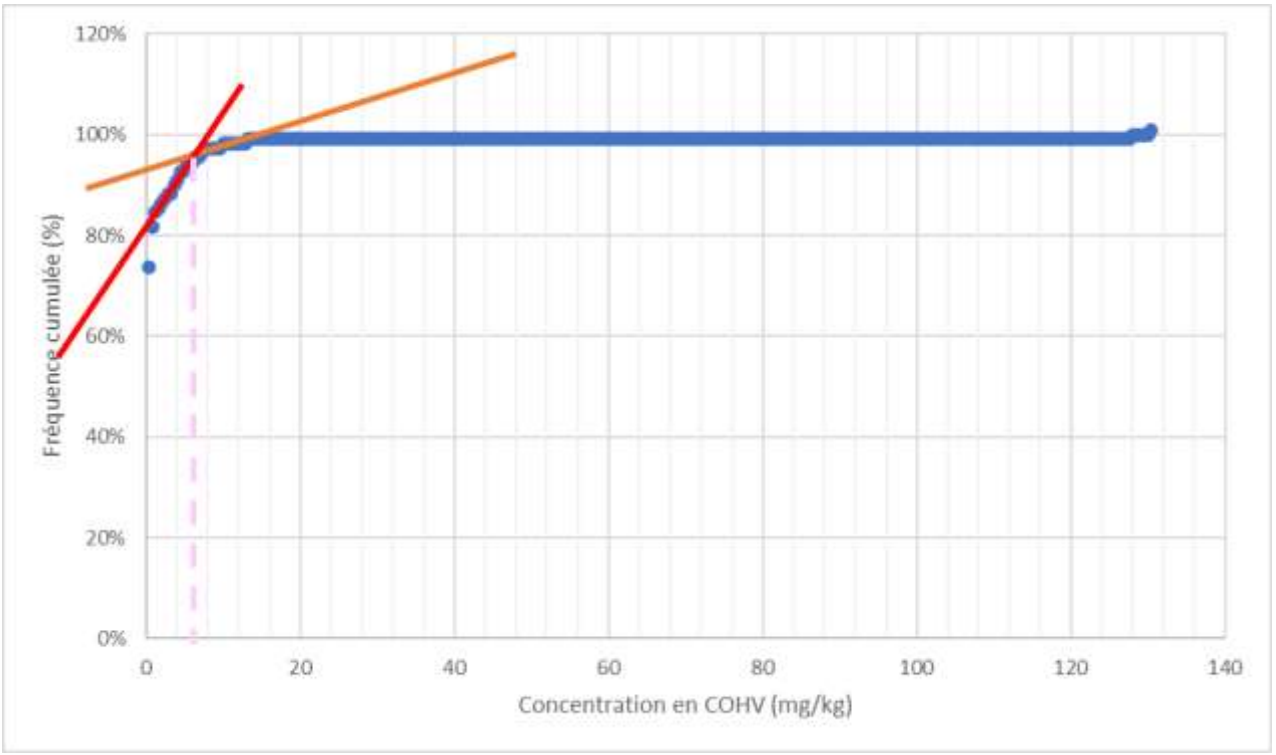



*Figure 35 : Fréquence cumulée des COHV – intervalle de 0,4 mg/kg*

La figure précédente montre une rupture de pente vers 6 mg/kg, cohérente avec le percentile 95 de 6,79 mg/kg.

Un graphique de répartition des concentrations en hydrocarbures a également été réalisé :

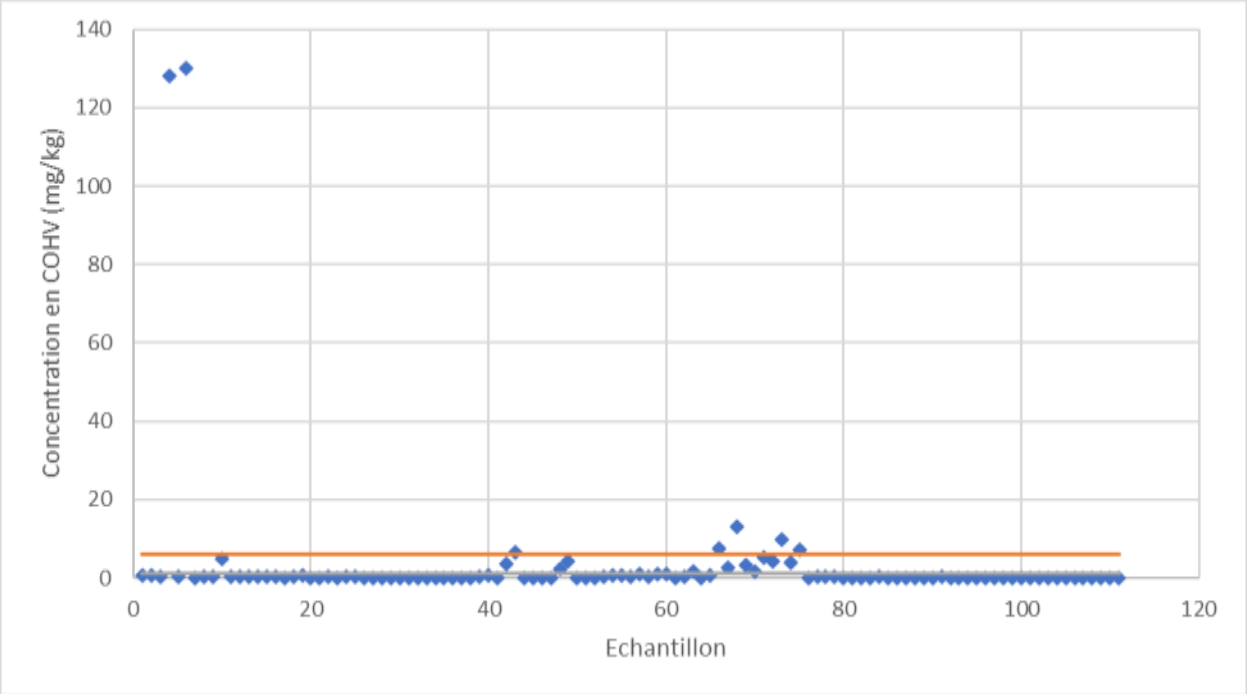



*Figure 36 : Répartition des concentrations en COHV*

La figure précédente fait apparaitre un pool d'échantillon entre 0 et environ 1 mg/kg, qui serait assimilable au bruit de fond du site, un second entre 1 et 6 mg/kg qui serait assimilable à une pollution diffuse, et à quelques points isolés au-delà de 6 mg/kg. Ce graphique est cohérent avec l'analyse statistique des données qui montre que 95% des échantillons présentent des concentrations inférieures à 6,79 mg/kg.

Sur la base de cette analyse, une valeur limite de définition de la pollution concentrée en COHV pourrait être proposée à **6 mg/kg**.

La répartition des concentrations montre qu'il y a deux zones de pollution concentrée, une zone à l'intérieur du bâtiment ( autour des sondages ES6, C4 et C5) et la seconde, à l'est du transformateur(autour des sondages S13, S11 et ES10).

### 9.1.3 Bilan massique (méthode 4)

Il s'agit de déterminer un seuil de coupure (ou objectif de dépollution) « théorique », au-dessus duquel il serait intrinsèquement intéressant de traiter ces sols afin de retirer le maximum de la masse de polluant, tout en ne traitant qu'un volume de sol limité.

Ce seuil de coupure théorique ne tient donc pas compte, à ce stade, des autres dimensions essentielles d'un projet de dépollution, que sont (notamment) :

- Le volet sanitaire ;
- La mobilité des polluants ;
- Les techniques de dépollution disponibles ;
- Les objectifs de qualité des milieux ;
- Les aspects financiers.

Nous rappelons que cette méthode sera réalisée sur la base des interpolations faites pour l'analyse cartographique. Les volumes en résultant comporterons les incertitudes afférentes à ce type de calcul (incertitudes liées à la méthode d'interpolation, à la quantité et l'homogénéité de l'échantillonnage…). Un bilan massique peut être surestimé ou sous-estimé. Néanmoins, il peut constituer un bon outil pour donner un ordre de grandeur qui sera recoupé avec les méthodes plus haut.

Vu le peu de données disponibles au-delà de 4 m, l'horizon 4-6 m n'est pas jugé pertinent pour cette méthode. Le bilan massique donc sera réalisé pour la tranche 0-4 m uniquement. D'autant plus qu'au-delà de 4 m, les concentrations présentent une tendance générale à la baisse et que le maximum de concentration est observé plus haut.

La démarche suivie est la suivante :

- Modéliser la répartition spatiale de la pollution, aussi bien horizontalement que verticalement afin de définir des courbes d'iso-concentrations pour chaque horizon jugé pertinent ;
- Calculer les volumes de sol correspondant à chaque plage de concentration (définie par chaque couple de courbes d'iso-concentrations)
- Calcul de la masse de polluant présente dans chaque volume, à partir de la densité du sol (estimée à 1,8) et de la concentration moyenne de la plage de concentration considérée ;
- Etudier la répartition des pourcentages de volume de sol et de la masse de polluant en fonction des plages de concentrations et définir le seuil de coupure théorique (correspondant au retrait d'une quantité significative de polluant tout en traitant un volume limité de sol).

Les résultats obtenus sont présentés ci-après.

| Gamme de concentrations (mg/kg) | Seuil de coupure (mg/kg) | Moyenne de concentration de la gamme | Volume de sol de la gamme ($m^3$) | Masse de polluant (t) | Volume de sol mis en traitement (%) | Masse HCT cumulée (%) | Ratio (% HCT / % sol) de la gamme |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0-500 | 0 | 250 | 33 241 | 14,07 | 100,0% | 100% | 0,49 |
| 500-1 000 | 500 | 750 | 1 728 | 2,33 | 10,7% | 56% | 1,48 |
| 1 000-1 500 | 1 000 | 1 250 | 749 | 1,69 | 6,1% | 49% | 2,47 |
| 1 500-2 000 | 1 500 | 1 750 | 212 | 0,67 | 4,0% | 44% | 3,46 |
| 2 000-2 500 | 2 000 | 2 250 | 115 | 0,47 | 3,5% | 42% | 4,45 |
| 2 500-3 000 | 2 500 | 2 750 | 207 | 1,02 | 3,2% | 41% | 5,44 |
| 3 000-3 500 | 3 000 | 3 250 | 421 | 2,46 | 2,6% | 38% | 6,43 |
| > 3 500 | 3500 | 10 399 | 546 | 10,22 | 1,5% | 30% | 20,58 |

*Tableau 31 : Répartition de la masse de HCT dans le sol*

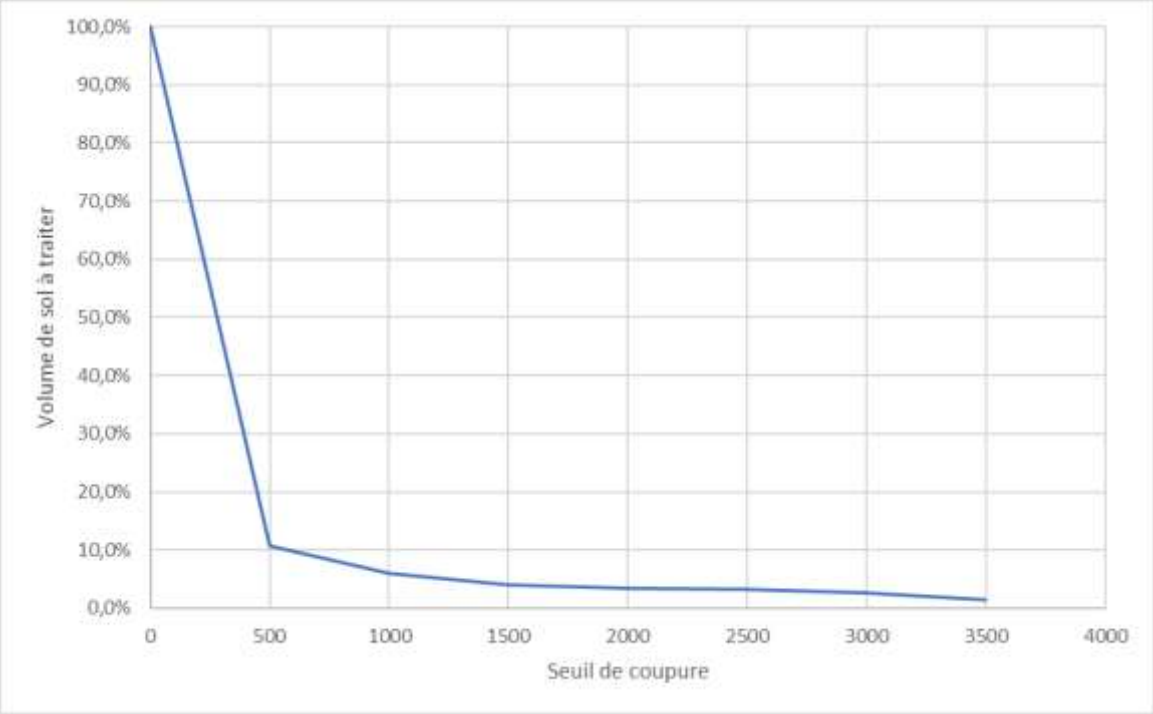



*Figure 37 : Evolution du volume de sol pollué en HCT en fonction du seuil de coupure*

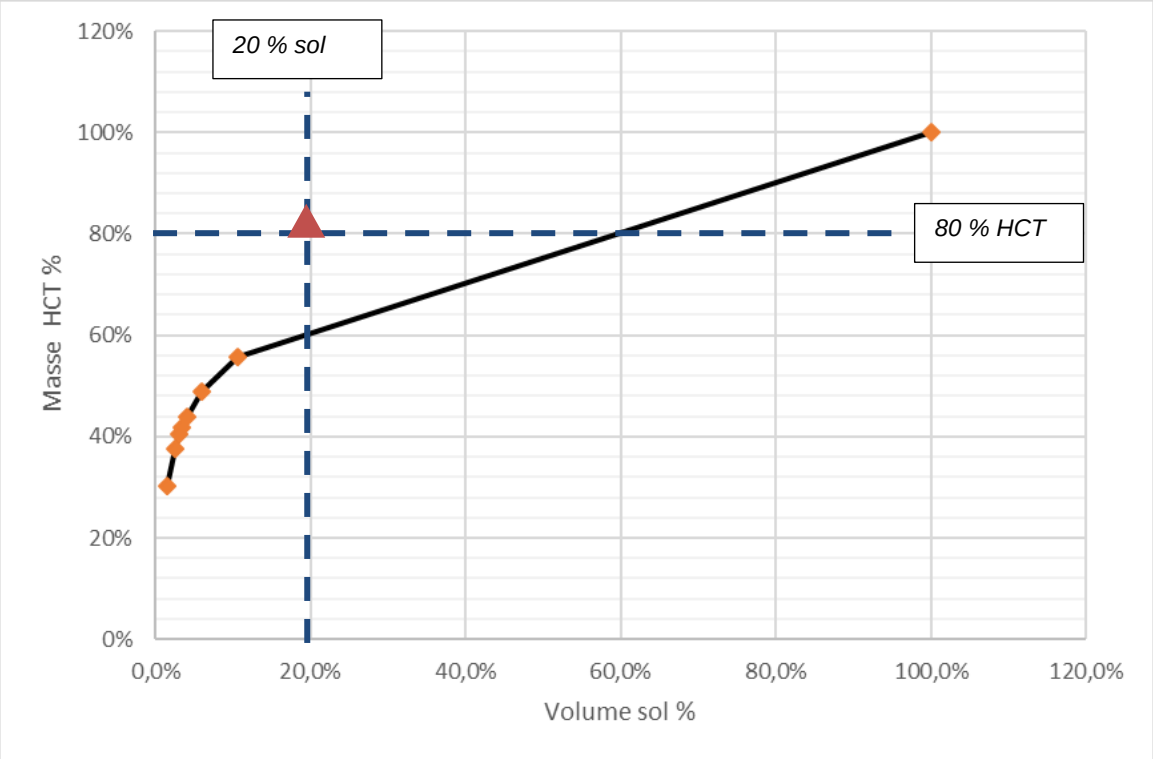



*Figure 38 : Bilan massique _ HCT*

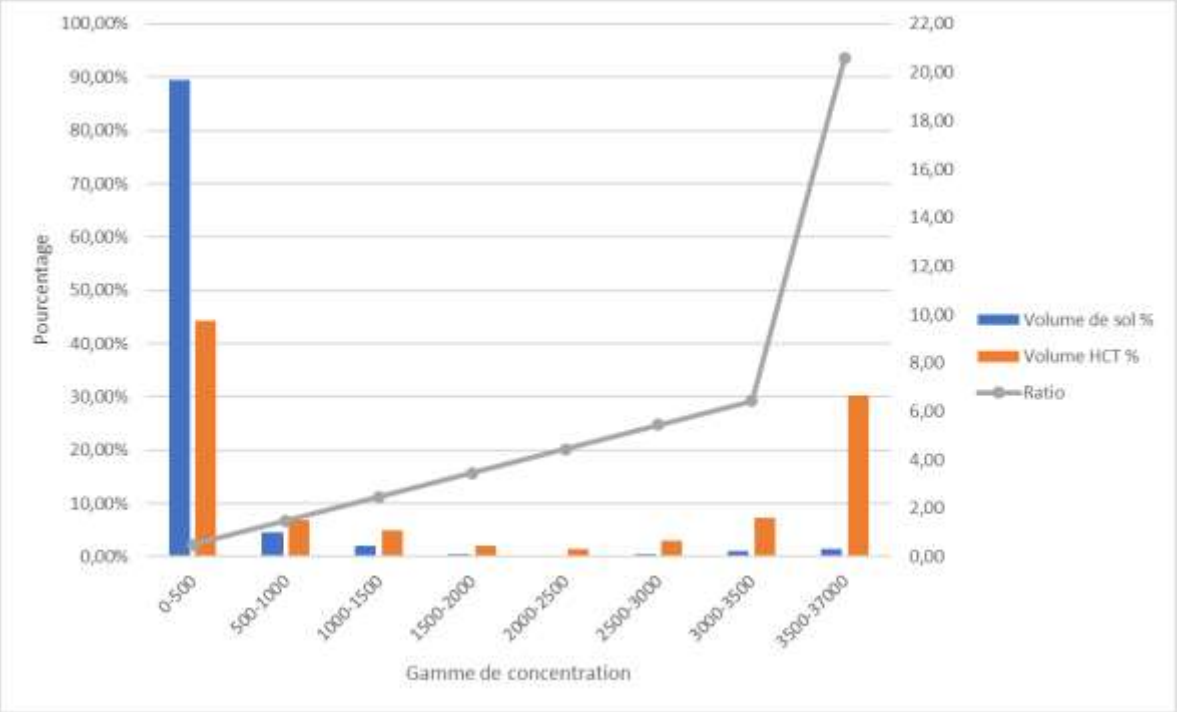



*Figure 39 : Répartition des volumes et masses HCT*

Les figures précédentes montrent que fixer un seuil théorique en hydrocarbures totaux à :

- 1 000 mg/kg, permet de traiter environ 49 % de la masse de polluant en ne traitant que 6,1 % du volume total de sol.
- 2 000 mg/kg, permet de traiter environ 42 % de la masse de polluant en ne traitant que 3,5 % du volume total de sol.
- 3 000 mg/kg, permet de traiter environ 38 % de la masse de polluant en ne traitant que 2,6 % du volume total de sol.

En traçant l'évolution du volume de terre par gamme de concentrations en fonction des seuils de coupure équivalents, on peut constater une inflexion de la courbe vers 500 mg/kg. Cela correspond au seuil à partir duquel il n'est clairement pas pertinent de traiter les volumes de sols présentant une concentration inférieure à 500 mg/kg. On constate également que pour les sols présentant une concentration supérieure à 500 mg/kg, le ratio pourcentage de la masse de polluant/pourcentage du volume de sol est pertinent (supérieur à 1) et devient très intéressant (supérieur à 2).

Le bilan massique nous renseigne que des seuils de coupures fixés à **500 et 1** 000mg**/kg** paraissent pertinent.

L'ensemble de ces éléments montrent également que l'application du « principe de Paretto » classiquement recherché n'est pas envisageable pour les hydrocarbures car la pollution observée s'apparente davantage à la présence de « spots » de pollution.

| Gamme de concentrations (mg/kg) | Seuil de coupure (mg/kg) | Moyenne de concentration de la gamme | Volume de sol de la gamme ($m^3$) | Masse estimée des COHV (kg) | Volume de sol mis en traitement (%) | Masse COHV cumulée (%) | Ratio (% COHV / % sol) de la gamme |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0-0,5 | 0 | 0,25 | 30 117 | 16,3 | 100% | 100% | 0,21 |
| 0,5-1 | 0,5 | 0,75 | 4 775 | 6,4 | 19,1% | 82,7% | 0,53 |
| 1-1,5 | 1 | 1,25 | 547 | 1,2 | 6,22% | 75,8% | 0,89 |
| 1,5-2 | 1,5 | 1,75 | 295 | 0,9 | 4,75% | 74,5% | 1,25 |
| 2-2,5 | 2 | 2,25 | 75 | 0,3 | 3,96% | 73,5% | 1,60 |
| 2,5-3 | 2,5 | 2,75 | 46 | 0,2 | 3,76% | 73,2% | 1,96 |
| 3-3,5 | 3 | 3,25 | 108 | 0,6 | 3,63% | 72,9% | 2,32 |
| 3,5-4 | 3,5 | 3,75 | 58 | 0,4 | 3,34% | 72,3% | 2,67 |
| 4-4,5 | 4 | 4,25 | 87 | 0,7 | 3,19% | 71,9% | 3,03 |
| 4,5-5 | 4,5 | 4,75 | 35 | 0,3 | 2,95% | 71,2% | 3,39 |
| 5-5,5 | 5 | 5,25 | 43 | 0,4 | 2,86% | 70,8% | 3,74 |
| 5,5-6 | 5,5 | 5,75 | 20 | 0,2 | 2,75% | 70,4% | 4,10 |
| > 6 | 6 | 36,6 | 1 002 | 65,9 | 2,69% | 70,2% | 26,07 |

*Tableau 32 : Répartition de la masse des COHV dans le sol*

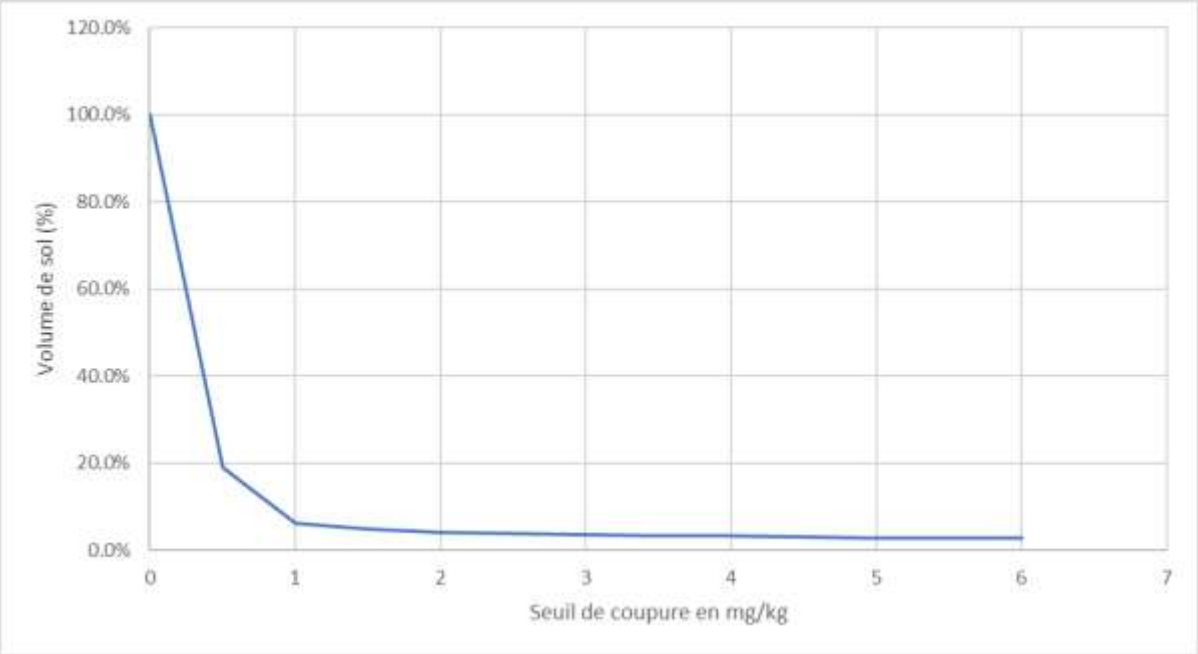



*Figure 40 : Evolution du volume de sol pollué en COHV en fonction du seuil de coupure*

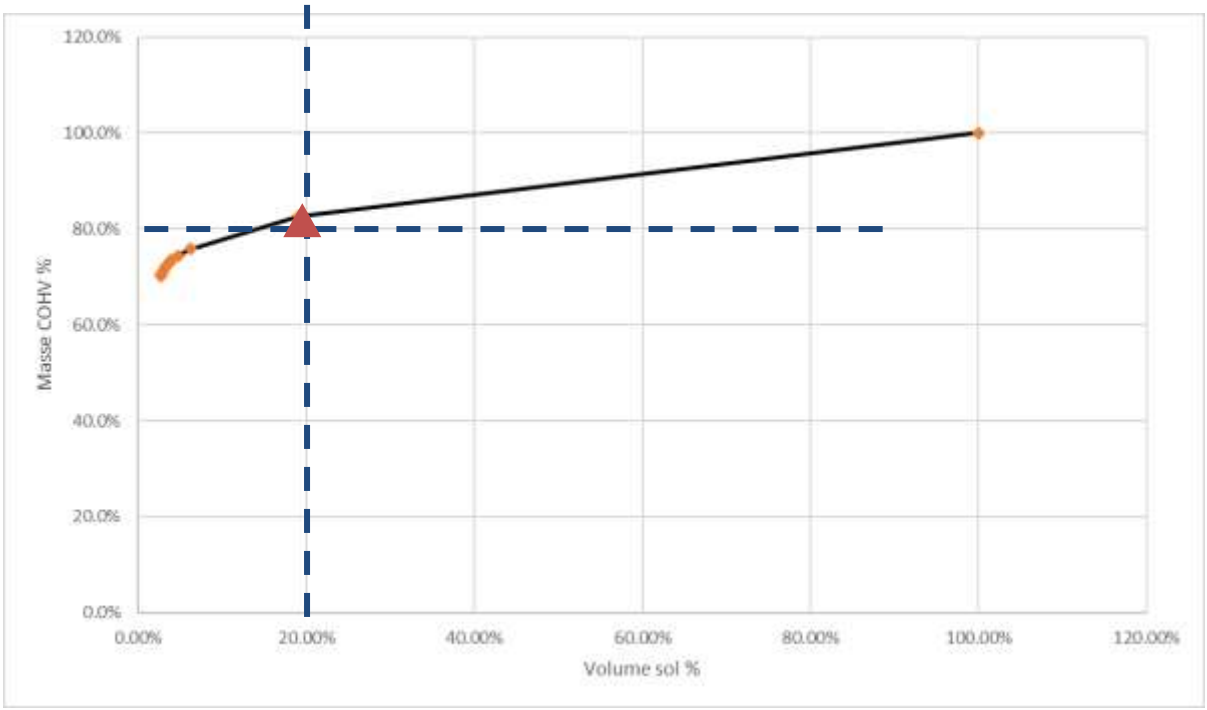



*Figure 41 : Bilan massique _ COHV*

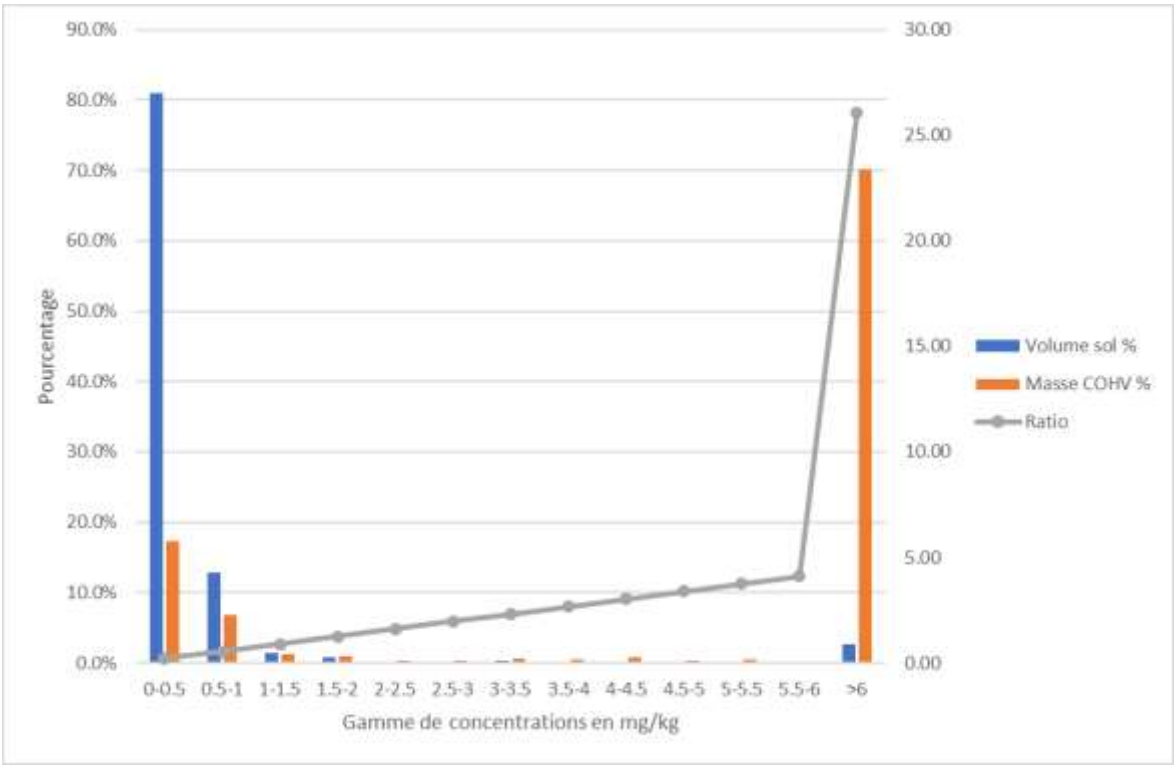



*Figure 42 : Répartition des volumes et masses des COHV*

Les figures précédentes montrent que fixer un seuil théorique en COHV à :

- 1 mg/kg, permet de traiter environ 75,8 % de la masse de polluant en ne traitant que 6,2 % du volume total de sol,

- 4 mg/kg, permet de traiter environ 71,9 % de la masse de polluant en ne traitant que 3,2 % du volume total de sol.
- 6 mg/kg, permet de traiter environ 70 % de la masse de polluant en ne traitant que 2,7 % du volume total de sol.

En traçant l'évolution du volume de terre par gamme de concentrations en fonction des seuils de coupure équivalents, on peut constater une inflexion de la courbe vers 0,5 mg/kg. Cela correspond au seuil à partir duquel il n'est clairement pas pertinent de traiter les volumes de sols présentant une concentration inférieure à 0,5 mg/kg. On constate également que le ratio pourcentage de la masse de polluant/pourcentage du volume de sol devient significativement supérieur à 1 à partir d'une concentration supérieure 1,5 mg/kg et très intéressant (supérieur à 2) à partir d'une concentration supérieure à 3 mg/kg. Si l'on s'intéresse aux seuils en dessous, l'intérêt devient moins évident dans la mesure où le pourcentage de masse retiré est inférieur à celui du volume de sol correspondant.

Le bilan massique nous renseigne que des seuils de coupure théorique fixés à 1,5 à 3 mg/kg paraissent pertinent.

Le principe de Paretto semble atteignable pour les COHV avec un seuil de coupure fixé à 0,5 mg/kg avec lequel il sera récupéré presque 82% de la pollution en traitant environ 19 % du volume du sol. Toutefois, le ratio pourcentage de la masse de polluant/pourcentage du volume de sol mis en traitement est très bas et clairement pas pertinent.

### 9.1.4 Conclusions sur les seuils de coupure

Le tableau suivant présente une synthèse des calculs des trois seuils de coupure déterminés plus haut.

| Méthode | N° de paires des seuils de coupure | COHV | | | HCT | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Seuil de coupure (mg/kg) | Masse de polluant traité (%) | Volume de sol mis en traitement ($m^3$) | Seuil de coupure (mg/kg) | Masse de polluant traité (%) | Volume de sol mis en traitement ($m^3$) |
| Analyse statistique | 1 | 6 | 70,2 | 1 002 | 3 000 | 36 | 973 |
| Bilan massique | 2 | 3 | 72,9 | 1 352 | 1 000 | 47 | 2 251 |
| | 3 | 1,5 | 74,5 | 4,75 | 500 | 61 | 16 |

*Tableau 33 : Bilan de la définition des seuils de coupures*

Dans ce qui suit, le modèle hydrogéologique suivant :

- Zone non saturée entre 0,0 et 2,5 m ;
- Zone saturée au-delà de 2,5 m de profondeur.

Dans la couche 2 – 3 m, il est pris une répartition 50% ZNS et 50% ZS.

Les tableaux suivants présentent les calculs des volumes de sol à traiter pour chaque jeu de seuils.

| Lithologie | Profondeur | COHV + HCT | | COHV>6 et HCT<3 000 | | COHV < 6 et HCT> 3 000 | | Total en zone non saturée (m³) | Total en zone saturée (m³) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Surface commune (m²) | Volume (m³) | Surface (m²) | Volume (m³) | Surface (m²) | Volume (m³) | | |
| Limon sableux fins | 0 – 1 m | 0 | 0 | 0 | 0 | 204 | 204 | **816** | - |
| Limon sableux fins +/- graveleux | 1 – 2 m | 92 | 92 | 108 | 108 | 95 | 95 | | |
| Sable limoneux et graviers | 2 – 3 m | 6 | 6 | 237 | 237 | 392 | 392 | | **896** |
| | 3 – 4 m | 181 | 181 | 393 | 393 | 4 | 4 | - | |
| **Total** | | **279** | **279** | **738** | **738** | **695** | **695** | **1 712** | |

*Tableau 34 : Bilan des volumes de sols mis en traitement avec la paire de seuils 1*

| Lithologie | Profondeur | COHV + HCT | | COHV>3 et HCT<1 000 | | COHV < 3 et HCT> 1 000 | | Total en zone non saturée (m³) | Total en zone saturée (m³) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Surface commune (m²) | Volume (m³) | Surface (m²) | Volume (m³) | Surface (m²) | Volume (m³) | | |
| Limon sableux fins | 0 – 1 m | 0 | 0 | 0 | 0 | 226 | 226 | **1 650** | - |
| Limon sableux fins +/- graveleux | 1 – 2 m | 177 | 177 | 184 | 184 | 279 | 279 | | |
| Sable limoneux et graviers | 2 – 3 m | 200 | 200 | 376 | 376 | 992 | 992 | | **1 564** |
| | 3 – 4 m | 200 | 200 | 415 | 415 | 165 | 165 | **-** | |
| **Total** | | **577** | **577** | **975** | **975** | **1 662** | **1 662** | **3 214** | |

*Tableau 35 : Tableau 36 : Bilan des volumes de sols mis en traitement avec le seuil 2*

| Lithologie | Profondeur | COHV + HCT | | COHV>1,5 et HCT<500 | | COHV < 1,5 et HCT> 500 | | Total en zone non saturée (m³) | Total en zone saturée (m³) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Surface commune (m²) | Volume (m³) | Surface (m²) | Volume (m³) | Surface (m²) | Volume (m³) | | |
| Limon sableux fins | 0 – 1 m | 0 | 0 | 67 | 67 | 1 000 | 1 000 | **2 909** | |
| Limon sableux fins +/- graveleux | 1 – 2 m | 222 | 222 | 213 | 213 | 404 | 404 | | |
| Sable limoneux et graviers | 2 – 3 m | 225 | 225 | 380 | 380 | 1 401 | 1 401 | | **2 184** |
| | 3 – 4 m | 206 | 206 | 455 | 455 | 520 | 520 | | |
| **Total** | | **653** | **653** | **1 115** | **1 115** | **3 325** | **3 325** | **5 093** | |

*Tableau 37 : Bilan des volumes de sols mis en traitement avec la paire de seuils 3*

Les tableaux précédents nous renseignent que le volume total de sol mis en traitement avec les seuils obtenus du bilan massique, correspond à plus du double du volume mis en traitement avec les seuils obtenus de l'analyse statistique, et ce, pour un faible gain de pollution retirée.

L'aspect économique sera le facteur déterminant pour trancher sur la paire à retenir. La justification financière réalisée à l'issue du bilan coût/avantage suggère que l'économiquement acceptable se situe au niveau de la paire 1. De plus, cette paire converge avec celle obtenue à partir de l'analyse statistique et cartographique.

**Pour l'ensemble de ces raisons, et sauf avis contraire du service instructeur, il est proposé de retenir comme seuils de réhabilitation : 3 000 mg/kg pour les hydrocarbures et 6 mg/kg pour les COHV car ils permettent de retirer le maximum de la masse du polluant (amélioration de la qualité de l'environnement) avec un volume de sol limité à traiter (techniquement et économiquement acceptable).**

Une attention particulière devra être apportée au potentiel de relargage des polluants en phase travaux.

La figure suivante synthétise l'emprise des zones de pollution concentrée, pour chaque tranche de sol. Les formes ont été simplifiées par rapport à celles issues des interpolations.




*Figure 43 : Localisation des zones de pollution concentrée entre 0 et 1 m de profondeur*




*Figure 44 : Localisation des zones de pollution concentrée entre 1 et 2 m de profondeur*




*Figure 45 : Localisation des zones de pollution concentrée entre 2 et 3 m de profondeur*




*Figure 46 : Localisation des zones de pollution concentrée entre 3 et 4 m de profondeur*

## 9.2 Evaluation des techniques de traitement disponibles

### 9.2.1 Méthodologie

La stratégie de réhabilitation du site a été déterminée en référence à :

- L'outil d'aide à la décision SELECDEPOL ;
- La méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués rédigée par la Direction générale de la Prévention des Risques, Bureau du sol et du sous-sol, en avril 2017 ;
- Le guide méthodologique du BRGM « Quelles techniques pour quels traitements – Analyse coûts-bénéfices » de juin 2010 ;
- Le guide ADEME « Taux d'utilisation et coût des différentes techniques et filières de traitement des sols et des eaux souterraines pollués en France » d'octobre 2014 ;
- Guide technique du projet ESTRAPOL de l'ADEME de septembre 2019.

Au droit de l'emprise d'étude, à l'issue des différentes études réalisées, il s'avère nécessaire de mettre en œuvre un traitement des pollutions concentrées, de gérer les impacts ponctuels à plus diffus sur le long terme et s'assurer que l'ensemble de ces mesures permet bien d'atteindre la compatibilité sanitaire avec les projets d'aménagements et les différents usages projetés.

Les caractéristiques de la pollution du milieu souterrain et les contraintes liées au projet vont conditionner en grande partie les scénarios de gestion de la pollution envisageable sur le site.

### 9.2.2 Synthèse des enjeux et contraintes

Les principaux enjeux et contraintes identifiées sont présentées ci-après :

| Thématique | Enjeu ou contrainte particulière |
|---|---|
| Sources concentrées | 3 zones de pollution concentrée dans les sols en HCT identifiées dans le sol de profondeur en ZNS et ZS ;<br>2 zones de pollution concentrée en COHV marquées par le TCE et ses produits de dégradation. Les impacts sont présents en ZNS et ZS ;<br>1 zone principale au niveau de l'aire de lavage des métaux ;<br>2 zones secondaires situées à l'est du transformateur et au droit de la zone de stockage d'huiles. |
| Impacts sur la nappe | Impacts en COHV où les concentrations en aval sont jusqu'à 20 fois supérieures à celles en amont ;<br>Un impact significatif en HCT localisé au droit d'un piézomètre latéral. |
| Usages des eaux hors site | Il n'y a pas de prélèvements en nappe recensés dans les bases de données BNPE et BSS en aval immédiat ;<br>Le captage de Bonneville est présent dans l'autre rive de l'Arve ;<br>Pas d'établissements privés en aval hydraulique ;<br>Présence de l'Arve en aval qui pourrait faire office de barrière hydraulique. |
| Géologie | Limons sableux fins jusqu'à 2,5 m de profondeur environ avec des lentilles plus graveleuses à des endroits<br>Sable grossier, gravier et galets à quelques lentilles limoneuses jusqu'à 5-6 m de profondeur ;<br>Limon sableux +/- graveleux au-delà. |
| Hydrogéologie | Nappe à 2,5 – 3 m de profondeur dans les sables, graviers et limons |
| Caractéristique du sous-sol | Perméabilité minimum de la ZNS, mesurée avec un essai d'eau de type Porchet supérieure à $10^{-6}$ m/s<br>Teneur en eau mesurée en ZNS (1,2 m de profondeur) est de 22 % en moyenne ;<br>Terrains de faible compacité jusqu'à 2-3 m de profondeur et plus compacts en dessous mais saturés en eau. |
| Caractéristiques de la pollution | Pollution organique dont polluant hydrophobe (hydrocarbures lourds) et polluants volatiles (COHV) dont la mobilité est potentiellement significative ($K_d$ estimé < 14 L/kg pour le TCE) |
| Structures de surface | Un bâtiment occupe le site mais sera démoli en phase travaux |
| Proximité de cibles potentielles à ce jour | Le site est compris au sein d'une zone d'activité (usage non sensible). |
| Contraintes de délai et phasage | Dépollution rapide souhaitée |

*Tableau 38 : Synthèse des enjeux et contraintes*

### 9.2.3 Présélection des techniques envisageables

Il n'existe pas de schéma type de traitement mais diverses techniques éprouvées pourront être associées pour obtenir un résultat quantifiable. Le traitement pourra être adapté en cours de réhabilitation pour optimiser son efficacité. Cependant, une simplicité dans la mise en œuvre du traitement sera recherchée : une technique simple et éprouvée est toujours préférable à une technique sophistiquée qui limiterait le nombre d'entreprises répondant à une consultation et qui complexifierait la maintenance du dispositif.

Dans un premier temps, une présélection des techniques de traitement a été réalisée afin d'identifier celles potentiellement applicables au site, tenant compte des critères sus mentionnés.

Les techniques de traitement sont de trois types :

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

La présélection des techniques de dépollution envisageables présentée dans le tableau suivant a permis d'identifier les techniques de dépollution qui seront étudiées en détail dans ce plan de gestion :

**Pour la zone non saturée :**

- Excavation des terres polluées et envoi en centre de traitement hors site (biocentre ou centre de stockage) ;
- Excavation des terres polluées et traitement sur site, en biopile et par désorption thermique ;
- Traitement in-situ par venting/bioventing avec amélioration du procédé par injection d'air chaud et apport de nutriments.

**Pour la zone saturée :**

- Excavation des terres polluées et envoi en centre de traitement hors site (biocentre ou centre de stockage) ;
- L'extraction multi-phases ;
- Traitement in-situ par oxydation chimique.

Ces techniques présélectionnées sont étudiées en détail dans les chapitres suivants.

| Famille | Code norme | Technique proposée | Description | Technique envisageable | Technique non adaptée | Compatibilité avec le projet |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Zone non saturée** | | | | | | |
| Extraction physique de la pollution | C321a | Excavation | Excavation | **X** | | Les pollutions concentrées seront accessibles après démolition des bâtiments (hors contraintes géotechniques) |
| | C321b | Tri granulométrique | Criblage ou autre méthode de séparation des particules de différente taille. Collecte des particules fines qui contiennent généralement la plus grande partie de la pollution. | | **X** | Faible proportion d'éléments grossiers (fraction >4mm) triables potentiellement non impactés. |
| | C321c | Lavage à l'eau des terres Excavées | Lavage à l'eau des terres excavées pour extraction des fines ou des polluants solubles, avec tri granulométrique | | **X** | Faible proportion d'éléments séparables par lavage |
| | | | | | | |
| Traitement hors site | C321a | Biocentre | Excavation et envoi en centre de traitement biologique | **X** | | Adapté pour les zones impactées par les HCT |
| | C321a | Décharge | Excavation et envoi en centre de stockage | **X** | | Adapté pour les zones non impactées par les HCT |
| | C321a | Autres filières hors site pour polluants | Incinération, lavage, etc. | | **X** | Non rentable pour ces composés traitables par des filières classiques |
| | C321a | Autres filières hors site pour polluants inorganiques | Stabilisation avant stockage en K1 | | **X** | Non rentable pour ces composés traitables par des filières classiques |
| | | | | | | |
| Traitement sur site | C325a | Bioréacteur | Mélange des terres à de l'eau et traitement biologique de la boue polluée dans un réacteur adapté | | **X** | Complexe et non rentable pour ces composés traitables par des filières classiques |
| | C325d | Landfarming | Excavation des terres, tri, traitement des terres impactées par étalement sur le sol à l'air libre (faible épaisseur) et travail mécanique, réutilisation en remblais. | | **X** | Non adaptée pour les COHV (nécessité de chapiteau et d'extraction de gaz) |
| | C325b | Biopile | Excavation des terres, tri, traitement des terres impactées en biopile ventilée ou brassée, réutilisation en remblais. | **X** | | Efficace pour les HCT. Nécessite d'être couplé avec un traitement thermique pour les COHV |
| | C324b | Désorption thermique sur site | Passage des terres sur un atelier de désorption thermique mis en place sur site | **X** | | |
| | | | Chauffage du tertre par procédé adapté à la température à atteindre (par conductivité, courant électrique, injection de vapeur), et récupération des gaz | **X** | | |
| | C322b | Solidification/ stabilisation sur site | Passage de la machine ROTALIS ® avec épandeur de réactifs pour modifier la forme chimique des polluants et les rendre non mobilisables, puis réutilisation en remblais compactable | | **X** | Plutôt réservé à des polluants difficilement dégradables ou extractibles comme les métaux |
| | | | Excavation, stabilisation sur site par mélange avec réactif (ciment) pour modifier la forme chimique des polluants et les rendre non mobilisables, puis réutilisation en remblais liquide durcissable | | **X** | |
| | | | | | | |
| Traitement In situ | C311a | Venting / bioventing | Aspiration des gaz dans les sols favorisant la biodégradation des HC par oxygénation des milieux, et la volatilisation des composés volatils | **X** | | |
| | C313a | Lavage de la zone non saturée | Injection d'eau + réactif (acide/base/surfactant/tensio-actif/alcool) dans ZNS, avec récupération en nappe et traitement de l'effluent chargé | | **X** | Faible perméabilité du sol |
| | C313b | Oxydation chimique in situ | Injection d'oxydant en solution dans la ZNS, par puits ou pointe perdue | | **X** | Très onéreux pour les volumes de sol importants à traiter, difficultés techniques liées à l'hétérogénéité et à la faible perméabilité de la ZNS |
| | C314a | Désorption thermique in situ | Pose d'électrodes et passage d'un courant électrique. Chauffage par résistivité du sol, couplé en venting | | **X** | Surconsommation énergétique attendue du fait de la proximité de la nappe |
| | | | Pose de résistances chauffantes, couplé au venting | | **X** | |
| | | | Chauffage par injection vapeur | | **X** | |
| | C312d | Inertage (stabilisation en place - soil mixing) | Injection/mélange de réactif (ciment) dans le sol pour modifier la forme chimique des polluants et les rendre non mobilisables. | | **X** | Plutôt réservé à des polluants difficilement dégradables ou extractibles comme les métaux |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | C313c | Réduction in situ | Mélange de réactif (Fer zérovalent) par soil mixing dans le sol pour induire l réduction chimique des polluants. | | **X** | Non adaptée avec le projet de construction du fait du risque avéré de perte de portance |
| | | | | | | |
| Confinement | C312b | Confinement in situ | Mise en place d'une paroi étanche autour de la zone polluée pour empêcher le déplacement de la pollution | | **X** | Incompatible avec les enjeux et objectifs de gestion du site |
| | C312a | Confinement sur site | Excavation des terres et dépôt dans une zone contrôlée avec dispositif de recouvrement/confinement plus ou moins sophistiqué | | **X** | |
| **Zone saturée/Eau souterraine** | | | | | | |
| Traitement hors site | C311d + Élimination hors site | Pompage / élimination | Pompage de l'eau, transport et élimination en filière adaptée | | **X** | Très onéreux pour des pollutions dissoutes |
| | | | | | | |
| Traitement in situ | C311d | Pompage / traitement | Pompage de l'eau, traitement par dispositif adapté en surface | | **X** | Traitement de très longue durée |
| | C311e | Pompage et écrémage | Création d'un rabattement par pompage de l'eau, écrémage du flottant concentré en niveau du puits, élimination du flottant, traitement d'eau par dispositif adapté en surface si nécessaire | | **X** | Absence de flottant sur site |
| | C311b | EMP (extraction multiphase) | Aspiration à faible débit des fluides (eau, flottant, gaz) par canne placée dans un puits fermé sous le niveau statique de la nappe. | **X** | | |
| | C311c / C311a | Sparging / venting | Insufflation d'air en profondeur dans aquifère (sparging) + récupération des gaz par venting dans ZNS | | **X** | Efficace sur les COHV<br>Pas efficace sur les hydrocarbures lourds |
| | C315c | Biosparging | Oxygénation de la nappe (par injection d'eau oxygénée ou diffuseur d'oxygène, etc.) pour activer la dégradation aérobie des polluants | | **X** | Efficacité limitée sur les hydrocarbures lourds et peu voire pas efficace sur les COHV |
| | C315a | Biodégradation dynamisée | Injection de matière organique sous forme liquide pour passage en anaérobiose et activation de la bio anaérobie | | **X** | Efficacité insuffisante attendue.<br>La biodégradabilité des hydrocarbures n'a pas été démontrée<br>Cinétique lente pour les COHV (faible dégradation attendue). |
| | C313a | Lavage de la zone saturée | Injection d'eau + réactif (acide/base/surfactant/tensio-actif/alcool) dans dispositif de pompage/traitement/réinjection | | **X** | Complexe à mettre en œuvre et non rentable au vu de polluants du site facilement traitables |
| | C313b | Oxydation in situ | Injection d'oxydant chimique en phase aqueuse pour dégradation chimique des composés | **X** | | Efficace sur une large gamme de polluants<br>Formation grossière de la ZS potentiellement perméable |
| | C313c | Réduction in situ | Réduction chimique des composés au contact des particules de fer injectées (COHV, CrVI) ou de de solutions réductrices (CrVI) | | **X** | Pas envisageable pour les hydrocarbures |
| | C316a | Barrière réactive | Mise en place d'une barrière physique avec portes de traitement par réduction (Fer zérovalent), ou par filtration CA | | **X** | Adapté pour le confinement de la pollution dissoute, mais ne permet pas de traiter la source |
| | / | Atténuation naturelle contrôlée | Surveillance de l'atténuation naturelle (dégradation, dilution) de la pollution | | **X** | Durée incompatible avec les contraintes du projet |
| | | | | | | |
| Confinement | C312c | Confinement hydraulique | Modification des écoulements par pompage de manière à empêcher la propagation de la pollution | | **X** | Mesure sans traitement de la pollution, incompatible avec les enjeux et objectifs de gestion du site |
| | C312b | Confinement physique | Mise en place d'une paroi étanche autour de la zone polluée pour empêcher le déplacement de la pollution | | **X** | |

*Tableau 39 : Présélection des techniques envisageables*

### 9.2.4 Gestion de la cuve à fioul enterrée

Préalablement aux travaux de terrassement, il conviendra de réaliser les opérations de mise en sécurité suivantes :

- Vidange, nettoyage et dégazage de la cuve et des tuyauteries ;
- Evacuation des résidus pompés et des eaux de lavage en filière agréée ;
- Extraction et découpage par chalumage de la cuve et des ouvrages, transport en ferraillage ;
- Le cas échéant, démolition de la fosse maçonnée et évacuation des bétons ;
- Fourniture des certificats de dégazage et de destruction.

Ne possédant à ce stade aucune certitude sur l'inertage de la cuve, celle-ci peut être vide, remplie de sable ou de béton, remplie d'eau souillée ou présenter des résidus d'hydrocarbures.

En cas de présence de résidus ou d'eaux souillées au sein d'une cuve, la cuve devra être vidangée et les liquides devront être éliminés en filière agréée. La vidange de la cuve sera réalisée à l'aide d'un camion hydrocureur par une entreprise spécialisée.

Après vidange, la cuve devra être dégazée et nettoyée, et les eaux de lavage devront être évacuées en filière agréée.

Une fois la cuve vidangée, nettoyée et dégazée, ou en cas de présence de sable ou de béton dans la cuve signifiant leur inertage préalable, celle-ci devra être extraite puis découpée par chalumage et évacuée en filière de ferraillage.

Les tuyauteries associées à la cuve devront également être démantelées et évacuées en ferraillage.

Les sables (si présents) devront être évacués en filière agréée de type ISDND ou biocentre. Les bétons (si présents) devront être concassés puis évacués en filière agréée de type ISDND.

A réception des cuves par le centre éliminateur, des certificats de destruction seront établis par l'éliminateur.

Après sortie de la cuve, les fonds et bords de fouille seront prélevés afin de vérifier l'absence de contamination résiduelle sur les terres restant en place.

Un échantillon composite sera réalisé pour chaque paroi de la fouille ainsi qu'en fond de fouille. Les paramètres analysés seront les HCT C5-C40, HAP et BTEX.

A noter qu'à ce stade, un chiffrage est difficile en raison du manque d'information sur la présence ou non de produit, et sur leur quantité potentielle.

Le coût estimé pour la réalisation des prestations de vidange, dégazage, nettoyage, découpage, extraction et évacuation d'une cuve, est estimé à environ 5 000 à 8 000 € HT.

Pour l'élimination des résidus et eaux de lavage, il faut ajouter environ 200 € HT par tonne.

Pour l'élimination des sables ou bétons concassés en filière de type ISDND, le prix est compris entre 60 et 90 € HT/t.

A noter que cette estimation de coût ne comprend pas les frais d'organisation de chantier et de maitrise d'œuvre.

### 9.2.5 Traitement de la zone de sol imprégné autour de T1

L'échantillon prélevé à 50 cm au droit du sondage T1 présente un impact notable en hydrocarbures où la concentration mesurée atteint 37 000 mg/kg, majoritairement des fractions lourdes. Dans de telles conditions, la solution de traitement hors site parait la plus adaptée. Néanmoins, cette zone fortement impactée a été délimitée sur place visuellement en fonction de l'aspect et de la couleur du sol. Nous considérerons une extension de 12 m² sur une épaisseur de 1 m avec une majoration de 50 %(hypothèse sécuritaire).

Au vu des teneurs, les terres pourront selon toute vraisemblance être prises en charge en filière biocentre. Le cout de prise en charge est dans la fourchette 60 – 90 € HT/t, hors TGAP.

La masse volumique des sols est retenue à 1,8 t/m$^3$. Aucun coefficient de foisonnement n'a été pris en compte dans les calculs pour le remblaiement.

| | Qté | Unité | Prix U €HT | Prix €HT |
|---|---|---|---|---|
| Prise en charge en filière biocentre (y compris terrassement, évacuation et remblaiement) | 22 à 32 | Tonnes | 60 à 90 | 1 320 à 2 880 |
| Pourcentage d'incertitude | | | | 15 % |
| Total €HT | | | | 1 500 à 3 300 |

*Tableau 40 : Estimatif financier pour le traitement de la zone T1*

Nota : le volume à traiter provient d'une estimation à partir de constats visuels. Il doit être affiné par des prélèvements à l'avancement en cours d'excavation au moyen de kits analytiques de type Petroflag ou équivalent.

### 9.2.6 Traitement de la zone non saturée

#### *9.2.6.1 Volumes à traiter*

Les terres de la zone non saturée hors zone T1, il subsiste à traiter en zone source en zone non saturée 804 m³ environ.

| | COHV + HCT | COHV>6 et HCT<3 000 | COHV < 6 et HCT> 3 000 | Total |
|---|---|---|---|---|
| Volume total (m³) | 95 | 226 | 483 | 804 |

*Tableau 41 : Volume de sol à traiter en zone non saturée hors zone T1*

#### *9.2.6.2 Techniques étudiées*

La superposition des zones de pollution concentrée sur le plan de masse du projet, nous renseigne que, quelle que soit la technique de traitement considérée, dans le cadre des travaux de constructions :

- Le décapage et la purge des 30 premiers centimètres sous le bâtiment devra obligatoirement se faire par excavation et évacuation hors site vers une filière adaptée (cf. étude géotechnique) ;
- Les terrassements nécessaires à l'aménagement du quai de chargement du bâtiment pourraient atteindre 2 m.

*Nota : une partie des terres excavées pourra être réutilisé en remblais des fouilles des zones polluées, sous réserve d'analyses physicochimiques et de propriétés géomécaniques favorables.*

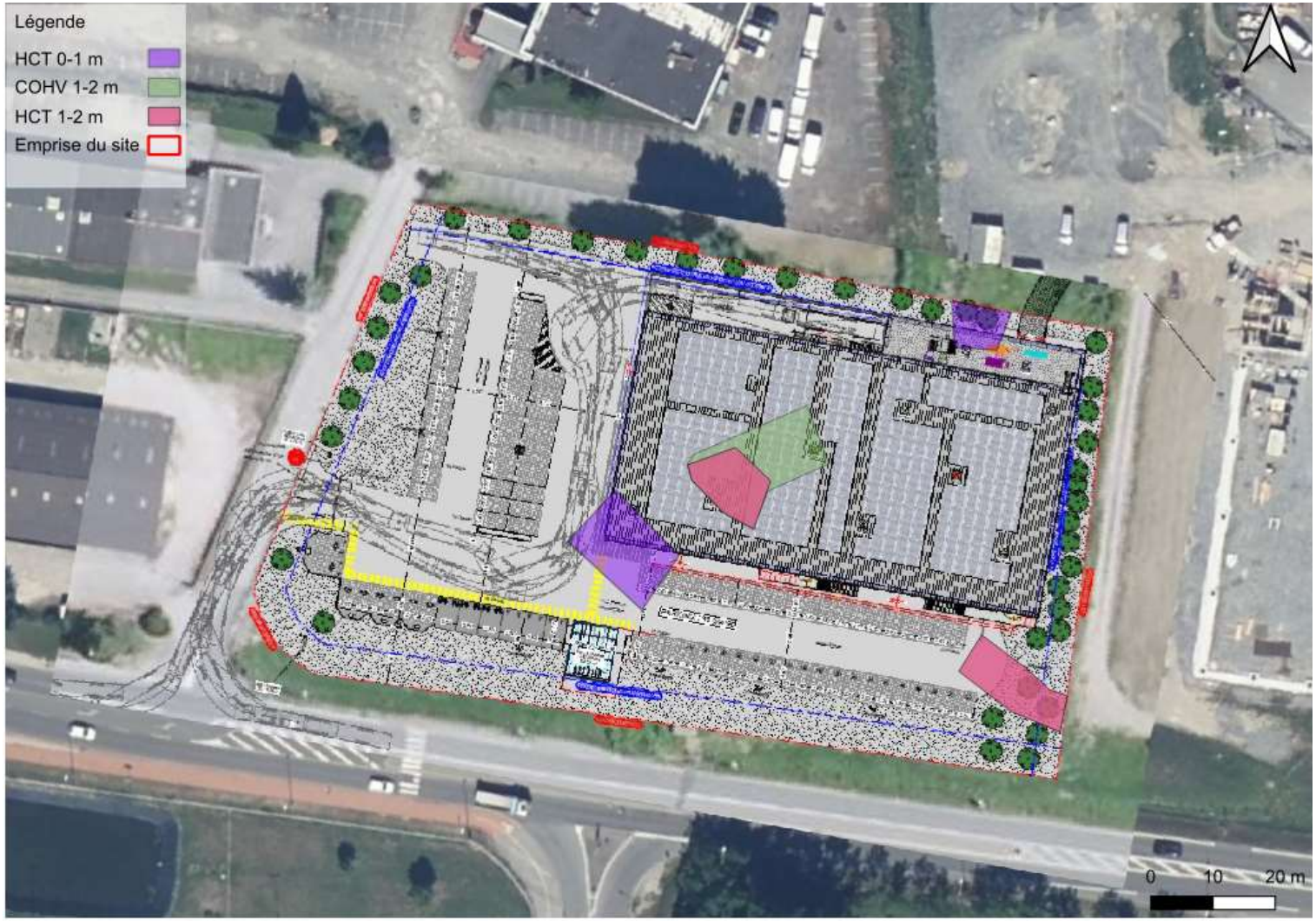



*Figure 47 : Localisation des zones de pollution concentrée entre 0 et 2 m sur fond de plan de masse du projet*

- **Solution 1 : excavation des terres et traitement hors site**

Ce type de gestion hors site a l'avantage d'être radical et rapide (3 mois max). Il permet de retirer purement et simplement la pollution et de s'affranchir ainsi d'un éventuel effet rebond ou de zones récalcitrantes difficilement traitables.

L'excavation des sols est un préalable obligatoire aux techniques de traitement sur et hors site. Cette excavation se fait sur une emprise estimée à 1 500 m² (hors talus) au droit des zones de pollution concentrée.

Plusieurs méthodologies d'excavation sont possibles. L'excavation des zones polluées peut se faire de façon "classique" (avec un talutage 1V/1H) ou à l'aide d'un blindage coulissant facile à mettre en œuvre et permettant de terrasser une zone définie sans talutage. Il n'est pas prévu de détailler les différentes techniques de blindage.

La problématique ici est de devoir réaliser des terrassements dans des sols compressibles reposant sur une formation compacte mais saturée en eau. Le risque d'éboulement n'est pas à écarter, c'est pour cela qu'un blindage sera peut-être requis. Ce point est à valider avec le géotechnicien. Dans tous les cas, un soutènement provisoire le long des limites de propriété est nécessaire pour la purge des spots situés à l'est du transformateur et à l'angle sud-est du bâtiment existant.

Les terres excavées prises en compte sont les volumes de terres polluées issus du bilan de masse auquel est appliqué une majoration de 50 % sera appliquée au volume pour tenir compte des incertitudes liées aux interpolations et des potentielles répercussions de l'activité actuelle qui se poursuit sur site. On aboutit donc à un volume de sol à traiter compris entre 804 et 1 206 $m^3$ en zone non saturée

Les déblais nécessaires au projet de construction et situés dans l'emprise de la pollution concentrée de chaque tranche, sont estimés à 30 à 45 $m^3$ dans la zone sous le bâtiment et 20 à 30 $m^3$ dans la zone quai de déchargement. Ces terres devront être évacués en filière ISDND ou biocentre.

Les fouilles ainsi créées doivent faire l'objet d'un remblaiement avec des matériaux sains. Les matériaux devront être compatibles avec les contraintes géotechniques du terrain et ne doivent pas provoquer une perte de portance.

Une campagne de reconnaissance pré-travaux est nécessaire à l'état initial pour réaliser le plan de terrassement et délimiter précisément les zones à traiter.

Au vu de la présence de composés volatils dans les gaz de sol particulièrement concentrés au droit de l'aire de lavage des métaux, l'excavation au droit de cette zone devra être faite sous chapiteau avec captage des vapeurs et traitement de l'air extrait avant rejet. Cette contrainte affaiblit la cadence de l'excavation. Le chapiteau est équipé d'une soufflante associée à un filtre à charbon actif pour capter et traiter les vapeurs de COV émises à l'excavation.

Au regard des indices et impacts mis en évidence dans les sols, les filières d'évacuation possibles sont les filières ISDI et ISDND/Biocentre. Les terres dans l'emprise des terrassements qui ne sont pas concernées par l'évacuation, pourront être réutilisées en remblai, après compactage selon les règles de l'art et sous réserve d'analyses physicochimiques concluantes.

La masse volumique des sols est retenue à 1,8 t/m³. Aucun coefficient de foisonnement n'a été pris en compte dans les calculs pour le remblaiement.

Une majoration de 15% des coûts sera appliquée afin de couvrir d'éventuels aléas de chantier, non prévisibles.

| | Qté | Unité | Prix U €HT | Prix €HT |
|---|---|---|---|---|
| Terrassements des sols | 1 | F | 15 000 à 20 000 | 15 000 à 20 000 |
| Soutènement provisoire le long des limites de propriété | 1 | F | 10 000 à 20 000 | 10 000 à 20 000 |
| Transport et évacuation des terres en filière ISDI | 187 à 281 | Tonnes | 10 à 20 | 1 900 à 5 600 |
| Transport et évacuation des terres en filière (Biocentre/ISDND) | 1 260 à 1 890 | Tonnes | 60 à 90 | 75 600 à 170 100 |
| Remblaiement des fouilles avec matériaux du site et d'apport | 804 à 1 206 | m³ | 20 à 30 | 16 100 à 36 200 |
| Chapiteau | 2 | F | 25 000 | 25 000 |
| Diagnostic pré travaux et post travaux | 1 | F | 15 000 | 15 000 |
| Pourcentage d'incertitude | | | | 15 % |
| Total €HT arrondi (hors TGAP) | | | | 166 000 à 335 700 |

*Tableau 42 : Estimation financière de la solution de traitement hors site après excavation – zone non saturée*

Rappelons que des opérations de criblage permettent d'optimiser les volumes à évacuer et limiter les surcoûts liés à l'évacuation des sols excavés en filières de traitement.

Il convient de prendre en compte le fait que la technique envisagée est un terrassement soit avec blindage de soutènement soit avec talutage qui va entraîner le décaissement des terres superficielles générant des déblais potentiellement non inertes (au sens ISDI) ou contaminés.

- **Solution 2 : Traitement par venting/bioventing**

Le bioventing consiste à augmenter les teneurs en oxygène dans la zone non saturée en injectant la plupart du temps de l'air par le biais de puits d'injection. Le système d'injection est similaire mais de taille inférieure à celui du venting.

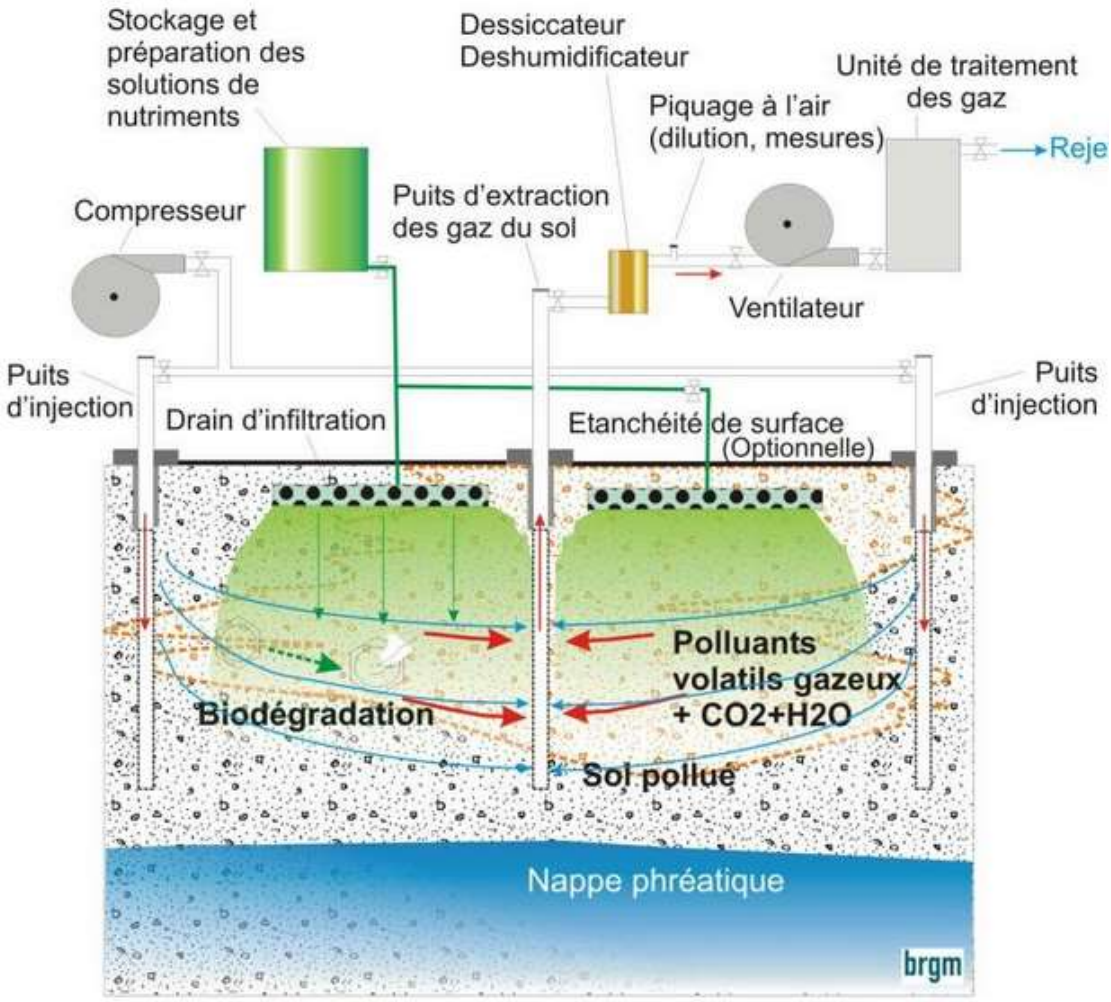



*Figure 48 : Schéma de principe du venting/bioventig*

Certains composes sont biodégradables mais a des vitesses trop faibles pour pouvoir être traites par bioventing dans un délai acceptable, comme c'est le cas pour les hydrocarbures lourds. Dans le doute, **un essai de biodégradation est nécessaire.**

**Afin d'augmenter la biodégradation, il est nécessaire d'ajouter des nutriments (N, P, K …) dans le sol.**

**La technique pourra aussi être combinée avec l'injection d'air chaud** pour réchauffer le sol. Ceci permettra de mettre les bactéries dans les conditions de températures optimales, d'augmenter la volatilité des COV et de réduire la viscosité

des hydrocarbures. Une attention particulière devra être apportée à conserver une température du sol comprise entre (10 et 45°C) et à ne pas assécher ce dernier.

De plus, la proximité de la nappe d'eau souterraine risque de limiter l'efficacité de la technique puisque, sous l'effet de l'eau, l'air injecté risque de s'échapper rapidement à la surface, réduisant ainsi le rayon d'influence et nécessitant plus de puits. La solution pour s'affranchir de cette contrainte serait de conserver une étanchéité de surface, qui peut être la dalle existante pour la zone sous le bâtiment et un revêtement imperméable pour les autres. L'étanchéité devra se faire sur la totalité de la zone d'influence des puits définie à l'issue des essais pilotes.

Par ailleurs, des substrats spécifiques peuvent être parfois ajoutés afin de favoriser la dégradation par cométabolisme de certains composés récalcitrants.

Les avantages de cette technique sont :

- Adapté aux solvants chlorés ;
- Technique maitrisée par de nombreux acteurs ;
- Pas d'excavation ni de mouvement de terre ;
- Technique compétitive en termes de coût et de performance ;
- Impact écologique limité.

Ses principaux inconvénients sont :

- Délais (12 à 18 mois en moyenne) ;
- Nécessite un maillage dense ;
- Nécessité de traiter les composés extraits ;
- Maîtrise de l'effet « rebond » en fonction de l'hétérogénéité des sols ;
- Technique peu adaptée lorsque la perméabilité est faible, difficulté de garantir l'atteinte des objectifs en tous points du site.

Une attention particulière devra être apportée aux produits de dégradation du TCE (chlorure de vinyle et DCE).

La masse volumique des sols est retenue à 1,8 t/m³. Aucun coefficient de foisonnement n'a été pris en compte dans les calculs pour le remblaiement.

Une majoration de 15% des coûts sera appliquée afin de couvrir d'éventuels aléas de chantier, non prévisibles.

| | Qté | Unité | Prix U €HT | Prix €HT |
|---|---|---|---|---|
| Evacuation hors site des déblais liés au projet de construction en filières adaptées | 90 à 135 | Tonnes | 60 à 90 | 5 400 à 12 200 |
| Venting/Bioventing (y compris fourniture et pose des unités de traitement) | 1 357 à 2 036 | Tonnes | 20 à 65 | 27 100 à 132 300 |
| Essais pilotes | 1 | F | 5 000 à 15 000 | 5 000 à 15 000 |
| Suivi des performances du traitement | 1 | F | 30 000 à 45 000 | 30 000 à 45 000 |
| Diagnostic pré travaux et post travaux | 1 | F | 15 000 | 15 000 |
| Pourcentage d'incertitude | | | | 15 % |
| Total €HT arrondi (hors TGAP) | | | | 94 900 à 252 400 |

*Tableau 43 : Estimation financière de la solution de traitement in situ par venting/bioventing – zone non saturée*

Il est à noter que le traitement in-situ aura un effet sur les zones de pollution concentrée (concentrations supérieures aux seuils de dépollution), mais plus largement dans des zones voisines présentant des concentrations moindres, le dispositif ayant été dimensionné pour englober largement les sources concentrées. Ceci occasionnera une extraction de pollution supplémentaire par rapport au taux estimé dans le bilan massique.

Cependant, il est possible que les seuils de dépollution ne soient éventuellement pas atteints, dans la durée envisagée, à certains endroits (ponctuellement) de la zone de traitement :

- Zones de très fortes concentrations initiales, avec présence non identifiée de phase pure ;
- Zones où l'efficacité des traitements in-situ prévus pourrait être limitée par une éventuelle anisotropie de la zone concernée.

Pour la gestion de ces éventuelles zones de pollution récalcitrantes dont les concentrations résiduelles dépasseraient les seuils de dépollution, des excavations ponctuelles avec évacuation en filières agréées des déblais pollués seront à réaliser. Cet aspect n'est pas quantifiable à ce stade de l'étude.

Nous rappelons que cette technique présente l'avantage de pouvoir être mise en place sur un site en cours d'activité.

- **<u>Solution 3 : Excavation des terres polluées et traitement sur site, en biopile pour les hydrocarbures et par désorption thermique ou thermopile</u>**

Les COHV n'étant pas dégradables en conditions aérobies les terres polluées en COHV seront traitées par désorption thermique (unité mobile). Cette technique se fait

en chauffant les sols à une température de l'ordre de 60°C à 80°C pour les COHV. L'apport énergétique se fait électriquement ou par gaz. Le traitement se fait en pile après excavation des terres.

La pile de traitement est installée sur une aire étanche aménagée à cet effet et est isolée de l'air extérieur par exemple par du béton projeté.



*Figure 49 : Schéma de principe de la désorption thermique sur site*

La désorption thermique présente les avantages suivants :

- Technique éprouvée ayant démontré une grande fiabilité et des résultats extrêmement significatifs,
- Technique permettant de traiter de nombreux polluants notamment les composés semi-volatils et peu volatils,
- Technique permettant de traiter les sols fortement pollués, les teneurs en hydrocarbures totaux doivent néanmoins rester d'une manière générale inférieures à 50 000 mg/kg,
- Technique efficace même pour des sols argileux et hétérogènes,
- Technique permettant d'atteindre des taux de dépollution très importants,
- Technique rapide,
- Technique moins onéreuse que les autres traitements thermiques,
- Traitement sur site possible grâce à des unités mobiles.

Ses principaux inconvénients sont :

- Le procédé nécessite l'excavation des sols,
- Le traitement nécessite une surface importante ;
- Les coûts de production de température (coûts d'exploitation) sont souvent importants et sont souvent un frein à l'application de ce procédé, notamment ceux générés pour la vaporisation de l'eau ;

- Les composés organiques peu volatils peuvent être volatilisés et donc extraits du sol en phase gazeuse à condition que leur tension de vapeur ait augmenté de manière significative. Cependant, les composés peu volatils nécessitent des températures élevées et donc des coûts de fonctionnement plus élevés ;
- Les particules d'une taille supérieure à 5 cm ne sont pas admises : il faudra soit procéder à un criblage soit à un broyage ;
- Les sols présentant un taux d'humidité supérieur à 20% doivent faire l'objet d'un prétraitement par chauffage ;
- Les émissions de $CO_2$ liés au procédé peuvent être importantes.

Afin de réduire les coûts de la désorption thermique, il est proposé de traiter les terres impactées par les hydrocarbures uniquement par biopile. Cette solution a l'avantage d'être moins onéreuse que la précédente. Elle demande cependant, plus de temps (**10 à 16 mois en première approche**) et de la place (environ 2000 m²). Des taux d'abattement de l'ordre 60 à 70 % sont atteignables avec ce type de matériaux et de pollution.

Le traitement se déroule en tertre, sur une aire étanche préalablement aménagée. Les terres sont empilées avec des réseaux de drains qui permettent une aération continue. Il s'agit d'une technique biologique qui, à travers un système de ventilation dynamique d'un tertre, permet d'enrichir le tertre en oxygène et stimule ainsi la biodégradation aérobie des HCT et également la volatilisation des COHV.
En première approche, nous avons considéré que les gaz extraits seraient traités par adsorption sur charbon actif ; il est probable que des techniques alternatives de traitement des gaz soient in fine retenues.

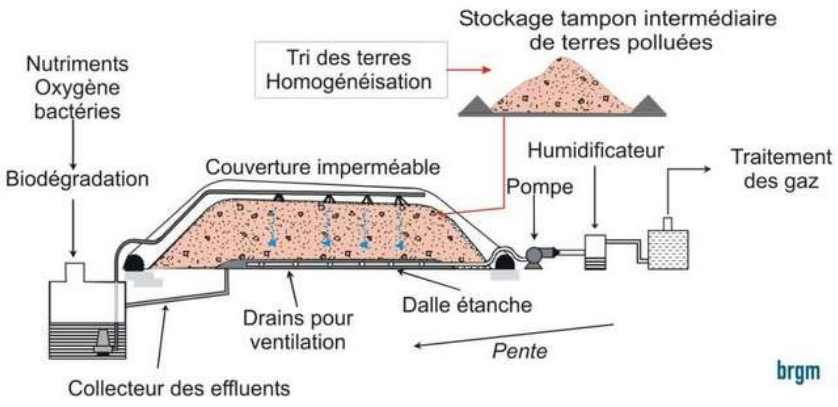



*Figure 50 : Schéma de principe du traitement par biopile*

Le traitement par biopile présente les avantages suivants :

- Privilégie un traitement effectif sur site à une solution de stockage hors site ;
- Rapidité de mise en œuvre ;
- Bilan carbone favorable ;
- Pas d'apport de matériaux de remblayage ;
- Permet d'homogénéiser les sols et de garantir en tous points l'efficacité du traitement ;

- Compétitivité en termes de coût et de performance.

Ses principaux inconvénients sont :

- Mobilise de la place ;
- Démolition des bâtiments impérative ;
- Sécurisation des fouilles ouvertes en attendant le remblaiement ;
- Contrainte de remblaiement pour assurer la portance des terrains.
- Le système nécessite souvent un tri au préalable ; les granulométries supérieures à 60 mm sont souvent exclues du procédé.

La masse volumique des sols est retenue à 1,8 t/m³. Aucun coefficient de foisonnement n'a été pris en compte dans les calculs pour le remblaiement.

Une majoration de 15% des coûts sera appliquée afin de couvrir d'éventuels aléas de chantier, non prévisibles.

L'estimation financière de cette solution ne tient pas compte de la consommation énergétique (gaz ou électricité) de la désorption thermique car elle dépend de beaucoup de variables difficiles à évaluer.
Un essai de biodégradabilité en laboratoire pourrait s'avérer nécessaire en particulier pour le traitement des HCT en biopile.

| | Qté | Unité | Prix U €HT | Prix €HT |
|---|---|---|---|---|
| Terrassements des sols | 1 | F | 15 000 à 20 000 | 15 000 à 20 000 |
| Soutènement provisoire le long des limites de propriété | 1 | F | 10 000 à 20 000 | 10 000 à 20 000 |
| Mise en place des installations :<br>Chapiteau<br>Charbon actif<br>Extraction d'air | 1 | F | 45 000 à 70 000 | 45 000 à 70 000 |
| Traitement sur site des sols en biopile | 869 à 1 305 | Tonnes | 35 à 50 | 30 400 à 65 300 |
| Traitement sur site des sols par désorption thermique | 580 à 869 | Tonnes | 100 à 150 | 58 000 à 130 400 |
| Remblaiement des fouilles avec matériaux du site traités | 754 à 1 131 | m³ | 10 à 20 | 7 500 à 22 600 |
| Suivi des performances du traitement | 1 | F | 25 000 à 40 000 | 25 000 à 40 000 |
| Essai de traitement en laboratoire | 1 | F | 5 000 à 10 000 | 5 000 à 10 000 |
| Diagnostic pré travaux et post travaux | 1 | F | 15 000 | 15 000 |
| Pourcentage d'incertitude | | | | 15 % |
| Total €HT arrondi (hors TGAP) | | | | 225 300 à 452 300 |

*Tableau 44 : Estimation financière de la solution de traitement sur site après excavation – zone non saturée*

Pour rappel, dans ce scénario, il est pris comme hypothèse que l'ensemble des terres traitées serait revalorisé sur site.

### 9.2.7 Traitement de la zone saturée

#### *9.2.7.1 Volumes à traiter*

Etant dans l'incapacité d'estimer le volume à traiter dans la couche 4-6 m, nous allons partir sur une estimation basée sur l'hypothèse d'une répartition de la pollution équivalente à celle de la couche 3-4 m.

Aucune des concentrations mesurées, dans la tranche 4-5 m, ne dépasse le seuil de coupure défini plus haut, que ce soit pour les hydrocarbures (2 000 mg/kg) ou les COHV (4 mg/kg). Toutefois, vu que la pollution s'accentue au fur et à mesure qu'on se rapproche de l'aire de lavage des métaux, il est fort probable que ce soit la même chose dans la couche sous-jacente, mais à une plus faible emprise. C'est pour cela que nous considérerons un volume à traiter équivalent à +/- 50% de celui de la tranche 3 – 4 m.

Un seul échantillon est disponible entre 5 et 6 m, il révèle la présence d'une concentration en COHV qui dépasse légèrement le seuil de coupure défini (9,8 mg/kg) et une faible concentration en hydrocarbures, preuve de l'atténuation des teneurs en profondeur. Toutefois, le panache en COHV semble s'être propagé horizontalement (concentration supérieure au seuil à une bonne distance de l'aire de lavage), donc, selon le principe de précaution, le volume à traiter est considéré équivalent à celui de la tranche 3-4 m.

| | COHV + HCT | COHV>6 et HCT<3 000 | COHV < 6 et HCT> 3 000 | Total |
|---|---|---|---|---|
| Volume total 2,5-4 m ($m^3$) | 184 | 512 | 200 | 896 |
| Volume total 4-5 m ($m^3$) | 91 | 197 | 2 | 289 |
| Volume total 5-6 m ($m^3$) | 181 | 393 | 4 | 578 |

*Tableau 45 : Volume de sol à traiter en zone saturée*

### *9.2.7.2 Techniques étudiées*

- **Solution 1 : excavation des terres et traitement hors site**

Les terres à excaver prises en compte sont les terres qui se situent à des profondeurs en moyenne comprises entre 2,5 m et 4 m de profondeur, et potentiellement, entre 4 et 6 m.

Pour atteindre les sols en zone saturée il est nécessaire d'excaver au préalable les sols en zone non saturée, cette phase est prise en compte dans le § sur le traitement des pollutions concentrées en zone non saturée. Toutefois, La problématique ici est de devoir réaliser des terrassements dans des sols compacts mais saturés en eau.

Dans le cas présent, vu les teneurs identifiées entre 4 et 6 m, il est proposé de réaliser les travaux en période de basses eaux et de stopper les excavations à 4 m afin d'évacuer les horizons les plus impactés, puis traiter la zone sous-jacente avec une autre technique.

Faire les terrassements en période de basses eaux permettrait de s'affranchir des contraintes liées aux eaux souterraines et ainsi, conserver une chance de pouvoir les faire avec un simple talutage (1V/1H).

Dans tous les cas, il conviendra donc de valider ces hypothèses avec le géotechnicien.

Conformément à la méthodologie nationale, les mesures de gestion doivent être d'une ampleur proportionnée aux pollutions et à leur étendue. Ainsi, la purge d'une éventuelle pollution située en profondeur (au-delà de 4 m) nécessitera un coût supplémentaire pour le soutènement ou l'adaptation de la technique d'excavation sous nappe, pour une pollution qui semble moins prononcée que plus haut.

Ainsi, réaliser des purges entre 4 et 6 m, nécessitera d'adapter la technique d'excavation soit avec une technique moins intrusive comme **l'excavation par substitution** ou une **excavation classique + soutènement provisoire depuis la surface** moyennant un surcoût pouvant atteindre 100k €.

Purger ces zones va également induire des contraintes géotechniques fortes liées au talutage et/ou confortement et surtout, un remaniement important du terrain qui peut entrainer une perte de portance, déjà faible.

Dans tous les cas, il convient de s'assurer que l'atténuation en profondeur observée est généralisée et que les concentrations mesurées pré-travaux dans la tranche 4-6 m ne révèlent pas d'impacts significatifs au regard des seuils de réhabilitation.

Un suivi piézométrique de la nappe est disponible dans la banque ADES Eau. Il est réalisé depuis 2013 au droit du forage BSS001SFGV situé à environ 2,5 km à l'ouest du site.

D'après le graphique ci-dessous, durant les 10 dernières années, le niveau de la nappe amorce sa descente à partir de mai et atteint son niveau bas entre septembre et novembre. Il nous renseigne également que le battement minimum de la nappe était de l'ordre de 1,50 m au cours la période suivie.

Ainsi, en juillet, le niveau de nappe devrait être en dessous de 4 m de profondeur. Il va de soi qu'il peut varier en fonction des précipitations et des battements de l'Arve.

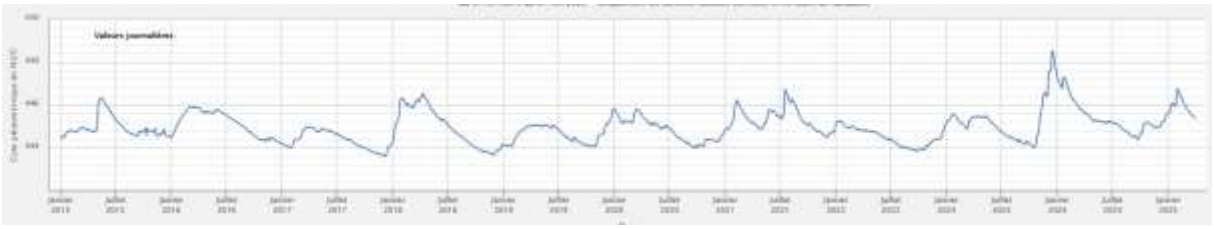


*Figure 51 : Suivi piézométrique du forage BSS001SFGV*

Afin de minimiser les opérations de rabattement de nappe, les travaux d'excavation en zone saturée devront démarrer en juillet.

Les terres excavées prises en compte sont les volumes de terres polluées issus du bilan de masse auquel est appliqué une majoration de 50 % afin de tenir compte des incertitudes des interpolations et des potentielles répercussions de l'activité actuelle qui se poursuit sur site. On aboutit donc à un volume de sol à traiter compris entre 896 et 1 344 $m^3$ dans la tranche 2,5 – 4 m.

**Les fouilles dans la zone saturée doivent faire l'objet d'un remblaiement avec des matériaux d'apport de type graviers bien triés, roulés, lavés et présentant une bonne porosité**. Les matériaux d'apport devront être compatibles avec les contraintes géotechniques du terrain et ne doivent pas provoquer une perte de portance.

Pour l'estimation financière du traitement par excavation en zone saturée, il est pris en compte les hypothèses figurants dans le § sur le traitement des pollutions concentrées en zone non saturée.

| | Qté | Unité | Prix U €HT | Prix €HT |
|---|---|---|---|---|
| Terrassements des sols | 1 | F | 10 000 à 15 000 | 10 000 à 15 000 |
| Transport et évacuation des terres en filière ISDI Tranche 2,5-4 m | 774 à 1 161 | Tonnes | 10 à 20 | 7 700 à 23 200 |
| Transport et évacuation des terres en filière (Biocentre/ISDND) tranche 2,5-4 m | 839 à 1 258 | Tonnes | 60 à 90 | 50 300 à 113 200 |
| Remblaiement des fouilles avec matériaux du site et d'apport | 896 à 1 344 | $m^3$ | 20 à 30 | 17 900 à 40 300 |
| Chapiteau | 2 | F | 25 000 | 25 000 |
| Diagnostic pré travaux et post travaux | 1 | F | 5 000 | 5 000 |
| Surcouts liés à la purge et évacuation dans la tranche 4-6 m avec blindage ou excavation par substitution | 1 | F | 170 000 à 300 000 | PM* |
| Pourcentage d'incertitude | | | | 15 % |
| Total €HT arrondi (hors TGAP) | | | | 136 700 à 258 400 |

*Tableau 46 : Estimation financière de la solution de traitement hors site après excavation – zone saturée*

* PM : Pour Mémoire

- **Solution 2 : Oxydation chimique in situ**

L'oxydation chimique in situ est une technique de dégradation physico-chimique de polluants organiques par l'action de réactifs oxydants sur les polluants dont le passage de l'état réduit à un état oxydé se traduit par une décomposition totale sans formation de sous-produits.

Les réactions mise en œuvre par ces réactifs sont basées sur deux principes complémentaires :

- La réaction d'oxydo-réduction : les mécanismes d'action s'appuient sur le principe du transfert d'électrons entre deux couples oxydo-réducteurs avec un composé réducteur (le polluant) qui cède des électrons à un composé oxydant ;
- La réaction radicalaire : les radicaux libres comme les radicaux hydroxyles (OH•) ou radicaux sulfates (SO4-•) sont des espèces très réactives et instables du fait qu'elles présentent un électron non apparié sur leur orbitale externe. Ces réactifs sont généralement non spécifiques et leurs mécanismes d'action sur les composés organiques sont complexes.

$$S_2O_8^{2-} + 2\,e^- \rightarrow 2\,SO_4^{2-}$$

L'action des oxydants sur les composés organiques est régie par des principes thermodynamiques et cinétiques qui conditionnent l'aptitude d'un oxydant à décomposer un polluant donné. Ainsi, certains composés sont plus sensibles ou plus réfractaires à certains oxydants.

Le choix de l'oxydant repose en premier lieu sur la notion d'efficacité vis-à-vis de la minéralisation totale des polluants concernés. Ainsi, au regard des polluants en présence, l'oxydant à utiliser est le **persulfate de sodium**. Il s'agit d'un produit tout-en-un avec un catalyseur intégré qui active le composant persulfate de sodium et génère des radicaux libres destructeurs de contaminants sans l'ajout coûteux et potentiellement dangereux d'un activateur séparé.

La mise en œuvre est généralement réalisée par injection dans le sous-sol d'une solution oxydante mais un mélange intime sol/oxydant est également possible (soil mixing) ainsi qu'en barrière perméable réactive (très rare actuellement en France).

Dans le cas présent, l'oxydant sera injecté dans la zone saturée par injection directe dans des piézomètres ou par malaxage à la pelle mécanique après évacuation de la ZNS ou à la tarière sous forme de cristaux. Il conviendra de consulter le géotechnicien sur les risques d'un malaxage sur les propriétés géomécaniques du sol.

Cette technique de traitement in-situ permet d'éliminer rapidement la contamination résiduelle. Il est à noter qu'une 2ème campagne peut être réalisée si l'abattement des concentrations en fouille est jugé insuffisant. Celle-ci interviendrait 4 à 5 semaines après la 1ère campagne (temps de rémanence du produit dans le substrat de l'ordre de plusieurs semaines), ce qui veut dire que la fouille doit rester ouverte Si une seule campagne est réalisée en revanche, la fouille peut être remblayée rapidement.

Le coût de cette technique est difficile à évaluer de manière précise car il est fonction des quantités d'oxydant en jeu et de la matrice, tous deux définis après les essais pilotes. Nous nous baserons donc sur le tonnage de sol à traiter.

La masse volumique des sols est retenue à 1,8 t/m³.

Une majoration de 15% des coûts sera appliquée afin de couvrir d'éventuels aléas de chantier, non prévisibles et d'éventuelles zones récalcitrantes.

| | Qté | Unité | Prix U €HT | Prix €HT |
|---|---|---|---|---|
| Traitement de sol par injection du persulfate de sodium dans la zone saturée (tranche 2,5 - 4 m) | 1 613 à 2 419 | Tonnes | 30 à 90 | 48 400 à 217 700 |
| Traitement de sol par injection du persulfate de sodium dans la zone saturée (tranche 4-6 m) : hypothèse 150 % de la tranche 3-4 m | 1 561 à 2 341 | Tonnes | 30 à 90 | 46 800 à 210 700 |
| Diagnostic pré travaux et post travaux | 1 | F | 15 000 | 15 000 |
| Essais pilote (traitement, injection…) | 1 | F | 15 000 à 25 000 | 15 000 à 25 000 |
| Suivi des performances du traitement | 1 | F | 25 000 à 40 000 | 25 000 à 40 000 |
| Surcout lié à une éventuelle seconde campagne de traitement | 1 | F | 95 200 à 428 400 | PM |
| Pourcentage d'incertitude | | | | 15 % |
| Total arrondi €HT | | | | 172 700 à 584 700 |

*Tableau 47 : Estimation financière de la solution de traitement in situ par oxydation chimique – zone saturée*

- **Solution 3 : Extraction multiphasique**

Le traitement se fait par extraction multiphasique en appliquant une dépression dans les sols qui induit une extraction simultanée d'air, d'eau de nappe et de phase.

La technique de l'extraction multi phases (EMP) permettra d'extraire de manière notable les COHV et les HCT impactant la zone saturée au droit de l'aire de lavage des métaux. Cette technique présente de nombreux avantages :

- Aspiration des eaux souterraines au droit des sources et traitement de cette pollution dissoute ;
- Mise en place d'un confinement hydraulique de la pollution des eaux souterraines au droit des zones soumises au traitement ;
- Récupération des éventuelles phases libres de solvants chlorés présentes dans l'aquifère,
- Rabattement du niveau de la nappe, permettant l'action d'un traitement complémentaire en désaturant en eau les sols de la frange capillaire et de la zone supérieure de l'aquifère,
- Par ailleurs, le dispositif d'extraction multi phases extraira lui-même, à petit débit, une partie de la pollution présente dans le milieu souterrain sous forme gazeuse.

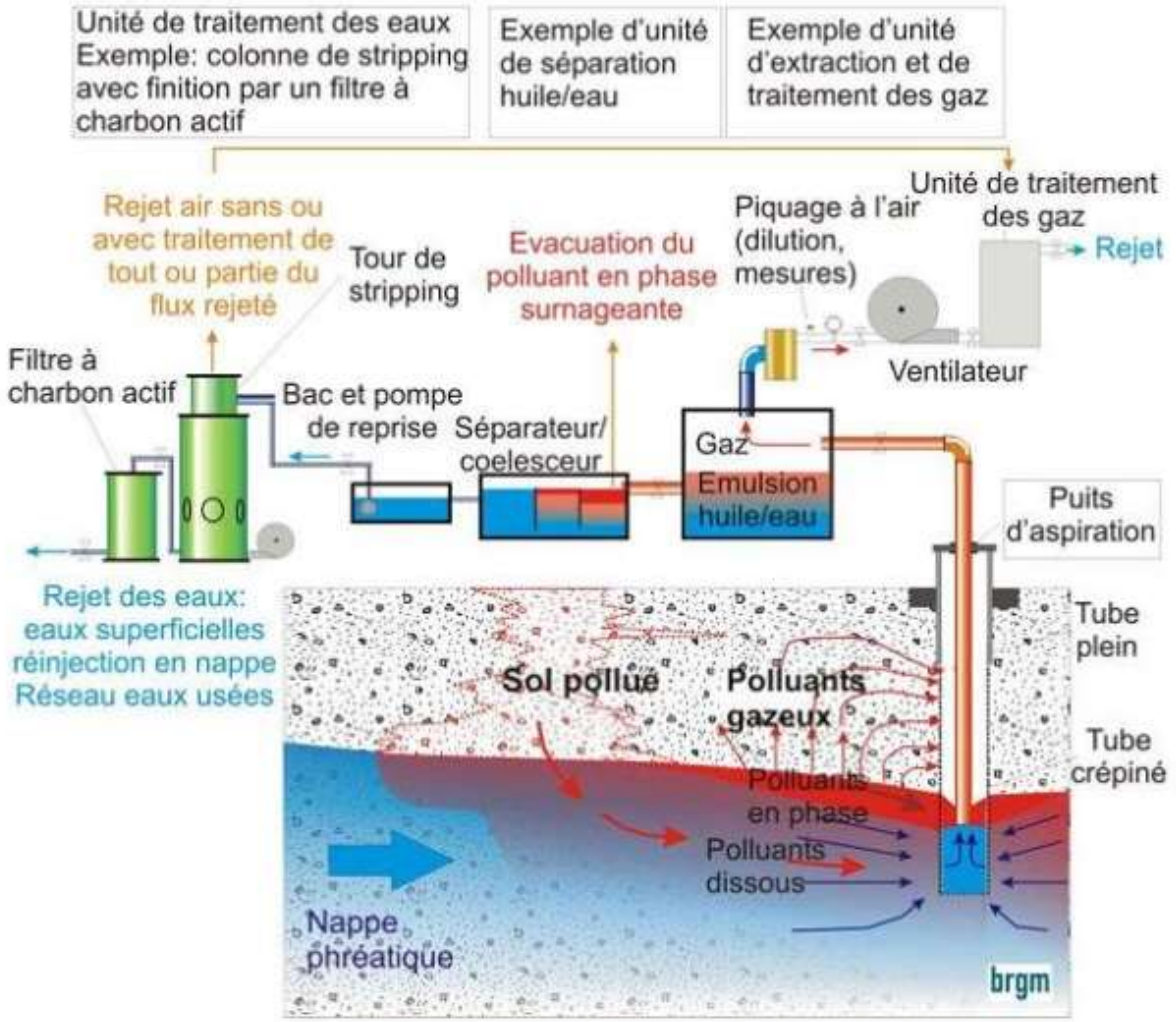



*Figure 52 : Principe de fonctionnement d'une unité de traitement par extraction multiphasique*

Des essais pilotes devront être réalisés sur site afin de mesurer les paramètres hydrodynamiques de la nappe, le rayon d'influence du pompage et le flux d'air extrait.

La durée de traitement est difficile à estimer sans essais en grandeur nature, elle varie généralement entre 4 et 18 mois. Toutefois, vu l'emprise potentielle de la pollution (600 m² environ), la durée de traitement devrait être moins importante.

Pour rappel, l'estimation financière de cette solution ne tient pas compte des consommables type charbon actif, non quantifiables à ce stade.

| | Qté | Unité | Prix U €HT | Prix €HT |
|---|---|---|---|---|
| Diagnostic pré travaux et post travaux | 1 | U | 15 000 | 15 000 |
| Unité EMP | 4 à 18 | Mois | 5 000 | 20 000 à 90 000 |
| Essais pilotes (pompage, flux d'air…) | 1 | U | 15 000 à 25 000 | 15 000 à 25 000 |
| Suivi des performances du traitement | 4 à 18 | Mois | 2 000 | 8 000 à 36 000 |
| Pourcentage d'incertitude | | | | 15 % |
| Total €HT arrondi (hors TGAP) | | | | 66 700 à 190 900 |

*Tableau 48 : Estimation financière de la solution de traitement in situ par EMP – zone saturée*

## 9.3 Bilan coût avantages (BCA)

### 9.3.1 Critères de notation des solutions envisageables

| Critères de notation | Note maximale |
|---|---|
| Coût des travaux | 5 |
| Durée des travaux | 5 |
| Applicabilité/fiabilité/atteinte des objectifs | 5 |
| Contraintes en phase travaux / phase définitive | 5 |
| Contraintes /mémoires/restriction/servitudes | 3 |
| Bilan écologique et nuisances | 5 |

*Tableau 49 : Critères de notation des différentes techniques*

Les notes maximales de ces différents critères ont été déterminées sur base des contraintes et des enjeux de l'usage futur et du Maître d'Ouvrage.

Ainsi, plus la technique de dépollution étudiée est en accord avec les critères précités, plus la note sera élevée.

Le tableau suivant présente l'analyse multicritères pour les différentes options de gestion étudiées.

| Zone de traitement | Technique de dépollution | Critère de notation | Note attribuée | Justification | Points complémentaires à traiter |
|---|---|---|---|---|---|
| **Zone non saturée** | Excavation des terres polluées et envoi en centre de traitement hors site (biocentre ou centre de stockage) | Coût des travaux | 2 | Coût assez élevé | Répartition selon les filières, volumes précis, acceptation par les filières |
| | | Durée des travaux | 5 | Technique rapide à mettre en œuvre | |
| | | Applicabilité/fiabilité/atteinte des objectifs | 5 | Technique radicale | |
| | | Contraintes en phase travaux / phase définitive | 4 | Remblaiement conformes et essais de portance à prévoir | |
| | | Contraintes /mémoires/restriction/servitudes | 3 | Aucune car la pollution sera évacuée | |
| | | Bilan écologique et nuisances | 2 | Empreinte carbone fonction de la distance de la filière<br>Risque d'émission de poussière, rotations de camions, mais sur une durée limitée.<br>Emanations limitées par l'excavation sous chapiteau. | |
| | Excavation des terres polluées et traitement sur site, en biopile et par désorption thermique | Coût des travaux | 2 | Coût assez élevé en grande partie lié à la désorption thermique | Confirmation des volumes à traiter et essais pilotes à réaliser |
| | | Durée des travaux | 2 | Selon la biodégradabilité de la pollution, la durée du traitement peut être assez longue > 6 mois | |
| | | Applicabilité/fiabilité/atteinte des objectifs | 3 | Efficacité prouvée pour les COHV<br>Incertitudes concernant la biodégradabilité des HCT | |
| | | Contraintes en phase travaux / phase définitive | 2 | Nécessite une sécurisation des fouilles le temps du traitement puis un remblaiement des zones excavées et des essais de portance<br>Nécessite une emprise au sol assez importante pour le traitement | |
| | | Contraintes /mémoires/restriction/servitudes | 3 | Aucune car la pollution sera traitée | |
| | | Bilan écologique et nuisances | 1 | Consommation énergétique lors de la désorption thermique<br>Emanations limitées par l'excavation sous chapiteau, mais possible nuisances lors des traitements sur site | |
| | Traitement in-situ par venting/bioventing. | Coût des travaux | 5 | Faible coût, fonction de la consommation de charbon actif et de nutriments | Confirmation des volumes à traiter et essais pilotes à réaliser |
| | | Durée des travaux | 2 | Selon la biodégradabilité de la pollution, la durée du traitement peut être assez longue > 6 mois | |
| | | Applicabilité/fiabilité/atteinte des objectifs | 4 | Adaptée aux composés volatils et bonnes performances.<br>Des essais de biodégradabilité doivent être réalisés pour les hydrocarbures. | |
| | | Contraintes en phase travaux / phase définitive | 4 | Aucune car c'est une technique moins invasive | |
| | | Contraintes /mémoires/restriction/servitudes | 2 | Zones accessibles durant la période de traitement.<br>Contraintes potentielles si présence zones récalcitrantes | |
| | | Bilan écologique et nuisances | 4 | Empreinte carbone liée au fonctionnement des unités de traitement en continu sur une longue période | |
| **Zone saturée** | Excavation des terres polluées et envoi en centre de traitement hors site (biocentre ou centre de stockage) | Coût des travaux | 2 | Coût assez élevé | Répartition selon les filières, volumes précis, acceptation par les filières |
| | | Durée des travaux | 5 | Technique rapide à mettre en œuvre | |
| | | Applicabilité/fiabilité/atteinte des objectifs | 5 | Technique radicale contre la pollution | |
| | | Contraintes en phase travaux / phase définitive | 2 | Remblaiement conformes et essais de portance à prévoir<br>Nécessité de réaliser les travaux en période de basses eaux<br>Un soutènement provisoire est peut-être à prévoir | |
| | | Contraintes /mémoires/restriction/servitudes | 3 | Aucune car la pollution sera évacuée | |
| | | Bilan écologique et nuisances | 2 | Empreinte carbone fonction de la distance de la filière<br>Risque d'émission de poussière, rotations de camions, mais sur une durée limitée.<br>Emanations limitées par l'excavation sous chapiteau. | |
| | Extraction multiphasique | Coût des travaux | 5 | Coût raisonnable en première approche<br>Surcout potentiel lié à l'évacuation d'une éventuelle zone récalcitrante | Confirmation des volumes à traiter et essais pilotes à réaliser |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Durée des travaux | 2 | En fonction des résultats des essais pilotes, la durée du traitement peut être assez longue > 4 mois | |
| | | Applicabilité/fiabilité/atteinte des objectifs | 4 | Technique éprouvée adaptée aux polluants volatils du site<br>Essais pilotes à prévoir | |
| | | Contraintes en phase travaux / phase définitive | 4 | Aucune car c'est une technique moins invasive | |
| | | Contraintes /mémoires/restriction/servitudes | 2 | Zones accessibles durant la période de traitement.<br>Contraintes potentielles si présence zones récalcitrantes | |
| | | Bilan écologique et nuisances | 2 | Empreinte carbone liée au fonctionnement des unités de traitement en continu sur une longue période | |
| | Traitement in-situ par oxydation chimique | Coût des travaux | 2 | Coût difficile à évaluer de manière précise car il est fonction des quantités d'oxydant en jeu et de la matrice | Confirmation des volumes à traiter et essais pilotes à réaliser |
| | | Durée des travaux | 2 | Durée de traitement difficile à évaluer (gestion des effets « rebonds ») | |
| | | Applicabilité/fiabilité/atteinte des objectifs | 4 | Techniques globalement adaptées aux polluants, mais le mécanisme du traitement des hydrocarbures par l'action de l'oxydant reste à confirmer | |
| | | Contraintes en phase travaux / phase définitive | 2 | Contraintes potentielles si concentrations résiduelles et effets rebonds | |
| | | Contraintes /mémoires/restriction/servitudes | 2 | Contraintes potentielles si concentrations résiduelles et effest rebonds | |
| | | Bilan écologique et nuisances | 3 | Injection de réactif dans le milieu | |

*Tableau 50 : Analyse multicritères*

Sur base du tableau ci-dessus, la synthèse des notes globales attribuées à chacune des techniques étudiées est présentée dans le tableau suivant.

| | Technique étudiée | Note globale |
|---|---|---|
| Zone non saturée | **Excavation des terres polluées et envoi en centre de traitement hors site (biocentre ou centre de stockage)** | **21** |
| | Excavation des terres polluées et traitement sur site, en biopile et par désorption thermique | 13 |
| | **Traitement in-situ par venting/bioventing** | **21** |
| Zone saturée | **Excavation des terres polluées et envoi en centre de traitement hors site (biocentre ou centre de stockage)** | **19** |
| | **Extraction multiphasique** | **19** |
| | Traitement in-situ par oxydation chimique | 15 |

*Tableau 51 : Synthèse des notes du BCA*

Ainsi, sur base de l'analyse multicritères, il ressort que la combinaison excavation et traitement hors site + extraction multiphasique est la plus avantageuse pour gérer les impacts dans les sols, les gaz du sol et les eaux souterraines.

Le scénario de gestion retenu est donc :

- Excavation des terres sous chapiteau, en période de basses eaux, jusqu'à 4 m de profondeur, puis évacuation en filières de traitement adaptées (Biocentre / ISDND) ;
- Le traitement de la zone saturée par extraction multiphasique.

Ce scénario permettrait de minimiser les coûts des terrassements tout en traitant les deux zones simultanément. Il permet également un traitement rapide de la zone présentant le plus gros des impacts. Le délai de traitement par EMP peut être assez long, mais le procédé présente l'avantage de pouvoir être réalisé sur un site en cours d'activité, il pourra donc être prolongé.

Les opérations d'excavation iront jusqu'à 4 m dans la zone de l'aire de lavage et à 3 m pour le reste des zones de pollution concentrée. Toutefois, en cas de concentrations importantes lors des analyses de bords et fonds de fouilles, les excavations devront se poursuivre jusqu'à l'atteinte des seuils de réhabilitation.

L'EMP concernera uniquement la zone saturée au droit de l'aire de lavage des métaux. Sous réserve d'essais pilotes concluants, lancer l'unité EMP en amont des terrassements permettrait de rabattre la nappe et d'extraire les gaz du sol, et donc de s'affranchir de la nécessité de mise en place d'un chapiteau.

A ce stade de l'étude, les coûts de dépollution du site seraient situés entre 369 et 785 k€HT. Pour rappel, cette fourchette reste relativement haute de par les hypothèses majorantes prises en compte.

Notons qu'un tri des terres excavées finement mené, peut permettre de réduire les volumes annoncés et les coûts associés.

**Toutefois, si la possibilité de réaliser le traitement alors que le site est toujours en cours d'activité venait à se présenter, un traitement par venting/bioventing + EMP est envisageable sous réserve d'essais pilotes concluants. Ce scénario serait financièrement plus intéressant (coûts de 162 à 443 k€HT), mais le taux d'abattement de la pollution est variable. Une excavation des zones récalcitrantes sera peut-être requise.**

**De plus, il serait intéressant d'évaluer l'efficacité d'un traitement par biosparging sur les hydrocarbures avec des essais de traitement, car, si les résultats sont concluants, cette solution, combinée à du venting/bioventing, constituerait une alternative techniquement et économiquement intéressante.**

### 9.3.2 Justification économique du choix des seuils de coupure

Conformément à la méthodologie de 2017 de gestion des sites et sols pollués, une évaluation du budget de traitement doit être faite en fonction des différents seuils de coupure qui pourraient être choisis pour vérifier la pertinence des seuils retenus.
Cette évaluation est menée sur la base de 3 paires de seuils COHV / HCT déterminés à l'issue du bilan massique, à savoir : paire 1 (3 000 mg/kg HCT / 6 mg/kg COHV)., paire 2 (1 000 mg/kg HCT / 3 mg/kg COHV) et paire 3 (500 mg/kg HCT / 1,5 mg/kg COHV).

Pour chaque seuil, les volumes calculés dans le bilan massique et majorés de 50 % ont été retenus.

Pour le traitement de la zone saturée, nous avons considéré la même fourchette de prix car il n'est pas possible d'estimer la durée de traitement à ce stade de l'étude.

| | Coûts de traitement (estimation basse) | Coûts de traitement (estimation haute) | % pollution totale traitée |
|---|---|---|---|
| Paire 1 | 369 k€HT | 785 k€HT | 54 % |
| Paire 2 | 589 k€HT | 1 196 k€HT | 61 % |
| Paire 3 | 892 k€HT | 1 838 k€HT | 65 % |
| Différence (paire 1 – paire 2) | 220 k€HT | 411 k€HT | 7 % |
| Différence (paire 1 – paire 3) | 523 k€HT | 1 053 k€HT | 11 % |
| Différence (paire 2 – paire 3) | 303 k€HT | 642 k€HT | 4 % |

*Tableau 52 : Estimation des couts de traitement en fonction des seuils de coupure*

Ce tableau montre que les trois jeux de seuils les plus bas testés occasionnent des coûts de dépollution significativement plus élevés que le jeu de seuils de 6 mg/kg en COHV et 3 000 mg/kg en COHV issus de l'analyse statistique. En particulier :

- Une dépollution à des seuils de 1,5 mg/kg pour les COHV et 500 mg/kg pour les HCT n'améliore le rendement que de 11 % environ, alors que le coût est plus que doublé ;
- Une dépollution à des seuils de 3 mg/kg pour les COHV et 1 000 mg/kg pour les HCT n'améliore le rendement que de 7 % environ, alors que le coût est majoré de plus de 52 %.

## 9.4 Essais pilotes à réaliser

Ci-dessous, une liste non exhaustive des essais pilotes à réaliser afin de permettre d'affiner le choix d'une des solutions :

- Pour le venting : essai de traitement en laboratoire (biodégradabilité), et si concluent, tests de terrain (perméabilité à l'air, et si nécessaire, essai de traitement in situ) ;
- Un essai d'extraction multiphasique comprenant un essai de pompage afin d'évaluer les paramètres hydrodynamiques de la nappe ;
- Essai d'oxydation en laboratoire. Si cet essai est concluant, des essais de traitement sur le terrain (pompage/injection et performance).

Afin de permettre de lever les incertitudes sur l'efficacité du biosparging dans le cas présent, nous recommandons de réaliser un essai de traitement sur site en parallèle des essais pour le venting. Si ces essais sont concluants, la mise en œuvre de ce procédé permettrait de traiter la zone saturée à moindre coût.

## 9.5 Surveillance de la qualité des milieux

En phase travaux, nous recommandons le suivi des travaux de réhabilitation par un bureau d'étude spécialisé en sites et sols pollués pour assurer :

- Le contrôle des travaux de réhabilitation et leur réception ;
- Le contrôle de la qualité des eaux souterraines pendant et après les travaux de réhabilitation ;
- Une mise à jour de l'ARR sur la base des concentrations réellement observées après travaux de réhabilitation.

### 9.5.1 Eaux souterraines

Dans l'objectif de vérifier l'efficacité du traitement des sources de pollution concentrée et contrôler l'évolution de la qualité des eaux souterraines après l'application des mesures de gestion, en particulier en aval des pollutions, un suivi de qualité des eaux souterraines devra être réalisé au droit des piézomètres existants.

Un suivi semestriel (basses eaux/hautes eaux) est recommandé dans l'attente de la mise en œuvre effective de l'option de gestion retenue. Il a pour but de s'assurer que l'état des milieux ne se dégrade pas dans ce laps de temps. Le programme analytique à mettre en place est :

- BTEX, COHV, HAP, HCT C5-C40, 8 métaux.

Durant la phase travaux, le suivi devra être réalisé selon un rythme trimestriel afin de vérifier l'absence de relargage et de s'assurer de l'efficacité du traitement mis en œuvre. Ce dernier pourra être adapté en conséquence. Nous proposons de mettre en place le programme analytique suivant :

- COHV, HCT C5-C40 ;
- Fer, manganèse, nitrates, carbone organique dissous, oxygène dissous, sulfates et azote.

A l'issue des travaux de dépollution, la surveillance devra être réalisée selon un rythme semestriel (1 campagne en période de hautes eaux et 1 campagne en période de basses eaux) pendant une durée de 4 ans. Dans le cadre de la surveillance de la qualité des eaux souterraines à mettre en place au droit du site, nous proposons de procéder à l'analyse des paramètres suivants :

- BTEX, COHV, HAP, HCT C5-C40, 8 métaux.

Conformément à la méthodologie de gestion des sites et sols pollués, en fonction des résultats de l'évolution de la qualité de la nappe (état résiduel stable ou amélioration) des modifications des modalités de surveillance, ou son arrêt, pourront être proposés.

### 9.5.2 Air ambiant

Au vu des concentrations mesurées dans les gaz du sol, nous recommandons de réaliser deux prélèvements d'air ambiant dans le bâtiment existant.

Des analyses de la qualité d'air ambiant à l'intérieur des bâtiments seront également à prévoir une fois l'aménagement achevé, dans le bâtiment neuf (au moins deux campagnes).

Les substances à analyser seront les COHV, BTEX et TPH.

## 9.6 Dispositions constructives complémentaires

En complément de la gestion des pollutions concentrées, il est préconisé la mise en place des mesures suivantes :

- Afin de supprimer la voie de transfert entre la pollution résiduelle et les futurs usagers au droit des zones non bâties, nous préconisons le remplacement des 30 premiers centimètres de terres par des terres saines sur géotextile au droit

des futurs espaces verts, et de mettre en place un revêtement type enrobé, dalle ou béton, dans le reste des surfaces aménagées ;

- Afin de réduire le transfert de gaz du sol vers l'air ambiant du futur bâtiment, il convient de :
  - Conserver un taux de renouvellement d'air intérieur convenable dans les locaux, ou le cas échéant, renforcer l'aération naturelle ou mettre en place une ventilation mécanique adaptée (taux de renouvellement 0,5 volume/heure a minima) ;
  - Mettre en place d'une dalle béton étanche d'une épaisseur de 20 cm à minima. L'étanchéité de la dalle pourra être amélioré par l'ajout d'adjuvants ferreux ;
  - Mettre en place une géomembrane étanche à l'interface entre le sol et le dallage ;
  - Colmater toutes voies d'intrusion préférentielles des gaz du sol (joints de dilatation, passages de gaines …).
- Les terres excavées et les futurs déchets de démolition, devront être gérés selon la réglementation en vigueur et orientés en filières adaptées ;
- La mise en place de canalisations AEP anti-perméation (acier, fonte, PVC) dans des tranchées remplies de matériaux sains et propres. Des conduites en PEHD sont interdites.

## 9.7 Gestion des déblais/déchets

En application de l'Ordonnance n° 2010-1579 du 17 décembre 2010, les terres excavées, qu'elles soient naturelles ou non, qui sortent du site dont elles sont extraites ont un statut de déchet. En effet, au titre de l'article L. 541-1-1, est défini comme un déchet toute substance ou tout objet, ou plus généralement tout bien meuble, dont le détenteur se défait ou dont il a l'intention ou l'obligation de se défaire. Lorsqu'elles restent sur le site, elles n'endossent pas ce statut de déchets. Ce n'est donc pas la présence ou l'absence de pollution dans les terres qui en fait un déchet

Ainsi, du point de vue réglementaire, si les terres du site sont réutilisées sur le site même, elles ne sont pas considérées comme des déchets puisqu'elles ne sont pas évacuées hors site. A contrario, une terre excavée même non polluée doit être gérée comme étant un déchet en cas d'évacuation hors site.

A ce jour, trois modes de gestion des terres excavées peuvent être retenus :

- Réutilisation ou valorisation sur site ;
- Réutilisation ou valorisation hors site ;
- Elimination en filière adaptée spécifique et autorisée, conformément aux règles en vigueur (traçabilité, suivi jusqu'à valorisation ou élimination).

En tout état de cause, générer moins de déblais lors de la construction limitera, *ipso facto*, les surcoûts liés à la gestion de ces déblais.

Dans le cadre du projet, réemployer les déblais issus du projet pourra être envisagé pour le remblaiement des fouilles au droit des zones de pollution concentrée, dans la zone non saturée uniquement, au-delà de -2 m et jusqu'à -0,3 m par rapport au terrain fini. Préalablement à leur mise en œuvre, ces matériaux devront être caractérisés sur tas afin de valider leur compatibilité sanitaire puis leur réutilisation validée par le géotechnicien.

La réutilisation hors-site de terres excavées doit répondre aux exigences du « *Guide de caractérisation des terres excavées dans le cadre de leur réutilisation hors site en technique routière et dans des projets d'aménagement* » (rapport final V2 du BRGM n°BRGM/RP-69581-FR d'avril 2020. Elle pourra être envisagée en remblais sous ouvrages routiers ou parking.

### 9.7.1 Conditions d'élimination hors-site des terres

Les terres devront être excavées et triées (remblais, terres ou matériaux contaminés, terrain naturel / matériaux homogènes, de nature lithologique homogène et de qualité chimique homogène) selon des qualités similaires de manière à éviter toute dilution de la pollution et à optimiser les filières d'élimination des terres excavées.

Toute terre excavée présentant des constats organoleptiques anormaux (odeur, couleur, traces d'huiles, etc.) devra être stockée temporairement en vue d'un contrôle de la qualité des terres avant leur gestion hors-site.

Le stockage temporaire se fera sur une surface étanche (dalle béton, bâche au sol) pour supprimer les voies de transfert par lixiviation, et être recouvert en chaque fin de poste journalier pour supprimer les infiltrations et le ruissellement d'eau dans les terres polluées.

La traçabilité des matériaux éliminés hors site (tonnage, destination, …) sera vérifiée par l'intermédiaire de la production de Bordereaux de Suivi des Déchets (BSD).

Pour rappel, tout producteur de déchets est responsable de la gestion de ces déchets jusqu'à leur élimination ou valorisation finale, conformément à l'article L541-2 du Code de l'Environnement.

### 9.7.2 Filières d'élimination envisageables

Les tableaux figurants dans le § d'interprétation des résultats des analyses de sols, reprennent les critères et les filières d'élimination envisageables pour les matériaux présents au droit du site. Elle devra être validée par une consultation des différentes filières d'élimination envisagées par l'entreprise de travaux.

Compte-tenu des volumes à gérer et des coûts associés, nous préconisons de réaliser une caractérisation sur tas afin de réaliser une répartition plus fine par filière. Ceci

implique la création d'une zone de stockage "tampon" en attente de retour d'analyse mais doit permettre de réaliser des économies substantielles.

*Nota : Conformément à la méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués, en cas de découverte d'odeurs ou d'indices visuels caractéristiques de la présence d'un polluant lors des travaux de terrassement, la zone concernée devra faire l'objet d'un traitement adapte. Le coût éventuel de gestion d'une telle découverte ne peut être chiffré dans le cadre du présent rapport.*

L'entreprise en charge des travaux de terrassement devra impérativement assurer une traçabilité des opérations (mouvements de terres, quantité, destination, …) au travers de Bordereaux de Suivi des Déchets (BSD). Il est en effet interdit de mélanger, pendant ou après l'excavation, des lots distincts de terres excavées de qualité différente dans le but de diluer les éventuelles pollutions afin de déclasser les terres, ou de porter atteinte à l'objectif de traçabilité des terres excavées.

Il est également recommandé, dans l'optique de limiter les couts liés à l'évacuation de terres non inertes, de faire réaliser un suivi du tri des terres par un prestataire indépendant de l'entreprise en charge des travaux.

### 9.8 Mesures de prévention des travailleurs en phase chantier

La phase chantier correspond aux travaux de dépollution, de démantèlement du site, d'aménagement du site et tous autres travaux.

Compte tenu des substances présentes dans les sols et potentiellement dans les gaz du sol, les travailleurs devront respecter les bonnes pratiques inhérentes à ce type de chantier : port d'EPI (gants, tenues de travail spécifiques, chaussures de sécurité, lunettes, si nécessaire masque à poussières type FFP2, etc.), mise en place d'EPC et de méthodes de travail adéquates (arrosage des pistes, bâchage des camion-benne, nettoyage des voiries, etc.)

Le détail des recommandations devra être décrit dans le Plan Particulier de Sécurité et de Protection de la Santé (PPSPS), rédigé avant la mise en route des travaux de réaménagement. Les éléments détaillés sont présentés dans le document suivant : « *protection des travailleurs sur les chantiers de réhabilitation de sites industriels pollués* » Co-éditions ADEME/INRS réf. ED 866- juin 2002- nouvelle édition.

### 9.9 Restrictions d'usage

Nous recommandons la mise en place de restrictions d'usage au droit du site à l'issue des travaux de dépollution :

- Tout usage de l'eau souterraine au droit du site est proscrit ;
- Toute culture de plantes destinées à la consommation humaine est proscrite ;
- Maintien en l'état et protection des ouvrages de suivi de la qualité des eaux souterraines. Dans le cas où un des ouvrages est arraché ou abimé, il conviendra de le remettre en l'état ou de le remplacer ;

- Seules les terres inertes (ou traitées sur site) pourront être éventuellement réutilisées dans le cadre de l'aménagement sous condition de compatibilité géomécanique ;
- La zone ouest de la parcelle est à privilégier pour implanter les ouvrages de gestion des eaux pluviales

### 9.10 Conservation pour mémoire

Dans le cadre de la mise en place de ces restrictions d'usage, il devra être transmis aux propriétaires successifs de la parcelle, l'ensemble des documents afférents à la qualité du sous-sol du site (diagnostics de pollution, rapport de surveillance, rapports de travaux, plan de gestion, etc.).

## 9.11 Budget prévisionnel global

Le budget prévisionnel de la solution proposée est récapitulé ci-après.

| Phase | Description | Budget estimé (k€ HT) |
|---|---|---|
| Dépollution | Gestion de la zone de sol imbibé autour de T1 | 1,7 – 3,7 |
| | Gestion de la cuve à fioul enterrée | 5 - 8 |
| | Gestion de la pollution concentrée en ZNS et ZS (scénario 1) | 369 - 785 |
| | Gestion de la pollution concentrée en ZNS et ZS (scénario 2) | 162 - 443 |
| Mesures constructives | Décapage et remplacement de 30 cm de terres sur 2 600 m² d'espaces verts | 27 - 44 |
| | Mise en place d'une géomembrane imperméable sous dallage. Hypothèse d'un bâtiment 3 300 m²<br>Colmatage des points de transfert préférentiels | 16 - 33 |
| Suivi environnementale | Suivi de la qualité des eaux souterraines | 10 - 25 |
| | Suivi de la qualité de l'air ambiant | 8 - 10 |
| Maitrise d'Œuvre | Coûts de Maitrise d'œuvre : hypothèse 10 % du montant de la dépollution (hors mesures constructives) | 38 – 80 (scénario 1)<br>17 – 46 (scénario 2) |
| **Total scénario 1 (hors TGAP)** | | **475 – 989** |
| **Total scénario 2 (hors TGAP)** | | **247 - 613** |

*Tableau 53 : Estimation des couts de traitement en fonction des seuils de coupure*

Ces montants sont donnés hors études EXE, constats d'huissier et TGAP.

Le budget prévisionnel des opérations est compris entre 475 et 989 k€HT.

Si le scénario 2 est acceptable en termes de délais (jusqu'à 18 mois de traitement), un traitement par venting/bioventing + EMP est économiquement plus avantageux.

Nous rappelons que l'estimation du scénario 2 ne tient pas compte des éventuelles zones récalcitrantes à purger.

# 10 SCHÉMA CONCEPTUEL ET MODÈLE DE FONCTIONNEMENT

Le schéma conceptuel a pour but de représenter de façon synthétique tous les scénarios d'exposition directs ou indirects entre les usagers du site et les polluants présents dans un milieu. Il a donc pour but d'identifier les enjeux sanitaires et environnementaux. C'est l'une des premières phases de l'étude d'un site pollué qui s'attache à caractériser l'état des différents milieux.

Pour mémoire, l'existence d'un risque correspond à la coexistence d'une source, d'une voie d'exposition et d'une cible.

Le schéma conceptuel doit donc permettre d'identifier :

- Les sources potentielles de pollutions et les polluants associés ;
- Les voies de transfert correspondant aux possibilités de déplacement des polluants à travers les milieux ;
- Les milieux d'exposition : sols, gaz de sol, eaux souterraines ou de surface ;
- Les voies d'exposition : caractérisées par le mode de transfert des polluants contenus dans les milieux d'exposition en fonction des cibles identifiées ;
- Les cibles.

- **Sources potentielles de pollutions et polluants associés**

Source : sols, eaux souterraines et gaz du sol.

Polluants retenus :

- Dans les sols : HCT C10-C40, TCE, DCE, chlorure de vinyle ;
- Dans les gaz du sol : benzène, TCE, DCE, hydrocarbures aliphatiques C10-C12 ;
- Dans les eaux souterraines : HCT C10-C40, TCE, chlorure de vinyle, plomb, nickel, arsenic, naphtalène, cis-1,2-dichloroéthylène.

- **Voies d'exposition et vecteurs de transfert**

Les voies d'exposition retenues sont :

- Inhalation de substances volatiles émises par les sols pollués ;
- Inhalation de substances volatiles émises par les nappes.

Les voies d'exposition non retenues sont :

- Ingestion de sol et poussières du sol ;
- Contact cutané avec les sols pollués ;
- Ingestion de légumes ou autres denrées alimentaires exposés aux polluants ;
- Consommation ou utilisation d'eau souterraine, si des captages ou des puits sont présents ;

- Consommation d'eau du robinet susceptible d'avoir été polluée.

- **Cibles et/ou enjeux à protéger**

- Futurs salariés du magasin ;
- Futurs clients adultes et enfants.

Les travailleurs en phase chantier ne sont pas considérées comme cible car ils seront équipés des équipements de protection individuelle permettant de limiter le contact avec la pollution.

Le scénario d'inhalation d'air extérieur n'a pas été pris en compte dans la mesure où, n'étant pas en milieu confiné, il n'y a pas de risque d'accumulation de gaz. De plus, la durée d'exposition est limitée du fait de l'activité sur site.

| Milieu et substances potentiellement polluantes identifiées | Voie d'exposition | Cible | Voie d'exposition retenue | Observations |
|---|---|---|---|---|
| **Sol :**<br>**HCT C10 – C40**<br>**COHV** | Ingestion de sols | Futurs salariés du magasin ;<br>Futurs clients adultes et enfants. | **NON** | Les voies d'exposition seront supprimées car les espaces extérieurs seront recouverts de matériaux tels que le dallage et l'enrobé, ou des terres d'apport saines (terre végétale). |
| | Inhalation de poussières et particules | | **NON** | |
| | Contact dermique | | **NON** | |
| **Air ambiant :**<br>**BTEX**<br>TPH<br>**COHV** | Inhalation de composés volatiles provenant des sols et eaux souterraines | | **OUI** | Présence de substances volatiles dans les sols, gaz du sol et la nappe |
| **Eaux souterraines** | Ingestion | | **NON** | Pas de captage au droit du site et aucun usage des eaux souterraines n'est prévu sur site |
| | Contact dermique | | **NON** | |
| **Eaux superficielles** | Ingestion | | **NON** | Pas de cours d'eau ou ouvrage superficiel sur ou à proximité du site |
| | Contact dermique | | **NON** | |

*Tableau 54 : Récapitulatif des Sources/Vecteurs/Cibles*

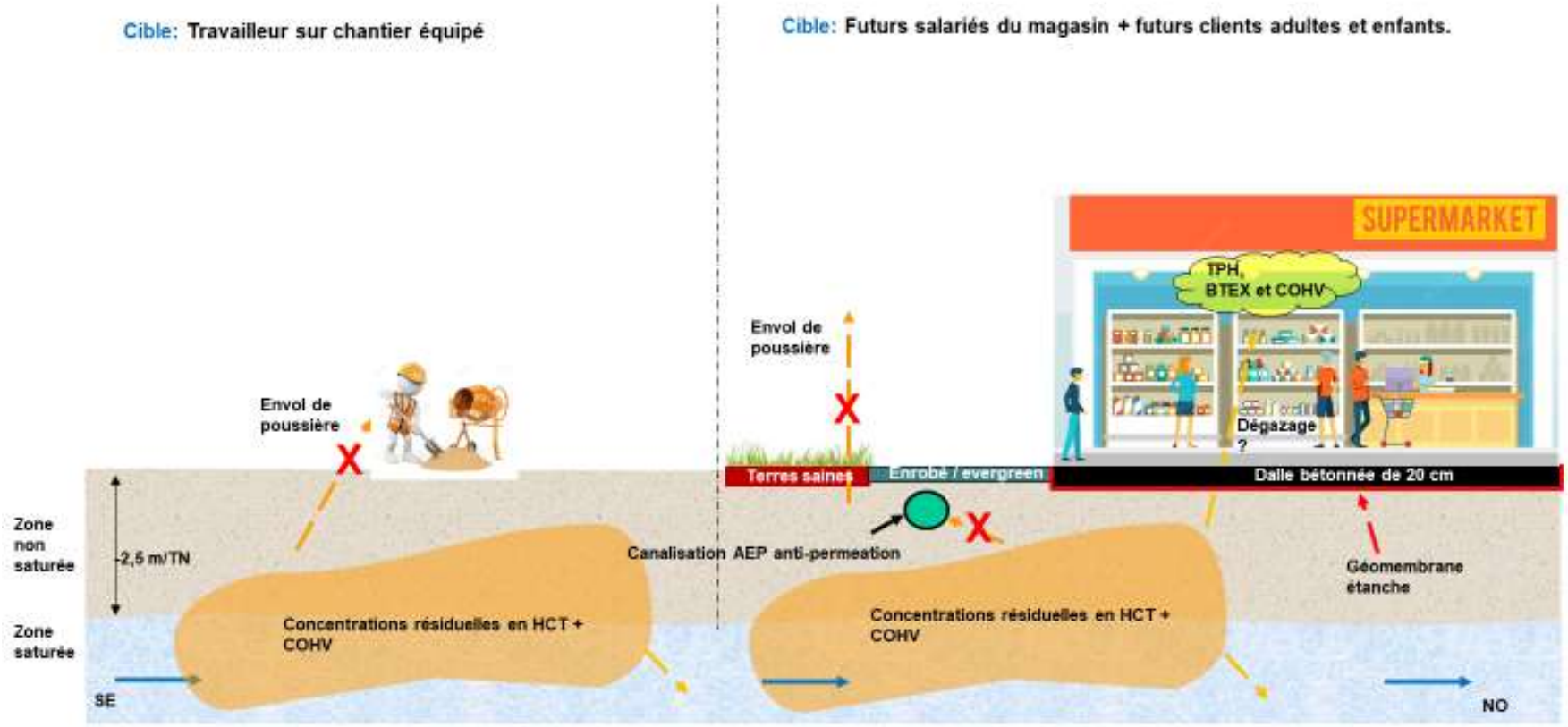



*Figure 53 : Schéma conceptuel et modèle de fonctionnement après mise en place des mesures de gestion*

# 11 ANALYSE DES RISQUES RESIDUELS PREDICTIVE

## 11.1 Méthodologie de calcul et d'interprétation des risques sanitaires

L'outil IEM conduit à comparer les concentrations mesurées aux valeurs de gestion réglementaires si elles existent. Dans le cas contraire, la grille de calcul de l'IEM permet une évaluation quantitative des risques sanitaires. Elle est basée sur les scénarios et les voies d'exposition identifiés dans le schéma conceptuel.

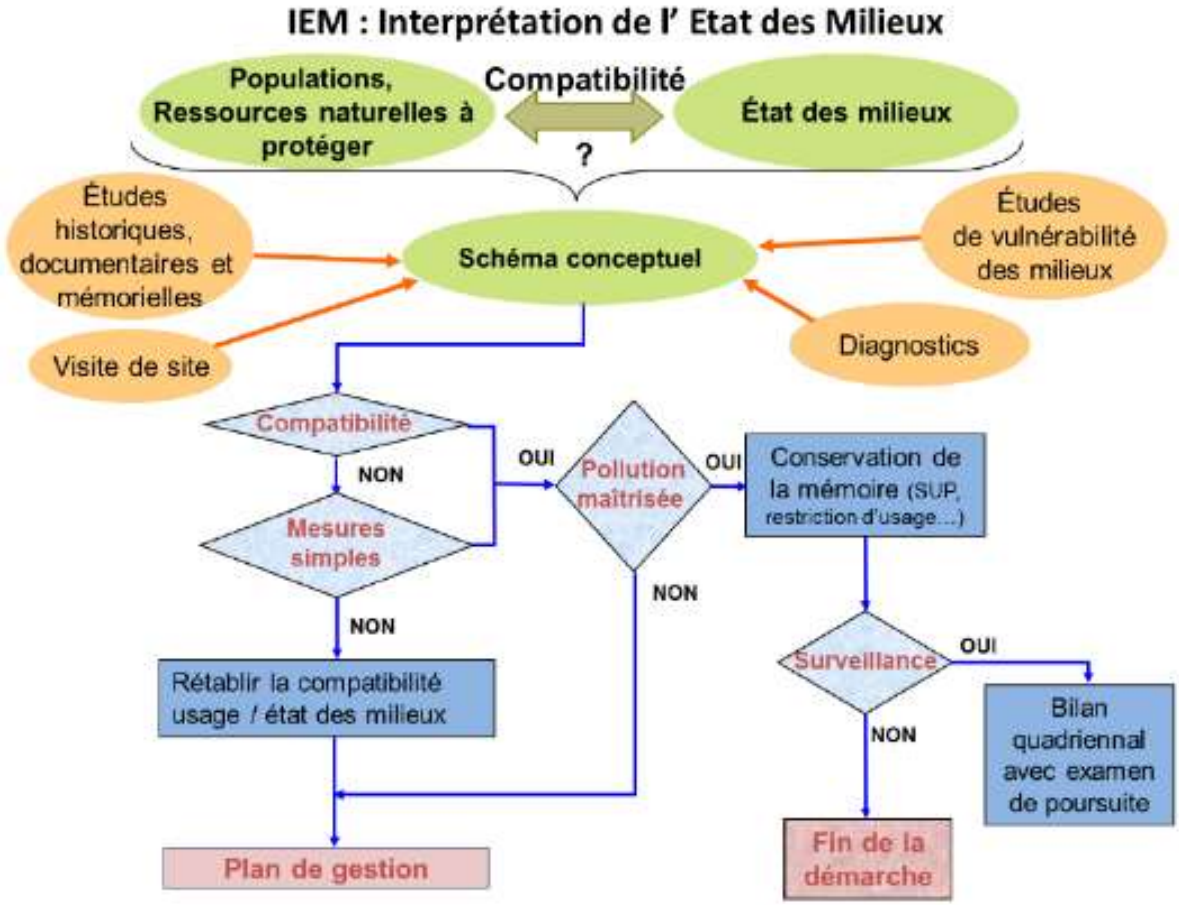



*Figure 54 : Logigramme de la démarche IEM*

Même lorsque le processus conduit à conclure à la compatibilité entre l'état des milieux et les usages constatés ou prévus, la démarche peut conduire à :

- Mettre en place une surveillance pour contrôler la pérennité des conclusions ;
- Pérenniser les usages ;
- Devoir élaborer un Plan de Gestion pour gérer les pollutions identifiées notamment lorsque celles-ci ne sont pas maîtrisées.

### 11.1.1 Valeurs Toxicologiques de Référence

Des Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) sont utilisées pour chaque substance afin d'identifier les risques associés, conformément aux instructions de la circulaire du 31 octobre 2014 du Ministère de la transition écologique ainsi que de la Méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués d'avril 2017.

Suivant cette circulaire, les VTR sont sélectionnées parmi 8 bases de données selon l'ordre de priorité suivant :

- La VTR construite par l'ANSES ;
- La VTR la plus récente parmi les bases de données US EPA, ATSDR ou OMS ;
- La dernière VTR proposée par Santé Canada, RIVM, l'OEHHA ou l'EFSA.

**En l'absence de VTR pour une substance, une quantification des risques n'est pas envisageable même si les données d'exposition sont exploitables.**

**En l'absence de procédure établie pour la construction d'une VTR pour la voie cutanée, il ne peut être envisagé une transposition pour cette voie à partir de VTR disponibles pour les voies orale ou respiratoire.**

### 11.1.2 Démarche d'interprétation des résultats

Pour rester cohérent avec la gestion effective des risques mise en œuvre par les pouvoirs publics pour la population française, l'utilisation de la grille IEM consiste à considérer chacune des voies d'exposition séparément et, pour une voie d'exposition donnée, chacune des substances isolément. L'additivité des risques peut faire varier d'un ordre de grandeur les niveaux de risques calculés.

Pour chaque scénario et chaque substance, deux types de risque sont distingués :

- Le risque non cancérigène est estimé en calculant le Quotient de Danger (QD). Celui-ci permet de comparer le niveau d'exposition à une dose de référence fonction de la toxicité de chacune des substances. Cet effet est dit « avec seuil ».
- Le risque cancérigène est estimé en calculant l'Excès de Risque Individuel (ERI), c'est-à-dire le risque qu'a un individu de développer un cancer au cours de sa vie au regard des substances potentiellement cancérigènes auxquelles il est exposé. Cet effet est dit « sans seuil ».

Des intervalles de gestion des risques sont fixés par la Méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués d'avril 2017 pour interpréter les résultats des calculs de niveaux théoriques de risques (voir ci-dessous). L'appréciation de l'acceptabilité des risques vis-à-vis des seuils relève du bon sens et du professionnalisme. Ces intervalles ne sont pas adaptés au Plan de Gestion.

| Intervalles de gestion des risques | | Interprétation des résultats | Actions à engager |
|---|---|---|---|
| Substances | | | |
| A effet de seuil | A effet sans seuils | | |
| QD ≤ 0,2 | ERI ≤ $10^{-6}$ | Etat des milieux compatibles avec les usages constatés | 1. S'assurer que les pollutions sont maîtrisées. Dans le cas contraire, élaborer et mettre en œuvre un Plan de Gestion ;<br>2. La mise en place d'une surveillance peut être nécessaire pour vérifier la pérennité de la situation ;<br>3. Afin d'assurer la pérennité de la compatibilité entre les usages et l'état des milieux, il peut être nécessaire de mettre en place des servitudes ou restrictions d'usage. |
| 0,2 < QD < 5 | $10^{-6}$ < ERI < $10^{-4}$ | Réflexion plus approfondie nécessaire avant de s'engager dans un plan de gestion | Selon le cas :<br>1. Réalisation d'une EQRS avec additivité (seuils classiques de 1 et $10^{-5}$) ;<br>2. Mise en œuvre de mesures simples de gestion ;<br>3. Identification et mise en œuvre des premières mesures de maîtrise des risques : mesures sanitaires ou mesures environnementales ;<br>4. Mise en œuvre de restrictions d'usage.<br><br>Pour gérer les pollutions et maîtriser leurs impacts, un plan de gestion est à élaborer et à mettre en œuvre. |
| QD > 1 | ERI > $10^{-4}$ | Etat des milieux incompatibles avec les usages | |

*Tableau 55 : Intervalles de gestion d'après Méthodologie Nationale SSP d'avril 2017*

La démarche à suivre est donc la suivante :

A. <u>Seuils à considérer individuellement :</u>

Effet à seuil :
QD ≤ 0,2 : Compatible avec l'usage futur considéré
0,2 < QD < 5 Réitérer le calcul avec l'additivité des risques
QD > 5 Incompatible avec l'usage futur considéré

Effet sans seuil :
ERI < $10^{-6}$ Compatible avec l'usage futur considéré
$10^{-6}$ < ERI < $10^{-4}$ Réitérer le calcul avec l'additivité des risques
ERI > $10^{-4}$ Incompatible avec l'usage futur considéré

B. <u>Si 0,2<QD<5 ou $10^{-6}$<ERI<$10^{-4}$, procéder à l'additivité des risques sanitaires :</u>

Effet à seuil :

| | |
|---|---|
| QD < 1 | Compatible avec l'usage futur considéré |
| QD > 1 | Incompatible avec l'usage futur considéré |

Effet sans seuil :

| | |
|---|---|
| ERI < $10^{-5}$ | Compatible avec l'usage futur considéré |
| ERI > $10^{-5}$ | Incompatible avec l'usage futur considéré |

## 11.2 Calcul des risques (QD et ERI)

Le calcul des risques a été réalisé à l'aide du logiciel RISC 5.0, distribué par WATERLOO HYDROGEOLOGIC et développé par Lynn R. Spence et BP OIL INTERNATIONAL. Le logiciel réalise une modélisation sur la base d'un modèle dit de « Johnson & Ettinger », incluant les transports diffusif et convectif des composés. Les équations du logiciel sont spécifiées dans la norme ASTM E1739-95.

Le choix des paramètres d'entrée comprend :

- Le choix des scénarios d'exposition (ingestion, contact dermique, inhalation) avec sélection des milieux contaminés (sols, gaz/air ambiant, eaux) et voies d'exposition associées ;
- Dans certains cas, la définition de la géométrie de la source de pollution et des installations sur site ;
- La détermination des polluants et de leur concentration ;
- La détermination des VTR associées (base de données modifiable) ;
- La définition des cibles (adulte résident ou travailleur, enfant ou passant) ;

On notera que la VTR pour les hydrocarbures totaux correspond aux VTR calculées par le « Total Petroleum Hydrocarbon Criteria Working Group » dans le cas le plus défavorable (1997). Cette VTR n'est donnée qu'à titre indicatif puisqu'il ne s'agit pas d'une base de données référencée dans l'outil IEM.

Le logiciel renvoie en sortie un tableau par cible et par type de risque listant les QD ou ERI individuels pour chaque scénario d'exposition ainsi que la valeur d'additivité des risques par scénario.

## 11.3 Données d'entrée pour le site d'étude

### 11.3.1 Scénarios d'exposition

En raison des aménagements prévus et des dispositions constructives mises en place, seul le scénario d'inhalation de composés volatiles provenant des sols et eaux souterraines sera retenu.

### 11.3.2 Sélection des substances, VTR et concentrations associées

Pour chaque substance considérée, les mesures réalisées dans les gaz du sol ou air sous dalle ont été privilégiées car elles sont un reflet plus réaliste du dégazage des substances volatiles présentes dans les sols et les eaux souterraines. En effet, de telles mesures ont été effectuées au niveau des zones présentant les teneurs les plus élevées dans les sols restant en place après réhabilitation.

Pour les substances les plus volatiles quantifies dans les sols et/ou les eaux souterraines, mais non quantifiées dans les gaz du sol, il a été considéré, dans une hypothèse sécuritaire, le maximum entre la teneur égale à la limite de quantification du laboratoire ou la teneur estimée à partir d'un modèle de transfert.

Dans chaque milieu retenu et pour chaque compose, il a été retenu la concentration maximale observée parmi les données disponibles.

Les figures suivantes présentent les concentrations résiduelles sur site après mise en œuvre des mesures de gestion.




*Figure 55 : Cartographie des concentrations maximales résiduelles en HCT dans le sol*

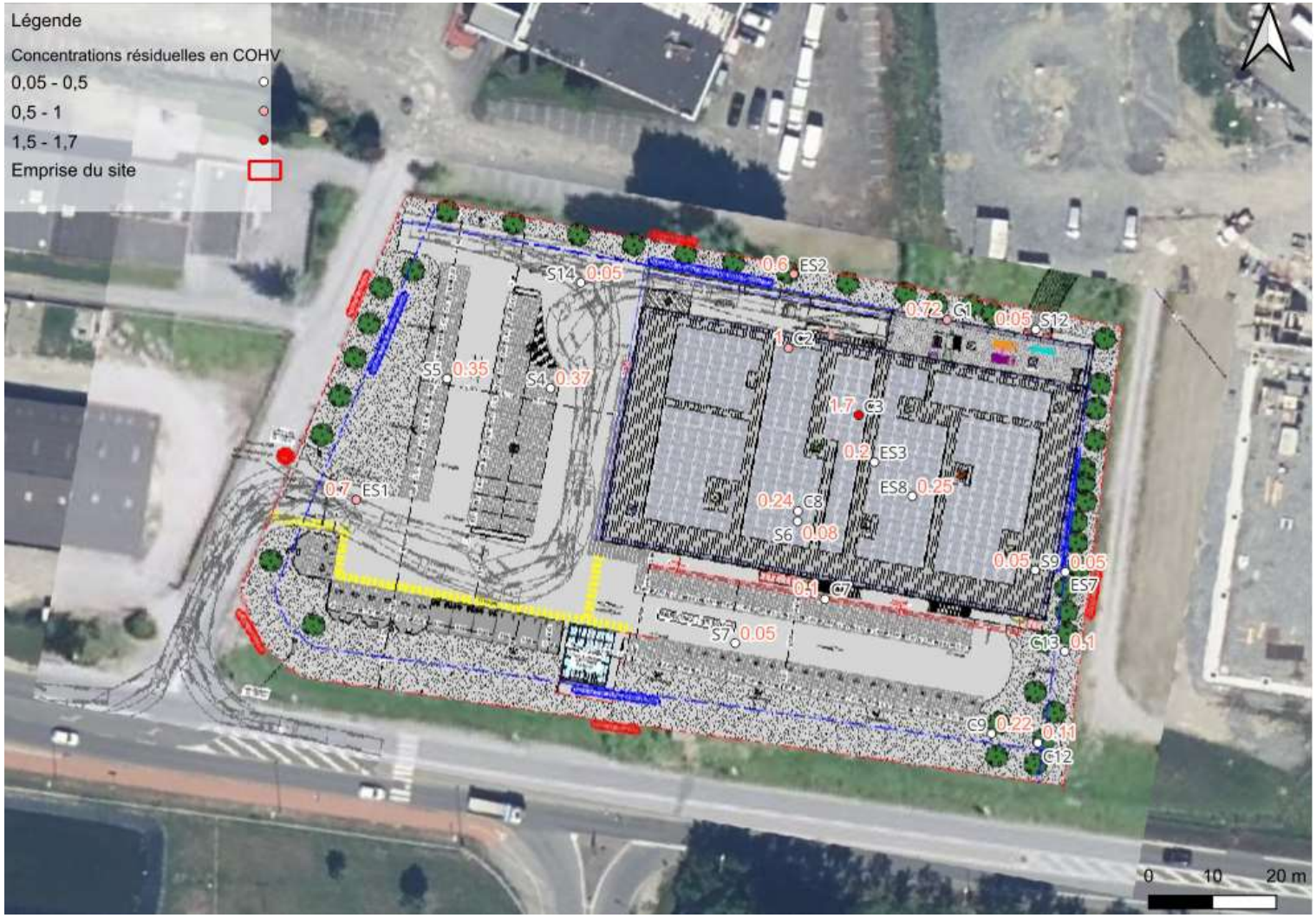
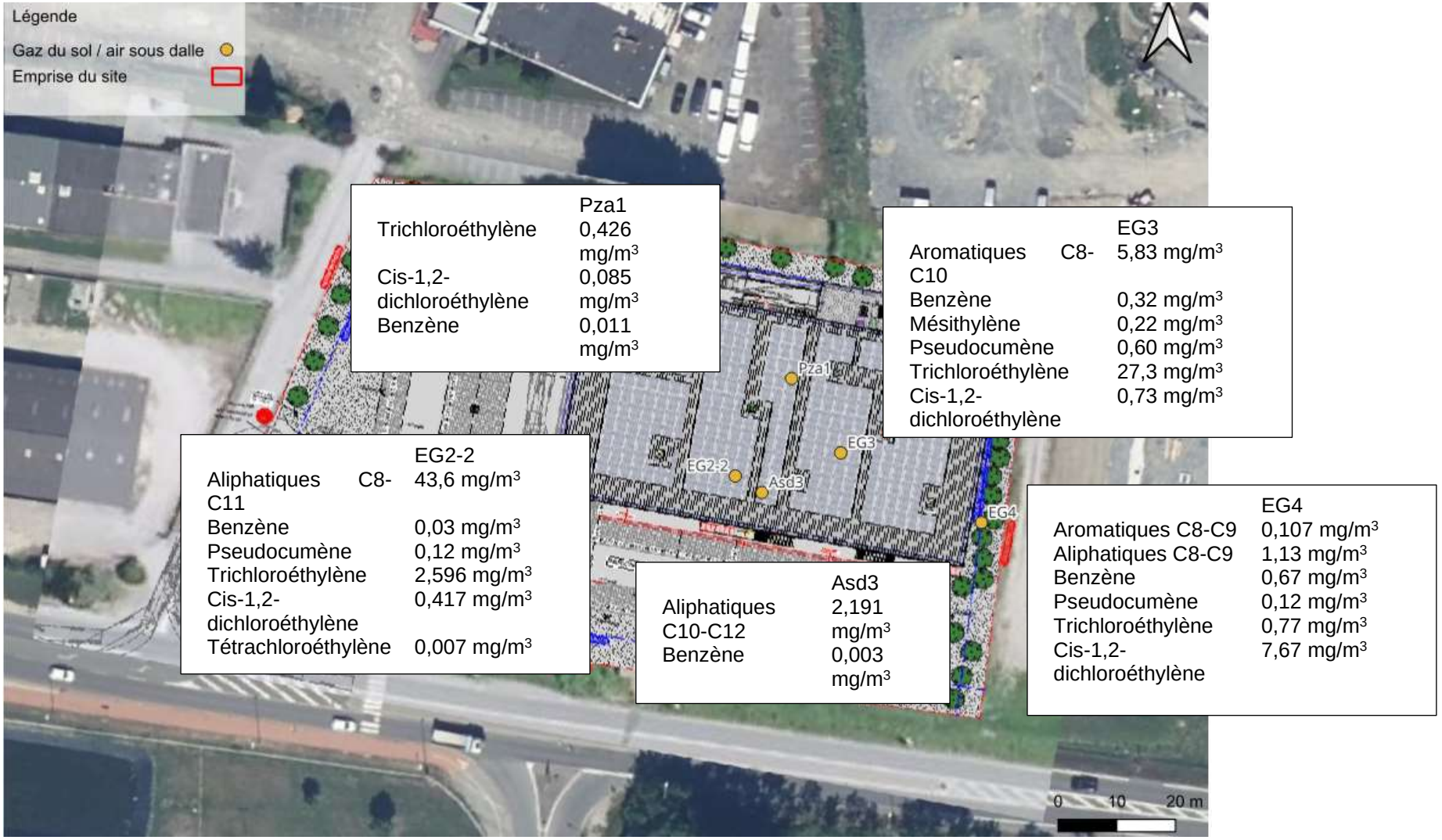



*Figure 56 : Cartographie des concentrations maximales résiduelles en COHV dans le sol*




| | Pza1 |
|---|---|
| Trichloroéthylène | 0,426 mg/m³ |
| Cis-1,2-dichloroéthylène | 0,085 mg/m³ |
| Benzène | 0,011 mg/m³ |

| | EG3 |
|---|---|
| Aromatiques C8-C10 | 5,83 mg/m³ |
| Benzène | 0,32 mg/m³ |
| Mésithylène | 0,22 mg/m³ |
| Pseudocumène | 0,60 mg/m³ |
| Trichloroéthylène | 27,3 mg/m³ |
| Cis-1,2-dichloroéthylène | 0,73 mg/m³ |

| | EG2-2 |
|---|---|
| Aliphatiques C8-C11 | 43,6 mg/m³ |
| Benzène | 0,03 mg/m³ |
| Pseudocumène | 0,12 mg/m³ |
| Trichloroéthylène | 2,596 mg/m³ |
| Cis-1,2-dichloroéthylène | 0,417 mg/m³ |
| Tétrachloroéthylène | 0,007 mg/m³ |

| | Asd3 |
|---|---|
| Aliphatiques C10-C12 | 2,191 mg/m³ |
| Benzène | 0,003 mg/m³ |

| | EG4 |
|---|---|
| Aromatiques C8-C9 | 0,107 mg/m³ |
| Aliphatiques C8-C9 | 1,13 mg/m³ |
| Benzène | 0,67 mg/m³ |
| Pseudocumène | 0,12 mg/m³ |
| Trichloroéthylène | 0,77 mg/m³ |
| Cis-1,2-dichloroéthylène | 7,67 mg/m³ |

*Figure 57 : Cartographie des concentrations maximales résiduelles dans les gaz du sol*

Les concentrations et les VTR retenues sont présentées dans les tableaux ci-dessous.

| BTEX | Concentration (mg-m$^3$) | Echantillon | VTR seuil mg/m$^3$ | VTR sans seuil (mg-m$^3$)$^{-1}$ | N° CAS |
|---|---|---|---|---|---|
| Benzène | 0,667 | EG4 | 0,01(ANSES) | 0,0016 (ANSES) | 71-43-2 |
| Toluène | 0,071 | EG2-2 | 19 (INERIS) | - | 108-88-3 |
| Ethylbenzène | 0,009 | EG2-2 | 1,5(ANSES) | - | 100-41-4 |
| m,p-Xylène | 0,035 | EG2-2 | 0,1 (ANSES) | - | 108-38-3 |
| o-Xylène | 0,015 | EG2-2 | 0,1 (ANSES) | - | 95-47-6 |
| Cumène | 0,050 | EG3 | 0,4 (US EPA) | - | 98-82-8 |
| m-, p-Ethyltoluène | 0,700 | EG3 | - | - | 25550-14-5 |
| 1,3,5-Triméthylbenzène (Mésitylène) | 0,217 | EG3 | 0,06 (US EPA) | - | 108-67-8 |
| o-Ethyltoluène | 0,133 | EG3 | - | - | 25550-14-5 |
| 1,2,4-Triméthylbenzène (Pseudocumène) | 0,600 | EG3 | 0,06 (US EPA) | - | 95-63-6 |
| **Hydrocarbures volatils** | **Concentration (mg-m$^3$)** | **Echantillon** | **VTR seuil mg-m$^3$** | **VTR sans seuil (mg-m$^3$)$^{-1}$** | **N° CAS** |
| Hydrocarbures aromatiques C5-C6 | Classe correspondant au benzène | | | | |
| Hydrocarbures aromatiques C6-C7 | Classe correspondant au toluène | | | | |
| Hydrocarbures aromatiques C7-C8 | 0,071 | EG3 | 0,4 (TPHCWG) | | |
| Hydrocarbures aromatiques C8-C10 | 5,83 | EG3 | 0,2 (TPHCWG) | - | - |
| Hydrocarbures aromatiques C10-C16 | 0,275 | EG3 | 0,2 (TPHCWG) | - | - |
| Hydrocarbures aliphatiques C5-C8 | 8,5 | EG3 | 18,4 (TPHCWG) | - | - |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Hydrocarbures aliphatiques C8-C11 | 43,6 | EG2-2 | 1 (TPHCWG) | - | - |
| Hydrocarbures aliphatiques C11-C12 | 0,199 | Pza1 | 1 (TPHCWG) | - | - |
| Hydrocarbures aliphatiques C12-C16 | 0,668 | EG3/EG4 | 1 (TPHCWG) | | |
| **COHV** | **Concentration (mg-m$^3$ )** | **Echantillon** | **VTR seuil mg-m$^3$** | **VTR sans seuil (mg-m$^3$) $^{-1}$** | **N° CAS** |
| Chlorure de vinyle | 0,007 | EG3 | 0,06 (INERIS) | 0,0038 (INERIS) | 75-01-4 |
| 1,1-Dichloroéthylène | 0,019 | EG2-2 | 0,2 (OMS) | - | 75-35-4 |
| Dichlorométhane (chlorure de méthylène) | 0,007 | EG3/EG4 | 0,6 (US EPA) | 0,00001 (US EPA) | 75-09-2 |
| Trans-1,2-dichloroethylene | 0,070 | EG4 | 0,06 (RIVM) | - | 156-60-5 |
| 1,1-Dichloroéthane | 0,007 | EG3/EG4 | - | 0,0016 (OEHHA) | 75-34-3 |
| cis-1,2-Dichloroéthylène | 7,667 | EG4 | 0,06 (RIVM) | - | 156-59-2 |
| Trichlorométhane (chloroforme) | 0,023 | Pza1 | 0,063 (INERIS) | - | 67-66-3 |
| Tétrachlorométhane (tétrachlorure de carbone) | 0,007 | EG3/EG4 | 0,11 (ANSES) | - | 56-23-5 |
| 1,1,1-Trichloroéthane | 0,007 | EG3/EG4 | 5 (US EPA) | - | 71-55-6 |
| Trichloroéthylène | 27,333 | EG3 | 3,2 (ANSES) | 0,001 (INERIS) | 79-01-6 |
| Tétrachloroéthylène | 0,433 | EG3 | 0,4 (ANSES) | 0,00026 (ANSES) | 127-18-4 |

*Tableau 56 : Valeurs Toxicologiques de Référence prises en compte pour le scénario inhalation de gaz de sol*

### 11.3.3 Usages et cibles

Le projet prévoit la construction d'un supermarché LIDL.

L'usage sera de type commerce et activité de service au sens du décret n°2022-1588 du 19/12/2022 relatif à la définition des types d'usages dans la gestion des sites et sols pollués.

Les cibles retenues sont les futurs salariés et les clients (adultes et enfants).

| **Scénario : inhalation de gaz du sol<br>Cible : Employés du magasin** | |
|---|---|
| Durée d'exposition théorique | 43 ans |
| Nombre de jours d'exposition théorique par an | 220 jours |
| Temps de travail journalier | 8 heures |
| Période de temps sur laquelle est moyennée l'exposition | 70 ans |
| Hauteur de respiration | 1,55 m |

*Tableau 57 : Paramètres d'exposition des cibles _ employés du magasin*

| **Scénario : inhalation de gaz du sol<br>Cible : Futurs clients du magasin adultes et enfants** | |
|---|---|
| Durée d'exposition théorique | 30 ans |
| Nombre de jours d'exposition théorique par an | 300 jours |
| Temps passé à l'intérieur du magasin | 1 heure |

*Tableau 58 : Paramètres d'exposition des cibles _ futurs clients du magasin adultes et enfants*

| **Scénario : inhalation de gaz du sol** | |
|---|---|
| Taille de la boîte pour la modélisation du dégazage | 3 x 3 x 2 mètres |
| Epaisseur de la dalle bétonnée | 20 cm |
| Taux de renouvellement de l'air ambiant | 0,5 volume/heure |
| Fraction de carbone organique | 0,001 |
| Porosité du sol | 10% (valeur disponible dans al litérature) |
| Teneur en eau | 21% (moyenne calculée dans l'étude géotechnique) |

*Tableau 59: Paramètres de modélisation retenus pour le transfert des gaz du sol vers l'air ambiant*

## 11.4 Résultats des modélisations sous RISC 5.0

### 11.4.1 Teneurs résiduelles estimées dans l'air ambiant à partir d'un modèle de transfert

Les valeurs de référence retenues sont :

- R1 : valeurs de gestion qui sont par ordre de priorité, les valeurs réglementaires disponibles, les valeurs cibles ou repères du HCSP3, les valeurs guides de qualité d'air intérieur (VGAI) de l'ANSES4 et, à défaut, des VTR5 ;
- R2 : dans la plupart des cas équivalentes aux valeurs réglementaires ou aux seuils d'action définis par le HCSP ;
- R3 : des VTR aigües disponibles pour les expositions sur une courte période ;
- Aux valeurs du bruit de fond de l'OQAI au percentile 90 de la qualité de l'air à l'intérieur des logements.

Aucun dépassement des valeurs de référence de l'INERIS et du bruit de fond OQAI n'est à signaler

| | | Concentration estimée dans l'air ambiant | | Bruit de fond logements (source OQAI percentile 90) en mg/m³ | Valeurs repères (INERIS 2021) mg/m³ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)** | | | | | **R1** | **R2** | **R3** |
| Benzène | **mg/m³** | 3,27E-05 | | 0,0057 | 0,002 | 0.01 | 0.03 |
| Toluène | **mg/m³** | 3,44E-06 | | 0,0469 | 20,0 | 21,0 | 21,0 |
| Ethylbenzène | **mg/m³** | 3,76E-07 | | 0,0075 | 1,50 | 15,0 | 22,0 |
| m-, p-Xylène | **mg/m³** | 2,37E-06 | | 0,0220 | 0,10 | 1,00 | 8,80 |
| o-Xylène | **mg/m³** | | | 0,0081 | | | |
| Cumène | **mg/m³** | 2,12E-06 | | - | - | | |
| m-, p-Ethyltoluène | **mg/m³** | 3,53E-05 | | - | - | - | - |
| 1,3,5-Triméthylbenzène (Mésitylène) | **mg/m³** | 1,03E-05 | | - | 0,06 | - | - |
| o-Ethyltoluène | **mg/m³** | 3,53E-05 | | - | - | - | - |
| 1,2,4-Triméthylbenzène (Pseudocumène) | **mg/m³** | 3,34E-06 | | - | 0,06 | - | - |
| **Indice hydrocarbures volatils C5-C16** | | | | | | | |
| Hydrocarbures aromatiques C8-C9 | **mg/m³** | 3,25E-04 | | - | 0,20 | 2,00 | - |
| Hydrocarbures aromatiques C9-C10 | **mg/m³** | | | - | | | - |
| Hydrocarbures aromatiques C10-C11 | **mg/m³** | 7,97E-06 | | - | 0,20 | 2,00 | - |
| Hydrocarbures aromatiques C11-C12 | **mg/m³** | | | - | | | - |
| Hydrocarbures aromatiques C12-C13 | **mg/m³** | 7,36E-06 | | - | 0,20 | 2,00 | - |
| Hydrocarbures aromatiques C13-C14 | **mg/m³** | | | - | | | - |
| Hydrocarbures aromatiques C14-C15 | **mg/m³** | | | - | | | - |
| Hydrocarbures aromatiques C15-C16 | **mg/m³** | | | - | | | - |
| Hydrocarbures aliphatiques C5-C6 | **mg/m³** | 7,41E-05 | | - | 18 | 180 | - |
| Hydrocarbures aliphatiques C6-C7 | **mg/m³** | 3,99E-04 | | - | 18 | 180 | - |
| Hydrocarbures aliphatiques C7-C8 | **mg/m³** | | | - | | | - |
| Hydrocarbures aliphatiques C8-C9 | **mg/m³** | 2,18E-03 | | - | 1 | 10 | - |
| Hydrocarbures aliphatiques C9-C10 | **mg/m³** | | | - | | | - |
| Hydrocarbures aliphatiques C10-C11 | **mg/m³** | 2,61E-04 | | - | 1 | 10 | - |
| Hydrocarbures aliphatiques C11-C12 | **mg/m³** | | | - | | | - |
| Hydrocarbures aliphatiques C12-C13 | **mg/m³** | 3,72E-05 | | - | 1 | 10 | - |
| Hydrocarbures aliphatiques C13-C14 | **mg/m³** | | | - | | | - |
| Hydrocarbures aliphatiques C14-C15 | **mg/m³** | | | - | | | - |
| Hydrocarbures aliphatiques C15-C16 | **mg/m³** | | | - | | | - |
| **Hydrocarbures halogénés volatils (COHV)** | | | | | | | |
| Chlorure de vinyle | **mg/m³** | 4,14E-07 | | - | 0,0026 | 0,026 | 1,30 |
| 1,1-Dichloroéthylène | **mg/m³** | 9,53E-07 | | - | 0,20 | - | - |
| Dichlorométhane | **mg/m³** | 3,94E-07 | | - | 0,01 | 0,10 | 2,10 |
| Trans-1,2-dichloroethylene | **mg/m³** | 2,76E-06 | | - | 0,06 | - | - |
| 1,1-Dichloroéthane | **mg/m³** | 2,90E-07 | | - | - | - | - |
| cis-1,2-Dichloroéthylène | **mg/m³** | 3,15E-04 | | - | 0,06 | 0,60 | - |
| Trichlorométhane | **mg/m³** | 1,33E-06 | | - | 0,063 | 0,15 | 0,15 |
| Tétrachlorométhane | **mg/m³** | 3,04E-07 | | - | 0,11 | 0,19 | 1,90 |
| 1,1,1-Trichloroéthane | **mg/m³** | 3,04E-07 | | - | 1,00 | 5,00 | 5,00 |
| Trichloroéthylène | **mg/m³** | 1,20E-03 | | 0,0033 | 0,01 | 0,05 | 3,20 |
| Tétrachloroéthylène | **mg/m³** | 1,74E-05 | | 0,0052 | 0,25 | 1,25 | 1,38 |

*Tableau 60 : Teneurs résiduelles dans l'air ambiant estimées à partir d'un modèle de transfert*

### 11.4.2 Inhalation d'air ambiant

**Cible : client adulte**

Client adulte

| Chemical | Inhalation of Indoor Air | TOTAL |
|---|---|---|
| 1,3,5-TrimÃ©thylbenzÃ¨ne | 5,9E-06 | **5,9E-06** |
| Benzene | 1,1E-04 | **1,1E-04** |
| Carbon Tetrachloride | 9,5E-08 | **9,5E-08** |
| Chloroform | 7,3E-07 | **7,3E-07** |
| Cumene | 1,8E-07 | **1,8E-07** |
| Dichloroethane (1,1) | ND | **ND** |
| Dichloroethylene (1,1) | 1,6E-07 | **1,6E-07** |
| Dichloroethylene (cis 1,2) | 1,8E-04 | **1,8E-04** |
| Dichloroethene (trans 1,2) | 1,6E-06 | **1,6E-06** |
| Ethylbenzene | 8,6E-09 | **8,6E-09** |
| Ethyltoluene | ND | **ND** |
| Methylene chloride | 1,4E-08 | **1,4E-08** |
| Tetrachloroethylene (PCE) | 1,5E-06 | **1,5E-06** |
| Toluene | 6,2E-09 | **6,2E-09** |
| TPH Aliphatic C5-6 | 1,4E-07 | **1,4E-07** |
| TPH Aliphatic C6-8 | 7,4E-07 | **7,4E-07** |
| TPH Aliphatic C8-10 | 7,5E-05 | **7,5E-05** |
| TPH Aliphatic C10-12 | 9,0E-06 | **9,0E-06** |
| TPH Aliphatic C12-16 | 1,3E-06 | **1,3E-06** |
| TPH Aromatic C7-8 | 3,4E-07 | **3,4E-07** |
| TPH Aromatic C8-10 | 5,6E-05 | **5,6E-05** |
| TPH Aromatic C10-12 | 1,4E-06 | **1,4E-06** |
| TPH Aromatic C12-16 | 1,3E-06 | **1,3E-06** |
| Trichloroethane (1,1,1) | 2,1E-09 | **2,1E-09** |
| Trichloroethylene (TCE) | 1,3E-05 | **1,3E-05** |
| Trimethylbenzene (1,2,4) | 1,9E-06 | **1,9E-06** |
| Vinyl Chloride | 2,4E-07 | **2,4E-07** |
| Xylenes (total) | 8,1E-07 | **8,1E-07** |
| **TOTAL** | **4,6E-04** | **4,6E-04** |

*Figure 58 : Quotients de Danger pour le scénario d'inhalation d'air ambiant _ cible client adulte*

Client adulte

| Chemical | Inhalation of Indoor Air | TOTAL |
|---|---|---|
| 1,3,5-TrimÃ©thylbenzÃ¨ne | ND | **ND** |
| Benzene | 7,7E-10 | **7,7E-10** |
| Carbon Tetrachloride | ND | **ND** |
| Chloroform | ND | **ND** |
| Cumene | ND | **ND** |
| Dichloroethane (1,1) | 6,8E-12 | **6,8E-12** |
| Dichloroethylene (1,1) | ND | **ND** |
| Dichloroethylene (cis 1,2) | ND | **ND** |
| Dichloroethene (trans 1,2) | ND | **ND** |
| Ethylbenzene | ND | **ND** |
| Ethyltoluene | ND | **ND** |
| Methylene chloride | 5,8E-14 | **5,8E-14** |
| Tetrachloroethylene (PCE) | 6,6E-11 | **6,6E-11** |
| Toluene | ND | **ND** |
| TPH Aliphatic C5-6 | ND | **ND** |
| TPH Aliphatic C6-8 | ND | **ND** |
| TPH Aliphatic C8-10 | ND | **ND** |
| TPH Aliphatic C10-12 | ND | **ND** |
| TPH Aliphatic C12-16 | ND | **ND** |
| TPH Aromatic C7-8 | ND | **ND** |
| TPH Aromatic C8-10 | ND | **ND** |
| TPH Aromatic C10-12 | ND | **ND** |
| TPH Aromatic C12-16 | ND | **ND** |
| Trichloroethane (1,1,1) | ND | **ND** |
| Trichloroethylene (TCE) | 1,8E-08 | **1,8E-08** |
| Trimethylbenzene (1,2,4) | ND | **ND** |
| Vinyl Chloride | 2,3E-11 | **2,3E-11** |
| Xylenes (total) | ND | **ND** |
| **TOTAL** | **1,9E-08** | **1,9E-08** |

*Figure 59 : Excès de Risque Individuels pour le scénario d'inhalation d'air ambiant _ cible client adulte*

Dans le cadre de la démarche d'Analyse des Enjeux Sanitaires appliquée à une cible client adulte et aux concentrations maximales des substances identifiées dans les gaz du sol, les calculs indiquent que :

- Pour le scénario d'inhalation d'air ambiant provenant des gaz du sol, les QD individuels sont inférieurs à 0,2 et les ERI individuels sont inférieurs à $10^{-6}$.

## Cible : client enfant

Client enfant

| Chemical | Inhalation of Indoor Air | TOTAL |
|---|---|---|
| 1,3,5-TrimÃ©thylbenzÃ¨ne | 5,9E-06 | **5,9E-06** |
| Benzene | 1,1E-04 | **1,1E-04** |
| Carbon Tetrachloride | 9,5E-08 | **9,5E-08** |
| Chloroform | 7,3E-07 | **7,3E-07** |
| Cumene | 1,8E-07 | **1,8E-07** |
| Dichloroethane (1,1) | ND | **ND** |
| Dichloroethylene (1,1) | 1,6E-07 | **1,6E-07** |
| Dichloroethylene (cis 1,2) | 1,8E-04 | **1,8E-04** |
| Dichloroethene (trans 1,2) | 1,6E-06 | **1,6E-06** |
| Ethylbenzene | 8,6E-09 | **8,6E-09** |
| Ethyltoluene | ND | **ND** |
| Methylene chloride | 1,4E-08 | **1,4E-08** |
| Tetrachloroethylene (PCE) | 1,5E-06 | **1,5E-06** |
| Toluene | 6,2E-09 | **6,2E-09** |
| TPH Aliphatic C5-6 | 1,4E-07 | **1,4E-07** |
| TPH Aliphatic C6-8 | 7,4E-07 | **7,4E-07** |
| TPH Aliphatic C8-10 | 7,5E-05 | **7,5E-05** |
| TPH Aliphatic C10-12 | 9,0E-06 | **9,0E-06** |
| TPH Aliphatic C12-16 | 1,3E-06 | **1,3E-06** |
| TPH Aromatic C7-8 | 3,4E-07 | **3,4E-07** |
| TPH Aromatic C8-10 | 5,6E-05 | **5,6E-05** |
| TPH Aromatic C10-12 | 1,4E-06 | **1,4E-06** |
| TPH Aromatic C12-16 | 1,3E-06 | **1,3E-06** |
| Trichloroethane (1,1,1) | 2,1E-09 | **2,1E-09** |
| Trichloroethylene (TCE) | 1,3E-05 | **1,3E-05** |
| Trimethylbenzene (1,2,4) | 1,9E-06 | **1,9E-06** |
| Vinyl Chloride | 2,4E-07 | **2,4E-07** |
| Xylenes (total) | 8,1E-07 | **8,1E-07** |
| **TOTAL** | **4,6E-04** | **4,6E-04** |

*Figure 60 : Quotients de Danger pour le scénario d'inhalation d'air ambiant _ cible client enfant*

Client enfant

| Chemical | Inhalation of Indoor Air | TOTAL |
|---|---|---|
| 1,3,5-TrimÃ©thylbenzÃ¨ne | ND | **ND** |
| Benzene | 7,7E-10 | **7,7E-10** |
| Carbon Tetrachloride | ND | **ND** |
| Chloroform | ND | **ND** |
| Cumene | ND | **ND** |
| Dichloroethane (1,1) | 6,8E-12 | **6,8E-12** |
| Dichloroethylene (1,1) | ND | **ND** |
| Dichloroethylene (cis 1,2) | ND | **ND** |
| Dichloroethene (trans 1,2) | ND | **ND** |
| Ethylbenzene | ND | **ND** |
| Ethyltoluene | ND | **ND** |
| Methylene chloride | 5,8E-14 | **5,8E-14** |
| Tetrachloroethylene (PCE) | 6,6E-11 | **6,6E-11** |
| Toluene | ND | **ND** |
| TPH Aliphatic C5-6 | ND | **ND** |
| TPH Aliphatic C6-8 | ND | **ND** |
| TPH Aliphatic C8-10 | ND | **ND** |
| TPH Aliphatic C10-12 | ND | **ND** |
| TPH Aliphatic C12-16 | ND | **ND** |
| TPH Aromatic C7-8 | ND | **ND** |
| TPH Aromatic C8-10 | ND | **ND** |
| TPH Aromatic C10-12 | ND | **ND** |
| TPH Aromatic C12-16 | ND | **ND** |
| Trichloroethane (1,1,1) | ND | **ND** |
| Trichloroethylene (TCE) | 1,8E-08 | **1,8E-08** |
| Trimethylbenzene (1,2,4) | ND | **ND** |
| Vinyl Chloride | 2,3E-11 | **2,3E-11** |
| Xylenes (total) | ND | **ND** |
| **TOTAL** | **1,9E-08** | **1,9E-08** |

*Figure 61 : Excès de Risque Individuels pour le scénario d'inhalation d'air ambiant _ cible client enfant*

Dans le cadre de la démarche d'Analyse des Enjeux Sanitaires appliquée à une cible client enfant et aux concentrations maximales des substances identifiées dans les gaz du sol, les calculs indiquent que :

- Pour le scénario d'inhalation d'air ambiant provenant des gaz du sol, les QD individuels sont inférieurs à 0,2 et les ERI individuels sont inférieurs à $10^{-6}$.

## Cible : salarié du magasin

Salarié

| Chemical | Inhalation of Indoor Air | TOTAL |
|---|---|---|
| 1,3,5-TrimÃ©thylbenzÃ¨ne | 3,4E-05 | **3,4E-05** |
| Benzene | 6,6E-04 | **6,6E-04** |
| Carbon Tetrachloride | 5,6E-07 | **5,6E-07** |
| Chloroform | 4,3E-06 | **4,3E-06** |
| Cumene | 1,1E-06 | **1,1E-06** |
| Dichloroethane (1,1) | ND | **ND** |
| Dichloroethylene (1,1) | 9,6E-07 | **9,6E-07** |
| Dichloroethylene (cis 1,2) | 1,1E-03 | **1,1E-03** |
| Dichloroethene (trans 1,2) | 9,2E-06 | **9,2E-06** |
| Ethylbenzene | 5,0E-08 | **5,0E-08** |
| Ethyltoluene | ND | **ND** |
| Methylene chloride | 7,9E-08 | **7,9E-08** |
| Tetrachloroethylene (PCE) | 8,7E-06 | **8,7E-06** |
| Toluene | 3,6E-08 | **3,6E-08** |
| TPH Aliphatic C5-6 | 8,1E-07 | **8,1E-07** |
| TPH Aliphatic C6-8 | 4,4E-06 | **4,4E-06** |
| TPH Aliphatic C8-10 | 4,4E-04 | **4,4E-04** |
| TPH Aliphatic C10-12 | 5,3E-05 | **5,3E-05** |
| TPH Aliphatic C12-16 | 7,5E-06 | **7,5E-06** |
| TPH Aromatic C7-8 | 2,0E-06 | **2,0E-06** |
| TPH Aromatic C8-10 | 3,3E-04 | **3,3E-04** |
| TPH Aromatic C10-12 | 8,0E-06 | **8,0E-06** |
| TPH Aromatic C12-16 | 7,4E-06 | **7,4E-06** |
| Trichloroethane (1,1,1) | 1,2E-08 | **1,2E-08** |
| Trichloroethylene (TCE) | 7,6E-05 | **7,6E-05** |
| Trimethylbenzene (1,2,4) | 1,1E-05 | **1,1E-05** |
| Vinyl Chloride | 1,4E-06 | **1,4E-06** |
| Xylenes (total) | 4,8E-06 | **4,8E-06** |
| **TOTAL** | **2,7E-03** | **2,7E-03** |

*Figure 62 : Quotients de Danger pour le scénario d'inhalation d'air ambiant _ cible salarié du magasin*

Salarié

| Chemical | Inhalation of Indoor Air | TOTAL |
|---|---|---|
| 1,3,5-TrimÃ©thylbenzÃ¨ne | ND | **ND** |
| Benzene | 6,5E-09 | **6,5E-09** |
| Carbon Tetrachloride | ND | **ND** |
| Chloroform | ND | **ND** |
| Cumene | ND | **ND** |
| Dichloroethane (1,1) | 5,7E-11 | **5,7E-11** |
| Dichloroethylene (1,1) | ND | **ND** |
| Dichloroethylene (cis 1,2) | ND | **ND** |
| Dichloroethene (trans 1,2) | ND | **ND** |
| Ethylbenzene | ND | **ND** |
| Ethyltoluene | ND | **ND** |
| Methylene chloride | 4,9E-13 | **4,9E-13** |
| Tetrachloroethylene (PCE) | 5,6E-10 | **5,6E-10** |
| Toluene | ND | **ND** |
| TPH Aliphatic C5-6 | ND | **ND** |
| TPH Aliphatic C6-8 | ND | **ND** |
| TPH Aliphatic C8-10 | ND | **ND** |
| TPH Aliphatic C10-12 | ND | **ND** |
| TPH Aliphatic C12-16 | ND | **ND** |
| TPH Aromatic C7-8 | ND | **ND** |
| TPH Aromatic C8-10 | ND | **ND** |
| TPH Aromatic C10-12 | ND | **ND** |
| TPH Aromatic C12-16 | ND | **ND** |
| Trichloroethane (1,1,1) | ND | **ND** |
| Trichloroethylene (TCE) | 1,5E-07 | **1,5E-07** |
| Trimethylbenzene (1,2,4) | ND | **ND** |
| Vinyl Chloride | 1,9E-10 | **1,9E-10** |
| Xylenes (total) | ND | **ND** |
| **TOTAL** | **1,6E-07** | **1,6E-07** |

*Figure 63 : Excès de Risque Individuels pour le scénario d'inhalation d'air ambiant _ cible salarié du magasin*

Dans le cadre de la démarche d'Analyse des Enjeux Sanitaires appliquée à une cible salarié du magasin et aux concentrations maximales des substances identifiées dans les gaz du sol, les calculs indiquent que :

- Pour le scénario d'inhalation d'air ambiant provenant des gaz du sol, les QD individuels sont inférieurs à 0,2 et les ERI individuels sont inférieurs à $10^{-6}$.

### 11.5 Discussion et conclusion

Les résultats bruts des calculs de l'Analyse des Enjeux Sanitaires révèlent l'absence de risque sanitaire pour le scénario de type inhalation de substances volatiles émises par les sols pollués pour les futurs salariés et futurs clients.

L'analyse des risques résiduels réalisée en prenant en compte des hypothèses et des paramètres sécuritaires ou raisonnablement majorants montre que la qualité prévisionnelle des milieux, à l'issue des travaux de réhabilitation est sanitairement compatible avec l'usage prévu sur site. Ces conclusions ne sont valables :

- Qu'avec l'application des mesures de gestion présentées précédemment
- Qu'avec l'application des restrictions d'usages et dispositions constructives décrites dans le présent rapport.

## 12 EVALUATION DES INCERTITUDES

Pour rappel, cette étude a été réalisée sur la base du projet d'aménagement communiqué. Toute modification substantielle des hypothèses de départ, rendra nos conclusions caduques et nécessitera une mise à jour du rapport.

### 12.1 Incertitudes liées aux investigations

Dans le cadre de notre étude, les investigations ont été réalisées de manière à caractériser la qualité des sols à proximité des sources de pollution, sans que l'on puisse exclure l'existence d'une anomalie d'extension limitée entre deux sondages et/ou à plus grande profondeur, qui pourrait échapper à nos investigations. Par ailleurs, l'inaccessibilité de certaines zones peut entraîner un défaut d'observation non imputable à notre société.

Le diagnostic rend compte de l'état du terrain à un instant donné. Des évènements ultérieurs au diagnostic (interventions humaines, traitement des terres pour améliorer leurs caractéristiques mécaniques, ou phénomènes naturels) peuvent modifier la situation observée à cet instant.

Les prélèvements ont été effectués de manière à limiter au maximum toute contamination croisée dans la matrice.

Malgré les précautions prises lors du conditionnement et le maintien au frais des échantillons, leur conservation suppose des incertitudes quant à la volatilisation de

certains polluants (notamment les BTEX, COHV), la transformation de composés organiques entre le moment de prélèvement et l'analyses en laboratoire.

Tous les résultats d'analyses fournis par le laboratoire WESSLING présentent une incertitude liée aux techniques de préparations et aux analyses même du laboratoire. Afin de minimiser ces incertitudes, les analyses réalisées dans le cadre de ce diagnostic ont été effectuées par WESSLING, reconnu par le COFRAC (Comité Français d'Accréditation). La majorité des méthodes utilisées sont des méthodes de laboratoire normées à l'international (ISO et EN).

Enfin, le présent diagnostic a pour seul et unique but de mettre en évidence l'état de pollution du sous-sol ainsi que les éventuelles contraintes engendrées par cette contamination pour le projet d'aménagement. Toute utilisation en dehors de ce contexte ne saurait engager notre responsabilité.

## 12.2 Incertitudes liées aux mesures de gestion

Les propositions établies pour la gestion des zones pollution concentrée comprennent les incertitudes suivantes :

- Hypothèse de calcul pour la définition des volumes (coefficient de densité = 1,8) ;
- Solution de gestion définie sur la base des résultats disponibles à la date d'établissement du présent rapport ;
- Coûts de gestion correspondant à des fourchettes du marché à la date d'établissement du présent rapport. Certains coûts peuvent être amenés à évoluer (TGAP, coût de prise en charge, …).

## 12.3 Incertitudes sur la modélisation des risques sanitaires

Un modèle est un outil construit pour reproduire « un système réel » en le simplifiant. En d'autres termes, il s'agit de rendre abordables des phénomènes trop complexes à décrire dans leur intégralité. Ces solutions analytiques sont donc des outils qui restent limités dans leur utilisation.

Compte tenu du projet étudié, la modélisation des transferts des gaz du sol dans l'air intérieur est conduite sur la base des équations de Johnson & Ettinger (1991) utilisées avec une source de pollution infinie (pas de diminution au cours du temps). Les équations du logiciel sont répertoriées dans la norme ASTM E 1739-95. Le transfert de vapeur est conditionné par un mouvement diffusif (équations de Millington and Quirk et équation de Fick) et un mouvement convectif induit par la mise en dépression du bâtiment (effet de la ventilation). Les contaminations sont donc considérées comme infinies, c'est-à-dire que le logiciel ne prend pas en compte une atténuation des teneurs en fonction du temps de par la volatilisation des composes vers l'intérieur des bâtiments. Ce choix est fortement conservatoire pour les composés les plus volatils.

Les incertitudes propres au logiciel de calculs des risques RISC 5.0 sont :

- RISC utilise dans l'air extérieur un modèle de dispersion (latérale et transversale) qui n'utilise que trois paramètres, la distance de la source à la cible, la vitesse du vent et la hauteur de la zone de respiration d'un adulte (1,5 m) ;
- La concentration dans l'air est constante sur toute la hauteur de la « boite » Néanmoins, dès que l'utilisateur sort des dimensions de celle-ci, elle devient nulle. La représentation de la réalité est donc erronée ;
- Le modèle ne tient pas compte du fait que l'eau présente dans la zone non saturée du sol puisse s'évaporer à la surface du sol.

De manière générale, les hypothèses et paramètres retenus pour les calculs de risque ont tendance à surestimer les risques sanitaires, ils sont conservateurs et majorants, ce qui est cohérent avec le principe de prudence appliqué en évaluation quantitative des risques sanitaires.

Ainsi, il est rappelé que :

- La source a été considérée comme infinie (aucun épuisement de la source au cours du temps) alors que les composés sont susceptibles d'être dégradés dans les sols ;
- Aucune dilution, atténuation naturelle ou biodégradation des composés dans les sols ou dans les eaux n'a été prise en compte, alors que des études récentes tendraient à montrer que pour des sources sols ou des nappes profondes, ces phénomènes joueraient un rôle important dans la limitation des transferts de polluants depuis les sols ou les nappes vers l'air ambiant ;
- Les concentrations moyennes résiduelles dans les gaz du sol ont été utilisées pour l'évaluation des expositions en intérieur ; le type de sol limon sableux est utilisé dans le logiciel RISC 5.0 ;
- Les données morphologiques utilisées par défaut sont conservatrices ;
- La profondeur des polluants sous dalle est supposée être à 0,2 m ;
- La plus faible valeur du taux de matière organique a été retenue car la matière organique permet au polluant de se fixer et de se dégrader.
- Les facteurs d'exposition retenus sont majorants.

Les Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) établies à ce jour par les différents organismes reconnus possèdent des facteurs d'incertitude liés à la qualité des études épidémiologiques ou des expérimentations réalisées et des paramètres utilisés par chaque organisme. L'incertitude demeure également dans le fait que les données toxicologiques sont basées sur l'état actuel des connaissances et est donc susceptible d'évoluer à la suite de nouvelles études toxicologiques.

Dans le cas de l'Analyse des Risques Résiduels (ARR), le principe d'additivité des risques s'applique pour l'ensemble des substances considérées et des voies d'exposition retenues (particulièrement pour les effets sans seuil dits « cancérogènes » et selon les organes cibles ou effets de chaque substance pour les effets à seuil). Par contre, ce principe n'est pas valable pour les calculs de risques sanitaires lors d'une Interprétation de l'Etat des Milieux (IEM).

# 13 CONCLUSION

Cette étude fait suite aux diagnostics de pollution menés depuis 2022 pour le compte de LIDL. Elle a pour objectif de délimiter les extensions latérale et verticale de la pollution identifiée par le passé, puis définir les mesures de gestions adaptées au projet d'aménagement.

Le site est actuellement occupé par les ateliers de la société BEROD COLLET, dont l'activité principale est la fabrication de pièces mécaniques de précision.

Le projet d'aménagement consiste en la construction d'un supermarché LIDL en R+1, sans sous-sol. Le bâtiment occupera une surface d'environ 3 300 m² et comprendra : la surface de vente, les bureaux, les pièces de vies, les locaux techniques… Le reste de la parcelle sera aménagé avec des voiries en enrobé, des places de stationnement et des espaces verts.

Les investigations menées par G ENVIRONNEMENT du 02 au 05/04/2025 consistent en :

- La réalisation de 14 sondages de sol (T1 et C1 à C13), pour le prélèvement de 60 échantillons de sol ;
- La pose de 5 piézomètres supplémentaires (Pz1 à Pz5), de 6 m de profondeur en moyenne ;
- La pose d'un piézair (Pza1) et la réalisation de prélèvements d'air sous dalle.

Ces investigations révèlent :

- Des impacts notables en hydrocarbures et COHV à l'est du transformateur, à proximité de l'aire de lavage des métaux et au sud-est du bâtiment ;
- Un spot isolé en hydrocarbures marqué par la présence d'un sol noirâtre au nord-est du bâtiment ;
- La fraction hydrocarbures dominante est la fraction C21-C35, correspondant à des huiles ;
- Les COHV trouvés sont dominés par le trichloroéthylène et dans une moindre mesure, le dichloroéthylène et le chlorure de vinyle ;
- Le panache de pollution en hydrocarbures, de par son caractère hydrophobe, est plus prononcé dans la zone de battement de nappe, entre 2 et 4 m ;
- Le panache de pollution en COHV, plus dense que l'eau et plus mobile, s'est plus propagé horizontalement et verticalement ;
- Des impacts en trichloroéthylène et dichloroéthylène, ont été trouvés dans le piézomètre latéral (Pz3) et aval hydraulique (Pz4), où les teneurs sont 10 à 20 fois supérieures à celles mesurées en amont hydraulique ;
- Un impact en hydrocarbures dans le piézomètre en position latérale hydraulique ;
- Les résultats sur les gaz du sol révèlent la présence de substances volatiles dans les gaz à des teneurs supérieures aux seuils R1. Il s'agit principalement

du trichloroéthylène, du dichloroéthylène, du benzène et de la fraction légères d'hydrocarbures ;
- L'estimation des concentrations dans l'air ambiant en appliquant un facteur de dilution de 10 révèle que seule la concentration estimée du trichloroéthylène dépasse le seuil R1.

Conformément à la méthodologie nationale, des zones de pollution concentrée ont été définies sur la base d'une analyse statistique, d'une analyse des constats de terrain, d'une interprétation cartographique et d'un bilan massique. Ces analyses ont mis en évidence 4 zones de pollution : à l'est du transformateur, à proximité de l'aire de lavage et au sud-est du bâtiment et autour du sondage T1, en limite est de la parcelle.

Ainsi des seuils de coupure ont été définis pour les sols :

- 3 000 mg/kg en HCT C10-C40 qui permet de traiter environ 38 % de la masse totale de polluant en ne traitant que 2,6 % du volume total de sol ;
- 6 mg/kg en COHV, permet de traiter environ 70 % de la masse totale de polluant en ne traitant que 2,7 % du volume total de sol.

On note que les seuils retenus permettront d'abattre un taux plus important de la pollution car, à des endroits et à certains niveau, l'emprise de la zone à traiter est supérieure à la zone de pollution concentrée d'un des deux polluants.

Sur base de l'analyse multicritères, il ressort que la combinaison excavation et traitement hors site + extraction multiphasique est la plus avantageuse pour gérer les impacts dans les sols, les gaz du sol et les eaux souterraines.

Le scénario de gestion retenu est donc :

- Excavation des terres sous chapiteau, en période de basses eaux, jusqu'à 4 m de profondeur, puis évacuation en filières de traitement adaptées (Biocentre / ISDND) ;
- Le traitement de la zone saturée par extraction multiphasique.

Ce scénario permettrait de minimiser les coûts des terrassements tout en traitant les deux zones simultanément. Il permet également un traitement rapide de la zone présentant le plus gros des impacts. Le délai de traitement par EMP peut être assez long, mais le procédé présente l'avantage de pouvoir être réalisé sur un site en cours d'activité, le traitement pourra donc être prolongé.

Toutefois, si la possibilité de réaliser le traitement alors que le site est toujours en cours d'activité venait à se présenter, un second scénario pourra être envisagé, il s'agit du traitement par venting/bioventing + EMP. Cette solution serait moins onéreuse mais le taux d'abattement de la pollution est variable. Une excavation des zones récalcitrantes est donc à prévoir.

A ce stade de l'étude, le budget prévisionnel pour la dépollution du site, selon le scénario 1), serait situé entre 475 et 989 k€HT (Hors TGAP). Pour rappel, cette

fourchette reste relativement haute de par les hypothèses majorantes prises en compte.
Notons qu'un tri des terres excavées finement mené, peut permettre de réduire les volumes annoncés et les coûts associés.

Le second scénario est financièrement plus avantageux avec un budget estimé entre 247 et 613 k€HT. Toutefois, ses principaux inconvénients sont le délai de traitement et d'éventuelles zones récalcitrantes à purger.

Un traitement par venting/biosparging est également envisageable mais présente beaucoup d'incertitudes sur l'efficacité du process. Il conviendra donc de valider sa faisabilité par des essais de traitement en laboratoire et sur le terrain. Le gain financier de cette solution peut être significatif.

L'analyse des risques résiduels réalisée montre l'absence de risque sanitaire pour le scénario de type inhalation de substances volatiles émises par les sols pollués pour les cibles retenues (client enfant et adulte, salarié du magasin).

Ainsi, nos recommandations sont les suivantes :

- Pomper et évacuer les huiles actuellement retenues sous le groupe froid ;
- Le stockage des huiles selon la bonne règle et leur évacuation hors site par des prestataires qualifiés, si nécessaire ;
- Procéder au nettoyage des huiles recouvrant la dalle béton du site
- Réaliser une surveillance de l'état des milieux, avant, pendant et après travaux ;
- La réalisation des essais pilotes afin de :
  - Confirmer le choix d'une des deux propositions de travaux de réhabilitation présentées ci-avant, sachant que le scénario 1 est actuellement privilégié sur la base du critère délai ;
  - Préciser le dimensionnement des travaux de dépollution à réaliser ;
  - Actualiser le plan de gestion avec les nouvelles données.
- Mettre en œuvre les mesures constructives ainsi que les restrictions d'usage présentées dans ce plan de gestion ;
- En phase travaux, respecter les bonnes pratiques inhérentes à ce type de chantier : port d'EPI (gants, tenues de travail spécifiques, chaussures de sécurité, lunettes, si nécessaire masque à poussières type FFP3, etc.) et mise en place d'EPC et de méthodes de travail adéquates (arrosage des pistes, bâchage des camion-benne, nettoyage des voiries, etc.) ;
- La réalisation d'une attestation ATTES-ALUR prévue à l'article R 556-3 du Code de l'Environnement à joindre au dossier de demande de permis de construire ;
- Le site étant classé ICPE pour une rubrique listée à l'article R. 512-66-3 du code de l'environnement, l'établissement d'une attestation de mise en sécurité, dite ATTES-SECUR est nécessaire pour la cessation d'activité du site.

# 14 ANNEXES

## 14.1 Coupes des sondages

### FICHE PRELEVEMENT SOL

| IDENTIFICATION DU PROJET ET DE L'INTERVENTION | | | |
|---|---|---|---|
| n° Affaire | 4889 | Adresse | |
| Client | LIDL | 54 Rue des communaux - BONNEVILLE 74 | |
| Opérateur | AM + RC | Conditions météo | Beau temps |
| Date | 03/04/2025 | | |

| METHODE D'ECHANTILLONNAGE | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ☐ Pelle | ☐ Tarière à main | ☐ Makita | ☑ Autre : | Tarière mécanique |

**SONDAGE : C1**

| prof. (m) | Lithologie | Paramètres organoleptiques | Ech. | Analyses | eau humidité |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,00 | Terre végétal | RAS | C1-1 | Pack ISDI + COHV | RAS |
| 0,05 | | | | | |
| 0,25 | Sable à gravier | | | | |
| 0,45 | | | | | |
| 0,60 | | | | | |
| 0,85 | Limon argileux | | | | |
| 1,00 | Limon sableux +/- graveleux | | | | |
| 1,20 | Limon argileux legerement Sableux | | C1-2 | Pack ISDI + COHV | |
| 1,40 | | | | | |
| 1,60 | | | | | |
| 1,80 | | | | | |
| 2,00 | | | | | |
| 2,20 | | | C1-3 | Pack ISDI + COHV | |
| 2,40 | **Sable graveleux** | | | | Eau souterraine |
| 2,60 | | | | | |
| 2,80 | | | | | |
| 3,00 | | | | | |
| 3,20 | | | C1-4 | Pack ISDI + COHV | |
| 3,40 | | | | | |
| 3,60 | | | | | |
| 3,80 | | | | | |
| 4,00 | | | | | |
| 4,20 | | | C1-5 | Pack ISDI + COHV | |
| 4,40 | | | | | |
| 4,60 | | | | | |
| 4,80 | | | | | |
| 5,00 | | | | | |

**REMARQUES**

| OPERATEUR | | CHARGE D'AFFAIRE | | CONTRÔLE INTERNE | |
|---|---|---|---|---|---|
| DATE | VISA | DATE | VISA | DATE | |
| 07/04/2025 | RC | | | | |

# FICHE PRELEVEMENT SOL

**IDENTIFICATION DU PROJET ET DE L'INTERVENTION**

| | | | |
|---|---|---|---|
| **n° Affaire** | 4889 | **Adresse** | |
| **Client** | LIDL | 54 Rue des communaux - BONNEVILLE 74 | |
| **Opérateur** | AM + RC | **Conditions météo** | Beau temps |
| **Date** | 03/04/2025 | | |

**METHODE D'ECHANTILLONNAGE**

☐ **Pelle** ☐ **Tarière à main** ☐ **Makita** ☑ **Autre :** **Carottier sous gaine**

**SONDAGE :** **C2**

| prof. (m) | Lithologie | Paramètres organoleptiques | Ech. | Analyses | eau humidité |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,00 – 0,05 | **Enrobé** | RAS | | | RAS |
| 0,25 – 0,45 | **Limon sableux** | | C2-1 | **HCT C10-C40, COHV** | |
| 0,70 – 1,60 | **Limon sableux** | | C2-2 | **HCT C10-C40, COHV** | Une légère humidité |
| 1,80 – 2,00 | **Sable graveleux** | | | | |
| 2,10 – 2,30 | | | C2-3 | **HCT C10-C40, COHV** | RAS |
| 2,30 – 2,50 | **Vide** | | | | |
| 2,70 – 3,00 | **Sable graveleux** | | | | Présence d'eau souterraine |
| 3,20 – 3,70 | **Vide** | | C2-4 | **HCT C10-C40, COHV** | RAS |
| 3,90 – 4,00 | **Sable graveleux** | | | | Présence d'eau souterraine |

**REMARQUES**

| **OPERATEUR** | | **CHARGE D'AFFAIRE** | | **CONTRÔLE INTERNE** | |
|---|---|---|---|---|---|
| **DATE** | **VISA** | **DATE** | **VISA** | **DATE** | |
| 07/04/2025 | RC | | | | |

# FICHE PRELEVEMENT SOL

**IDENTIFICATION DU PROJET ET DE L'INTERVENTION**

| | | | |
|---|---|---|---|
| **n° Affaire** | 4889 | **Adresse** | |
| **Client** | LIDL | 54 Rue des communaux - BONNEVILLE 74 | |
| **Opérateur** | AM + RC | **Conditions météo** | Beau temps |
| **Date** | 03/04/2025 | | |

**METHODE D'ECHANTILLONNAGE**

☐ **Pelle** ☐ **Tarière à main** ☐ **Makita** ☑ **Autre :** **Carottier sous gaine**

**SONDAGE :** **C3**

| prof. (m) | Lithologie | Paramètres organoleptiques | Ech. | Analyses | eau humidité |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,00 – 0,10 | **Enrobé** | RAS | | | RAS |
| 0,30 – 0,60 | **Limon sableux argileux** | | C3-1 | **HCT C5-C10 + C10-C40, COHV** | |
| 0,85 – 1,40 | **Limon sableux** | | | | |
| 1,50 – 1,90 | **Sable limoneux +/- graveleux** | | C3-2 | **Granulo + HCT C5-C10 + C10-C40, COHV** | |
| 2,00 | **Limon sableux** | | | | Humide |
| 2,20 – 2,40 | **Vide** | | C3-3 | **HCT C5-C10 + C10-C40, COHV** | RAS |
| 2,60 – 2,70 | **Sable graveleux** | | | | Eau souterraine |
| 2,90 – 3,20 | **Limon sableux** | | | | |
| 3,50 – 4,00 | **Sable + gravier grossier** | Couleur brune au fond | C3-4 | **HCT C5-C10 + C10-C40, COHV** | |

**REMARQUES**

| **OPERATEUR** | | **CHARGE D'AFFAIRE** | | **CONTRÔLE INTERNE** | |
|---|---|---|---|---|---|
| **DATE** | **VISA** | **DATE** | **VISA** | **DATE** | |
| 07/04/2025 | RC | | | | |

# FICHE PRELEVEMENT SOL

**IDENTIFICATION DU PROJET ET DE L'INTERVENTION**

| | | | |
|---|---|---|---|
| **n° Affaire** | 4889 | **Adresse** | |
| **Client** | LIDL | 54 Rue des communaux - BONNEVILLE 74 | |
| **Opérateur** | AM + RC | **Conditions météo** | Beau temps |
| **Date** | 03/04/2025 | | |

**METHODE D'ECHANTILLONNAGE**

☐ **Pelle** ☐ **Tarière à main** ☐ **Makita** ☑ **Autre :** **Carottier sous gaine**

**SONDAGE :** **C4**

| prof. (m) | Lithologie | Paramètres organoleptiques | Ech. | Analyses | eau humidité |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,00 | Enrobé | RAS | | | RAS |
| 0,05 | | | | | |
| 0,25 | | | | | |
| 0,35 | | | | | |
| 0,50 | Limon sableux à gravier | | C4-1 | Pack ISDI + COHV | |
| 0,75 | Sable fin à gravier | | | | |
| 0,90 | | | | | |
| 1,10 | | | C4-2 | Pack ISDI + COHV | |
| 1,20 | | | | | |
| 1,40 | Limon argileux | Trace oxydation/reduction | | | |
| 1,60 | | | | | |
| 1,80 | | | | | |
| 2,00 | Limon sableux +/- graveleux | Gris + Trace oxydation/reduction | C4-3 | Pack ISDI + COHV | Legerement humide |
| 2,20 | | | | | |
| 2,40 | | | | | |
| 2,60 | | | | | |
| 2,70 | | | | | |
| 2,90 | | RAS | | | |
| 3,00 | | | C4-4 | Pack ISDI + COHV | Eau souterraine |
| 3,20 | | | | | |
| 3,40 | | | | | |
| 3,60 | | | | | |
| 3,70 | | | | | |
| 3,90 | Sable + gravier | | C-5-5 | Pack ISDI + COHV | |
| 4,00 | | | | | |
| 4,30 | | | | | |
| 4,50 | | | | | |
| 4,70 | | | | | |
| 5,00 | | | | | |

**REMARQUES**

| **OPERATEUR** | | **CHARGE D'AFFAIRE** | | **CONTRÔLE INTERNE** | |
|---|---|---|---|---|---|
| **DATE** | **VISA** | **DATE** | **VISA** | **DATE** | |
| 07/04/2025 | RC | | | | |

# FICHE PRELEVEMENT SOL

| IDENTIFICATION DU PROJET ET DE L'INTERVENTION | | | |
|---|---|---|---|
| n° Affaire | 4889 | Adresse | |
| Client | LIDL | 54 Rue des communaux - BONNEVILLE 74 | |
| Opérateur | AM + RC | Conditions météo | Beau temps |
| Date | 05/04/2025 | | |

**METHODE D'ECHANTILLONNAGE**

☐ Pelle ☐ Tarière à main ☐ Makita ☑ Autre : Tarière mécanique

**SONDAGE : C5**

| prof. (m) | Lithologie | Paramètres organoleptiques | Ech. | Analyses | eau humidité |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,00 | Béton | RAS | | | RAS |
| 0,05 | | | | | |
| 0,20 | | | | | |
| 0,30 | Sable + gravier | | C5-1 | Pack ISDI + COHV | |
| 0,45 | | | | | |
| 0,60 | | | | | |
| 0,75 | Limon sableux | | | | |
| 0,95 | | | | | |
| 1,00 | | | C5-2 | Pack ISDI + COHV | Humide |
| 1,20 | Sable limoneux | | | | |
| 1,40 | | | | | |
| 1,60 | | | | | |
| 1,80 | | | | | |
| 2,00 | | | | | |
| 2,20 | | | C5-3 | Pack ISDI + COHV | |
| 2,40 | | | | | |
| 2,50 | | Odeur + | | | |
| 2,60 | | | | | |
| 2,70 | | Odeur ++ | | | |
| 2,90 | Sable à gravier | Odeur +++ | | | |
| 3,00 | | | C5-4 | Pack ISDI + COHV | Eau souterraine |
| 3,30 | | | | | |
| 3,50 | | | | | |
| 3,70 | | | | | |
| 3,90 | | | C5-5 | Pack ISDI + COHV | |
| 4,00 | | | | | |
| 4,30 | | | | | |
| 4,50 | | | | | |
| 4,70 | | | | | |
| 4,90 | | | C5-6 | Pack ISDI + COHV | |
| 5,10 | | | | | |
| 5,30 | | | | | |
| 5,50 | | | | | |
| 5,70 | | | | | |
| 6,00 | | | | | |

**REMARQUES**

| OPERATEUR | | CHARGE D'AFFAIRE | | CONTRÔLE INTERNE | |
|---|---|---|---|---|---|
| DATE | VISA | DATE | VISA | DATE | |
| 07/04/2025 | RC | | | | |

# FICHE PRELEVEMENT SOL

**IDENTIFICATION DU PROJET ET DE L'INTERVENTION**

| | | | |
|---|---|---|---|
| **n° Affaire** | 4889 | **Adresse** | 54 Rue des communaux - BONNEVILLE 74 |
| **Client** | LIDL | | |
| **Opérateur** | AM + RC | **Conditions météo** | Beau temps |
| **Date** | 05/04/2025 | | |

**METHODE D'ECHANTILLONNAGE**

☐ **Pelle** ☐ **Tarière à main** ☐ **Makita** ☑ **Autre :** **Tarière mécanique**

**SONDAGE :** **C6**

| prof. (m) | Lithologie | Paramètres organoleptiques | Ech. | Analyses | eau humidité |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,00 – 0,20 | **Béton** | RAS | | | RAS |
| 0,40 – 0,50 | **Sable peu graveleux** | | C6-1 | **HCT C10-C40, COHV** | |
| 0,60 – 0,80 | **Limon sableux** | | | | |
| 0,95 – 1,50 | **Limon sableux peu argileux** | | C6-2 | **HCT C10-C40, COHV** | |
| 1,70 – 1,80 | **Sable à gravier** | | | | |
| 1,90 – 2,20 | **Sable peu graveleux** | | C6-3 | **HCT C10-C40, COHV** | |
| 2,40 – 2,80 | **Sable à graviers** | Odeur + | | | Peu humide |
| 3,00 – 3,20 | | Odeur ++ | | | Eau souterraine |
| 3,50 – 3,70 | | Odeur + | C6-4 | **HCT C10-C40, COHV** | |
| 4,00 | | | | | |

**REMARQUES**

| **OPERATEUR** | | **CHARGE D'AFFAIRE** | | **CONTRÔLE INTERNE** | |
|---|---|---|---|---|---|
| **DATE** | **VISA** | **DATE** | **VISA** | **DATE** | |
| 07/04/2025 | RC | | | | |

# FICHE PRELEVEMENT SOL

**IDENTIFICATION DU PROJET ET DE L'INTERVENTION**

| | | | |
|---|---|---|---|
| **n° Affaire** | 4889 | **Adresse** | |
| **Client** | LIDL | 54 Rue des communaux - BONNEVILLE 74 | |
| **Opérateur** | AM + RC | **Conditions météo** | Beau temps |
| **Date** | 05/04/2025 | | |

**METHODE D'ECHANTILLONNAGE**

☐ **Pelle** ☐ **Tarière à main** ☐ **Makita** ☑ **Autre :** **Tarière mécanique**

**SONDAGE :** **C7**

| prof. (m) | Lithologie | Paramètres organoleptiques | Ech. | Analyses | eau humidité |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,00 – 0,25 | **Béton** | RAS | | | RAS |
| 0,25 – 0,40 | **Sable graveleux** | | | | |
| 0,40 – 0,70 | **Sable limoneux +/- graveleux** | | C7-1 | **HCT C10-C40, COHV** | |
| 0,70 – 1,10 | **Sable limoneux +/- graveleux** | | C7-2 | **HCT C10-C40, COHV** | |
| 1,10 – 2,95 | **Sable à gravier** | | C7-3 | **HCT C10-C40, COHV** | |
| 2,95 – 4,00 | **Sable à gravier** | | C7-4 | **HCT C10-C40, COHV** | Eau souterraine |

**REMARQUES**

| OPERATEUR | | CHARGE D'AFFAIRE | | CONTRÔLE INTERNE | |
|---|---|---|---|---|---|
| **DATE** | **VISA** | **DATE** | **VISA** | **DATE** | |
| 07/04/2025 | RC | | | | |

# FICHE PRELEVEMENT SOL

**IDENTIFICATION DU PROJET ET DE L'INTERVENTION**

| | | | |
|---|---|---|---|
| **n° Affaire** | 4889 | **Adresse** | |
| **Client** | LIDL | 54 Rue des communaux - BONNEVILLE 74 | |
| **Opérateur** | AM + RC | **Conditions météo** | Beau temps |
| **Date** | 05/04/2025 | | |

**METHODE D'ECHANTILLONNAGE**

☐ **Pelle** ☐ **Tarière à main** ☐ **Makita** ☑ **Autre :** **Tarière mécanique**

**SONDAGE :** **C8**

| prof. (m) | Lithologie | Paramètres organoleptiques | Ech. | Analyses | eau humidité |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,00 – 0,25 | **Béton** | RAS | | | RAS |
| 0,40 – 0,50 | **Sable graveleux** | | C8-1 | **Granulo + HCT C5-C10 + C10-C40, COHV** | |
| 0,60 – 0,75 | **Limon sableux +/- graveleux** | | | | |
| 0,90 – 2,30 | **Sable limoneux +/- graveleux** | | C8-2 | **HCT C5-C10 + C10-C40, COHV** | Peu humide |
| 2,40 – 3,00 | **Sable à gravier** | | C8-3 | **HCT C5-C10 + C10-C40, COHV** | RAS |
| 3,30 – 4,00 | **Sable à gravier** | | C8-4 | **HCT C5-C10 + C10-C40, COHV** | eau souterraine |

**REMARQUES**

| OPERATEUR | | CHARGE D'AFFAIRE | | CONTRÔLE INTERNE | |
|---|---|---|---|---|---|
| **DATE** | **VISA** | **DATE** | **VISA** | **DATE** | |
| 07/04/2025 | RC | | | | |

# FICHE PRELEVEMENT SOL

**IDENTIFICATION DU PROJET ET DE L'INTERVENTION**

| | | | |
|---|---|---|---|
| **n° Affaire** | 4889 | **Adresse** | |
| **Client** | LIDL | 54 Rue des communaux - BONNEVILLE 74 | |
| **Opérateur** | AM + RC | **Conditions météo** | Beau temps |
| **Date** | 05/04/2025 | | |

**METHODE D'ECHANTILLONNAGE**

☐ **Pelle** ☐ **Tarière à main** ☐ **Makita** ☑ **Autre :** **Tarière mécanique**

**SONDAGE :** **C9**

| prof. (m) | Lithologie | Paramètres organoleptiques | Ech. | Analyses | eau humidité |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,00 – 0,25 | **Terre végétale** | RAS | | | RAS |
| 0,25 – 0,70 | **Limon sableux** | | C9-1 | **HCT C10-C40, COHV** | |
| 0,70 – 1,20 | **Limon sableux** | | C9-2 | **HCT C10-C40, COHV** | |
| 1,20 – 2,20 | **Sable limoneux +/- graveleux** | | | | Humide |
| 2,20 – 3,30 | **Sable à gravier** | | C9-3 | **HCT C10-C40, COHV** | Eau souterraine |
| 3,30 – 4,00 | **Sable à gravier** | | C9-4 | **HCT C10-C40, COHV** | |

**REMARQUES**

| **OPERATEUR** | | **CHARGE D'AFFAIRE** | | **CONTRÔLE INTERNE** |
|---|---|---|---|---|
| **DATE** | **VISA** | **DATE** | **VISA** | **DATE** |
| 07/04/2025 | RC | | | |

# FICHE PRELEVEMENT SOL

**IDENTIFICATION DU PROJET ET DE L'INTERVENTION**

| | | | |
|---|---|---|---|
| **n° Affaire** | 4889 | **Adresse** | |
| **Client** | LIDL | 54 Rue des communaux - BONNEVILLE 74 | |
| **Opérateur** | AM + RC | **Conditions météo** | Beau temps |
| **Date** | 05/04/2025 | | |

**METHODE D'ECHANTILLONNAGE**

☐ **Pelle** ☐ **Tarière à main** ☐ **Makita** ☑ **Autre :** **Tarière mécanique**

**SONDAGE : C10**

| prof. (m) | Lithologie | Paramètres organoleptiques | Ech. | Analyses | eau humidité |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,00 – 0,10 | Terre végétale | RAS | C10-1 | HCT C10-C40, COHV | RAS |
| 0,10 – 0,30 | Limon sableux à gravier | | | | |
| 0,30 – 1,20 | Limon sableux argileux | | | | |
| 1,20 – 1,40 | Limon sableux argileux | | C10-2 | HCT C10-C40, COHV | |
| 1,40 – 2,20 | Limon sableux argileux | Odeur + | | | |
| 2,20 – 2,70 | Limon sableux argileux | | C10-3 | HCT C10-C40, COHV | Humide |
| 2,70 – 3,10 | Sable + gravier | Odeur ++ | | | Eau souterraine |
| 3,10 – 3,50 | Sable + gravier | | C10-4 | HCT C10-C40, COHV | |
| 3,50 – 3,90 | Sable limoneux graveleux | Odeur + | | | |
| 3,90 – 5,00 | Sable + gravier | | C10-5 | HCT C10-C40, COHV | |

**REMARQUES**

| OPERATEUR | | CHARGE D'AFFAIRE | | CONTRÔLE INTERNE | |
|---|---|---|---|---|---|
| **DATE** | **VISA** | **DATE** | **VISA** | **DATE** | |
| 07/04/2025 | RC | | | | |

# FICHE PRELEVEMENT SOL

**IDENTIFICATION DU PROJET ET DE L'INTERVENTION**

| | | | |
|---|---|---|---|
| **n° Affaire** | 4889 | **Adresse** | |
| **Client** | LIDL | 54 Rue des communaux - BONNEVILLE 74 | |
| **Opérateur** | AM + RC | **Conditions météo** | Beau temps |
| **Date** | 05/04/2025 | | |

**METHODE D'ECHANTILLONNAGE**

☐ **Pelle** ☐ **Tarière à main** ☐ **Makita** ☑ **Autre :** **Tarière mécanique**

**SONDAGE :** **C11**

| prof. (m) | Lithologie | Paramètres organoleptiques | Ech. | Analyses | eau humidité |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,00 – 0,10 – 0,20 | **Terre végétale** | RAS | C11-1 | **Pack ISDI + COHV** | RAS |
| 0,30 – 0,40 – 0,65 – 0,80 – 1,00 | **Limon sableux +/- graveleux** | | | | |
| 1,15 – 1,35 – 1,55 – 1,75 – 2,00 | **Limon sableux** | Couleur Grise Odeur HCT + | C11-2 | **Pack ISDI + COHV** | |
| 2,20 – 2,50 – 2,70 – 2,80 – 3,00 | **Sable grossier + gravier** | Odeur HCT ++ | C11-3 | **Pack ISDI + COHV** | Humide |
| 3,10 – 3,30 – 3,50 – 3,70 – 4,00 | **Sable + gravier** | Odeur HCT + | C11-4 | **Pack ISDI + COHV** | Eau souterraine |
| 4,10 – 4,20 – 4,50 – 4,70 – 4,90 – 5,00 | | | C11-5 | **Pack ISDI + COHV** | |

**REMARQUES**

| **OPERATEUR** | | **CHARGE D'AFFAIRE** | | **CONTRÔLE INTERNE** | |
|---|---|---|---|---|---|
| **DATE** | **VISA** | **DATE** | **VISA** | **DATE** | |
| 07/04/2025 | RC | | | | |

# FICHE PRELEVEMENT SOL

**IDENTIFICATION DU PROJET ET DE L'INTERVENTION**

| | | | |
|---|---|---|---|
| **n° Affaire** | 4889 | **Adresse** | |
| **Client** | LIDL | 54 Rue des communaux - BONNEVILLE 74 | |
| **Opérateur** | AM + RC | **Conditions météo** | Beau temps |
| **Date** | 03/04/2025 | | |

**METHODE D'ECHANTILLONNAGE**

☐ **Pelle** ☐ **Tarière à main** ☐ **Makita** ☑ **Autre :** **Tarière mécanique**

**SONDAGE :** **C12**

| prof. (m) | Lithologie | Paramètres organoleptiques | Ech. | Analyses | eau humidité |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,00 – 0,20 | **Terre végétale** | RAS | C12-1 | **HCT C10-C40, COHV** | RAS |
| 0,40 – 1,00 | **Limon légerment sableux** | | | | |
| 1,10 – 1,50 | **Limon sableux** | | C12-2 | **HCT C10-C40, COHV** | |
| 1,60 – 2,00 | **Sable à gravier** | Trace hydromorphie | | | |
| 2,10 – 2,90 | | RAS | C12-3 | **HCT C10-C40, COHV** | Eau souterraine |
| 3,10 – 4,00 | | | C12-4 | **HCT C10-C40, COHV** | |

**REMARQUES**

| **OPERATEUR** | | **CHARGE D'AFFAIRE** | | **CONTRÔLE INTERNE** | |
|---|---|---|---|---|---|
| **DATE** | **VISA** | **DATE** | **VISA** | **DATE** | |
| 07/04/2025 | RC | | | | |

# FICHE PRELEVEMENT SOL

**IDENTIFICATION DU PROJET ET DE L'INTERVENTION**

| | | | |
|---|---|---|---|
| **n° Affaire** | 4889 | **Adresse** | |
| **Client** | LIDL | 54 Rue des communaux - BONNEVILLE 74 | |
| **Opérateur** | AM + RC | **Conditions météo** | Beau temps |
| **Date** | 03/04/2025 | | |

**METHODE D'ECHANTILLONNAGE**

☐ **Pelle** ☐ **Tarière à main** ☐ **Makita** ☑ **Autre :** **Tarière mécanique**

**SONDAGE :** **C13**

| prof. (m) | Lithologie | Paramètres organoleptiques | Ech. | Analyses | eau humidité |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,00 – 0,20 | **Terre végétale** | RAS | C13-1 | **Pack ISDI + COHV** | RAS |
| 0,35 – 1,30 | **Limon sableux** | Trace hydromorphie | | | |
| 1,10 – 1,30 | | RAS | C13-2 | **Pack ISDI + COHV** | Humide |
| 1,50 – 1,90 | **Limon sableux +/- graveleux** | | | | |
| 2,20 – 3,00 | **Sable à gravier** | | C13-3 | **Pack ISDI + COHV** | |
| 3,30 – 3,90 | | | C13-4 | **Pack ISDI + COHV** | Eau souterraine |
| 4,10 – 5,00 | | | C13-5 | **Pack ISDI + COHV** | |

**REMARQUES**

| **OPERATEUR** | | **CHARGE D'AFFAIRE** | | **CONTRÔLE INTERNE** | |
|---|---|---|---|---|---|
| **DATE** | **VISA** | **DATE** | **VISA** | **DATE** | |
| 07/04/2025 | RC | | | | |

# FICHE PRELEVEMENT SOL

| IDENTIFICATION DU PROJET ET DE L'INTERVENTION | | | |
|---|---|---|---|
| n° Affaire | 4889 | Adresse | |
| Client | LIDL | 54 Rue des communaux - BONNEVILLE 74 | |
| Opérateur | AM + RC | Conditions météo | Beau temps |
| Date | 05/04/2025 | | |

**METHODE D'ECHANTILLONNAGE**

☐ Pelle ☑ Tarière à main ☐ Makita ☐ Autre :

**SONDAGE : T1**

| prof. (m) | Lithologie | Paramètres organoleptiques | Ech. | Analyses | eau humidité |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,00 – 0,10 – 0,20 – 0,30 – 0,40 – 0,50 | Limon sableux à galets | Sol imprégné noir | T1 | Pack ISDI + COHV | RAS |
| 0,65 – 0,85 | Refus | | | | |

**REMARQUES**

| OPERATEUR | | CHARGE D'AFFAIRE | | CONTRÔLE INTERNE | |
|---|---|---|---|---|---|
| DATE | VISA | DATE | VISA | DATE | |
| 07/04/2025 | RC | | | | |

## 14.2 Rapport d'analyses du laboratoire – sols

Accréditation n° 1-1364
Portée disponible sur www.cofrac.fr

WESSLING
part of ALS Limited

WESSLING France, 40 rue du Ruisseau, 38070 Saint-Quentin-Fallavier Cedex

*G ENVIRONNEMENT*
*Monsieur Aomar MOKRANE*
*6 Rue des Essarts*
*38610 GIERES*

| | |
|---|---|
| N° rapport d'essai | ULY25-013150-1 |
| N° commande | ULY-12713-25 |
| Interlocuteur (interne) | J. Garambois |
| Téléphone | +33 426 389 565 |
| Courrier électronique | jb.garambois@wessling.fr |
| Date | 22.04.2025 |

**Rapport d'essai**

***Aff 4889 - Sols***



Les résultats ne se rapportent qu'aux échantillons soumis à l'essai et tels qu'ils ont été reçus (dans le cas où le laboratoire n'a pas prélevé les échantillons).
Les résultats des paramètres couverts par l'accréditation BSI ISO/CEI 17025 sont marqués d'un (A).
La portée d'accréditation COFRAC n°1-1364 essais du laboratoire WESSLING de Lyon (St Quentin Fallavier) est disponible sur le site www.cofrac.fr pour les résultats accrédités par ce laboratoire.
Le COFRAC est signataire des accords de reconnaissance mutuels de l'ILAC et de l'EA pour les activités d'essai.
Les organismes d'accréditation signataires de ces accords pour les activités d'essai reconnaissent comme égales de confiance les rapports couverts par l'accréditation des autres organismes d'accréditation signataires des accords des activités d'essai.
Ce rapport d'essai ne peut être reproduit que sous son intégralité et avec l'autorisation des laboratoires WESSLING.
Les laboratoires WESSLING autorisent leurs clients à extraire tout ou partie des résultats d'essai envoyés à titre indicatif sous format excel uniquement à des fins de retraitement, de suivi et d'interprétation de données sans faire allusion à l'accréditation des résultats d'essai.
Les données fournies par le client sont sous sa responsabilité et identifiées en italique.

Page 1 sur 46

Rapport d'essai n°. : ULY25-013150-1
Projet : *Aff 4889 - Sols*

WESSLING
part of ALS Limited
WESSLING France
ZI de Chesnes Tharabie
40 rue du Ruisseau • BP 50705
38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr • www.wessling.fr

Le 22.04.2025

| N° d'échantillon | | 25-048977-01 | 25-048977-02 | 25-048977-03 | 25-048977-04 |
|---|---|---|---|---|---|
| Désignation d'échantillon | Unité | *Aff4889 - C1 - 1m* | *Aff4889 - C1 - 2m* | *Aff4889 - C1 - 3m* | *Aff4889 - C1 - 4m* |
| **Analyse physique** | | | | | |
| Matières sèches - NF ISO 11465 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Matière sèche | % masse MB | 83,6 (A) | 82,9 (A) | 86,8 (A) | 83,6 (A) |
| **Paramètres globaux / Indices** | | | | | |
| COT (Carbone Organique Total) calculé d'après matière organique - Méthode interne : COT calc. - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| COT calculé d'ap. matière organique | mg/kg MS | 14700 | 13100 | 9230 | 9580 |
| Indice Hydrocarbures (C10-C40) (Agitation mécanique, purification au Florisil) - NF EN ISO 16703 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Indice hydrocarbure C10-C40 | mg/kg MS | <20 (A) | 35 (A) | 1100 (A) | 720 (A) |
| Hydrocarbures > C10-C12 | mg/kg MS | <20 | <20 | <20 | <20 |
| Hydrocarbures > C12-C16 | mg/kg MS | <20 | <20 | <20 | <20 |
| Hydrocarbures > C16-C21 | mg/kg MS | <20 | <20 | 130 | 85 |
| Hydrocarbures > C21-C35 | mg/kg MS | <20 | 25 | 860 | 570 |
| Hydrocarbures > C35-C40 | mg/kg MS | <20 | <20 | 46 | 31 |
| **Hydrocarbures halogénés volatils (COHV)** | | | | | |
| Composés organohalogénés volatils - Méthode interne : COHV-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| 1,1-Dichloroéthane | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| 1,1-Dichloroéthylène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Dichlorométhane | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Tétrachloroéthylène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| 1,1,1-Trichloroéthane | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Tétrachlorométhane | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Trichlorométhane | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Trichloroéthylène | mg/kg MS | <0,1 (A) | 0,24 (A) | 0,46 (A) | 0,48 (A) |
| Chlorure de vinyle | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| cis-1,2-Dichloroéthylène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | 0,23 (A) | 0,24 (A) |
| trans-1,2-Dichloroéthylène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Somme des COHV | mg/kg MS | -/- | 0,24 | 0,69 | 0,72 |
| **Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)** | | | | | |
| Benzène et aromatiques - Méthode interne : BTEX-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Benzène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Toluène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Ethylbenzène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| m-, p-Xylène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| o-Xylène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Cumène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| m-, p-Ethyltoluène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Mésitylène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| o-Ethyltoluène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Pseudocuméne | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Somme des CAV-BTEX | mg/kg MS | -/- | -/- | -/- | -/- |

Rapport d'essai n°. : ULY25-013150-1
Projet : *Aff 4889 - Sols*

WESSLING part of ALS Limited

Le 22.04.2025

| N° d'échantillon | | 25-048977-01 | 25-048977-02 | 25-048977-03 | 25-048977-04 |
|---|---|---|---|---|---|
| Désignation d'échantillon | Unité | *Aff4889 - C1 - 1m* | *Aff4889 - C1 - 2m* | *Aff4889 - C1 - 3m* | *Aff4889 - C1 - 4m* |
| **Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)** | | | | | |
| HAP (16) - NF ISO 18287 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Naphtalène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Acénaphtylène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Acénaphtène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Fluorène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Phénanthrène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Anthracène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Fluoranthène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Pyrène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Benzo(a)anthracène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Chrysène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Benzo(b)fluoranthène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Benzo(k)fluoranthène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Benzo(a)pyrène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Dibenzo(a,h)anthracène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Indéno(1,2,3,c,d)pyrène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Benzo(g,h,i)pérylène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Somme des HAP | mg/kg MS | -/- | -/- | -/- | -/- |
| **Polychlorobiphényles (PCB)** | | | | | |
| PCB - Méthode interne : HAP-PCB-GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| PCB n° 28 | mg/kg MS | <0,01 (A) | <0,01 (A) | <0,01 (A) | <0,01 (A) |
| PCB n° 52 | mg/kg MS | <0,01 (A) | <0,01 (A) | <0,01 (A) | <0,01 (A) |
| PCB n° 101 | mg/kg MS | <0,01 (A) | <0,01 (A) | <0,01 (A) | <0,01 (A) |
| PCB n° 118 | mg/kg MS | <0,01 (A) | <0,01 (A) | <0,01 (A) | <0,01 (A) |
| PCB n° 138 | mg/kg MS | <0,01 (A) | <0,01 (A) | <0,01 (A) | <0,01 (A) |
| PCB n° 153 | mg/kg MS | <0,01 (A) | <0,01 (A) | <0,01 (A) | <0,01 (A) |
| PCB n° 180 | mg/kg MS | <0,01 (A) | <0,01 (A) | <0,01 (A) | <0,01 (A) |
| Somme des 7 PCB | mg/kg MS | -/- | -/- | -/- | -/- |
| **Lixiviation** | | | | | |
| Lixiviation - Méthode interne : LIXIVIATION 1X24H - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Masse totale de l'échantillon | g | 64 (A) | 73 (A) | 70 (A) | 82 (A) |
| Masse de la prise d'essai | g | 20 (A) | 20 (A) | 20 (A) | 20 (A) |
| Refus >4mm | g | 42 (A) | 55 (A) | 55 (A) | 58 (A) |
| pH / conductivité - NF T 90-008 / NF EN 27888 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| pH | | 9,1 (A) | 9,8 (A) | 9,1 (A) | 9,0 (A) |
| Température de mesure du pH | °C | 19,0 | 19,0 | 18,9 | 18,7 |
| Conductivité [25°C] | µS/cm | 78,0 (A) | 101 (A) | 66,0 (A) | 63,0 (A) |

Rapport d'essai n°. : ULY25-013150-1
Projet : *Aff 4889 - Sols*

WESSLING part of ALS Limited

Le 22.04.2025

| N° d'échantillon | | 25-048977-01 | 25-048977-02 | 25-048977-03 | 25-048977-04 |
|---|---|---|---|---|---|
| Désignation d'échantillon | Unité | *Aff4889 - C1 - 1m* | *Aff4889 - C1 - 2m* | *Aff4889 - C1 - 3m* | *Aff4889 - C1 - 4m* |
| **Sur lixiviat filtré** | | | | | |
| Résidu sec après filtration à 105+/-5°C - NF T90-029 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Résidu sec après filtration | mg/l E/L | <100 (A) | <100 (A) | <100 (A) | <100 (A) |
| Anions dissous (filtration à 0,2 µm) - Méthode interne : ANIONS - IC - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Chlorures (Cl) | mg/l E/L | <10 (A) | <10 (A) | <10 (A) | <10 (A) |
| Sulfates (SO4) | mg/l E/L | <10 (A) | <10 (A) | <10 (A) | <10 (A) |
| Fluorures (F) | mg/l E/L | 0,6 (A) | 0,6 (A) | 0,3 (A) | 0,3 (A) |
| Phénol total (indice) après distillation - NF EN ISO 14402 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Phénol (indice) | µg/l E/L | <10 (A) | <10 (A) | <10 (A) | <10 (A) |
| Carbone organique total (COT) - NF EN 1484 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Carbone organique total (COT) | mg/L E/L | 4,5 (A) | 2,7 (A) | <0,9 (A) | <0,9 (A) |
| Métaux dissous (ICP/MS) - NF EN ISO 17294-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Chrome (Cr) | µg/l E/L | <5,0 (A) | <5,0 (A) | <5,0 (A) | <5,0 (A) |
| Nickel (Ni) | µg/l E/L | <10 (A) | <10 (A) | <10 (A) | <10 (A) |
| Cuivre (Cu) | µg/l E/L | 11 (A) | 7,0 (A) | <5,0 (A) | <5,0 (A) |
| Zinc (Zn) | µg/l E/L | <50 (A) | <50 (A) | <50 (A) | <50 (A) |
| Arsenic (As) | µg/l E/L | 5,0 (A) | 4,0 (A) | <3,0 (A) | <3,0 (A) |
| Sélénium (Se) | µg/l E/L | <10 (A) | <10 (A) | <10 (A) | <10 (A) |
| Molybdène (Mo) | µg/l E/L | 11 (A) | <10 (A) | <10 (A) | <10 (A) |
| Cadmium (Cd) | µg/l E/L | <1,5 (A) | <1,5 (A) | <1,5 (A) | <1,5 (A) |
| Antimoine (Sb) | µg/l E/L | <5,0 (A) | <5,0 (A) | <5,0 (A) | <5,0 (A) |
| Baryum (Ba) | µg/l E/L | 8,0 (A) | 8,0 (A) | 6,0 (A) | 7,0 (A) |
| Mercure (Hg) | µg/l E/L | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Plomb (Pb) | µg/l E/L | <10 (A) | <10 (A) | <10 (A) | <10 (A) |

Rapport d'essai n°. : ULY25-013150-1
Projet : *Aff 4889 - Sols*

WESSLING
part of ALS Limited
WESSLING France
ZI de Chesnes Tharabie
40 rue du Ruisseau • BP 50705
38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr • www.wessling.fr

Le 22.04.2025

| N° d'échantillon | | 25-048977-01 | 25-048977-02 | 25-048977-03 | 25-048977-04 |
|---|---|---|---|---|---|
| Désignation d'échantillon | Unité | *Aff4889 - C1 - 1m* | *Aff4889 - C1 - 2m* | *Aff4889 - C1 - 3m* | *Aff4889 - C1 - 4m* |
| **Fraction solubilisée** | | | | | |
| Mercure - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Mercure (Hg) | mg/kg MS | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 |
| Carbone organique total (COT) - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Carbone organique total (COT) | mg/kg MS | 45,0 | 27,0 | <9,00 | <9,00 |
| Sulfates (SO4) - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Sulfates (SO4) | mg/kg MS | <100 | <100 | <100 | <100 |
| Indice Phénol total - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Phénol (indice) | mg/kg MS | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 |
| Fraction soluble - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Fraction soluble | mg/kg MS | <1000 | <1000 | <1000 | <1000 |
| Anions dissous - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Fluorures (F) | mg/kg MS | 6,0 | 6,0 | 3,0 | 3,0 |
| Chlorures (Cl) | mg/kg MS | <100 | <100 | <100 | <100 |
| Métaux sur lixiviat - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Chrome (Cr) | mg/kg MS | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| Nickel (Ni) | mg/kg MS | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 |
| Cuivre (Cu) | mg/kg MS | 0,11 | 0,07 | <0,05 | <0,05 |
| Zinc (Zn) | mg/kg MS | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 |
| Arsenic (As) | mg/kg MS | 0,05 | 0,04 | <0,03 | <0,03 |
| Sélénium (Se) | mg/kg MS | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 |
| Cadmium (Cd) | mg/kg MS | <0,015 | <0,015 | <0,015 | <0,015 |
| Baryum (Ba) | mg/kg MS | 0,08 | 0,08 | 0,06 | 0,07 |
| Plomb (Pb) | mg/kg MS | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 |
| Molybdène (Mo) | mg/kg MS | 0,11 | <0,1 | <0,1 | <0,1 |
| Antimoine (Sb) | mg/kg MS | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |

MB : Matières brutes
MS : Matières sèches
E/L : Eau/lixiviat
< : résultat inférieur à la limite de quantification

**Informations sur les échantillons**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Date de réception : | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 |
| Type d'échantillon : | *Sol* | *Sol* | *Sol* | *Sol* |
| Date de prélèvement : | *05.04.2025* | *05.04.2025* | *05.04.2025* | *05.04.2025* |
| Heure de prélèvement : | *19:56* | *19:56* | *19:56* | *19:56* |
| Récipient : | 2*250ml VBrun WES002 | 2*250ml VBrun WES002 | 2*250ml VBrun WES002 | 2*250ml VBrun WES002 |
| Température à réception (C°) : | 12,6 | 12,6 | 12,6 | 12,6 |
| Début des analyses : | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 |
| Fin des analyses : | 22.04.2025 | 22.04.2025 | 22.04.2025 | 22.04.2025 |

Rapport d'essai n°. : ULY25-013150-1
Projet : *Aff 4889 - Sols*

WESSLING part of ALS Limited

Le 22.04.2025

| N° d'échantillon | | 25-048977-05 | 25-048977-06 | 25-048977-07 | 25-048977-08 |
|---|---|---|---|---|---|
| Désignation d'échantillon | Unité | *Aff4889 - C1 - 5m* | *Aff4889 - C2 - 1m* | *Aff4889 - C2 - 2m* | *Aff4889 - C2 - 3m* |
| **Analyse physique** | | | | | |
| Matières sèches - NF ISO 11465 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Matière sèche | % masse MB | 88,5 (A) | 76,2 (A) | 75,0 (A) | 96,3 (A) |
| **Paramètres globaux / Indices** | | | | | |
| COT (Carbone Organique Total) calculé d'après matière organique - Méthode interne : COT calc. - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| COT calculé d'ap. matière organique | mg/kg MS | 9700 | | | |
| Indice Hydrocarbures (C10-C40) (Agitation mécanique, purification au Florisil) - NF EN ISO 16703 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Indice hydrocarbure C10-C40 | mg/kg MS | 850 (A) | 100 (A) | 28 (A) | 26 (A) |
| Hydrocarbures > C10-C12 | mg/kg MS | <20 | <20 | <20 | <20 |
| Hydrocarbures > C12-C16 | mg/kg MS | <20 | <20 | <20 | <20 |
| Hydrocarbures > C16-C21 | mg/kg MS | 100 | <20 | <20 | <20 |
| Hydrocarbures > C21-C35 | mg/kg MS | 690 | 71 | <20 | <20 |
| Hydrocarbures > C35-C40 | mg/kg MS | 36 | <20 | <20 | <20 |
| **Hydrocarbures halogénés volatils (COHV)** | | | | | |
| Composés organohalogénés volatils - Méthode interne : COHV-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| 1,1-Dichloroéthane | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| 1,1-Dichloroéthylène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Dichlorométhane | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Tétrachloroéthylène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| 1,1,1-Trichloroéthane | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Tétrachlorométhane | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Trichlorométhane | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Trichloroéthylène | mg/kg MS | 0,23 (A) | 0,39 (A) | 0,13 (A) | 0,62 (A) |
| Chlorure de vinyle | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| cis-1,2-Dichloroéthylène | mg/kg MS | 0,11 (A) | 0,52 (A) | 0,27 (A) | 0,42 (A) |
| trans-1,2-Dichloroéthylène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Somme des COHV | mg/kg MS | 0,34 | 0,92 | 0,4 | 1,0 |
| **Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)** | | | | | |
| Benzène et aromatiques - Méthode interne : BTEX-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Benzène | mg/kg MS | <0,1 (A) | | | |
| Toluène | mg/kg MS | <0,1 (A) | | | |
| Ethylbenzène | mg/kg MS | <0,1 (A) | | | |
| m-, p-Xylène | mg/kg MS | <0,1 (A) | | | |
| o-Xylène | mg/kg MS | <0,1 (A) | | | |
| Cumène | mg/kg MS | <0,1 (A) | | | |
| m-, p-Ethyltoluène | mg/kg MS | <0,1 (A) | | | |
| Mésitylène | mg/kg MS | <0,1 (A) | | | |
| o-Ethyltoluène | mg/kg MS | <0,1 (A) | | | |
| Pseudocuméne | mg/kg MS | <0,1 (A) | | | |
| Somme des CAV-BTEX | mg/kg MS | -/- | | | |

Rapport d'essai n°. : ULY25-013150-1
Projet : *Aff 4889 - Sols*

WESSLING part of ALS Limited

Le 22.04.2025

| N° d'échantillon | | 25-048977-05 | 25-048977-06 | 25-048977-07 | 25-048977-08 |
|---|---|---|---|---|---|
| Désignation d'échantillon | Unité | *Aff4889 - C1 - 5m* | *Aff4889 - C2 - 1m* | *Aff4889 - C2 - 2m* | *Aff4889 - C2 - 3m* |

**Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)**

HAP (16) - NF ISO 18287 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Naphtalène | mg/kg MS | <0,05 (A) | | | |
| Acénaphtylène | mg/kg MS | <0,05 (A) | | | |
| Acénaphtène | mg/kg MS | <0,05 (A) | | | |
| Fluorène | mg/kg MS | <0,05 (A) | | | |
| Phénanthrène | mg/kg MS | <0,05 (A) | | | |
| Anthracène | mg/kg MS | <0,05 (A) | | | |
| Fluoranthène | mg/kg MS | <0,05 (A) | | | |
| Pyrène | mg/kg MS | <0,05 (A) | | | |
| Benzo(a)anthracène | mg/kg MS | <0,05 (A) | | | |
| Chrysène | mg/kg MS | <0,05 (A) | | | |
| Benzo(b)fluoranthène | mg/kg MS | <0,05 (A) | | | |
| Benzo(k)fluoranthène | mg/kg MS | <0,05 (A) | | | |
| Benzo(a)pyrène | mg/kg MS | <0,05 (A) | | | |
| Dibenzo(a,h)anthracène | mg/kg MS | <0,05 (A) | | | |
| Indéno(1,2,3,c,d)pyrène | mg/kg MS | <0,05 (A) | | | |
| Benzo(g,h,i)pérylène | mg/kg MS | <0,05 (A) | | | |
| Somme des HAP | mg/kg MS | -/- | | | |

**Polychlorobiphényles (PCB)**

PCB - Méthode interne : HAP-PCB-GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| PCB n° 28 | mg/kg MS | <0,01 (A) | | | |
| PCB n° 52 | mg/kg MS | <0,01 (A) | | | |
| PCB n° 101 | mg/kg MS | <0,01 (A) | | | |
| PCB n° 118 | mg/kg MS | <0,01 (A) | | | |
| PCB n° 138 | mg/kg MS | <0,01 (A) | | | |
| PCB n° 153 | mg/kg MS | <0,01 (A) | | | |
| PCB n° 180 | mg/kg MS | <0,01 (A) | | | |
| Somme des 7 PCB | mg/kg MS | -/- | | | |

**Lixiviation**

Lixiviation - Méthode interne : LIXIVIATION 1X24H - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Masse totale de l'échantillon | g | 71 (A) | | | |
| Masse de la prise d'essai | g | 21 (A) | | | |
| Refus >4mm | g | 61 (A) | | | |

pH / conductivité - NF T 90-008 / NF EN 27888 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| pH | | 9,3 (A) | | | |
| Température de mesure du pH | °C | 18,6 | | | |
| Conductivité [25°C] | µS/cm | 55,0 (A) | | | |

Rapport d'essai n°. : ULY25-013150-1
Projet : *Aff 4889 - Sols*

WESSLING
part of ALS Limited
WESSLING France
ZI de Chesnes Tharabie
40 rue du Ruisseau - BP 50705
38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr - www.wessling.fr

Le 22.04.2025

| N° d'échantillon | | 25-048977-05 | 25-048977-06 | 25-048977-07 | 25-048977-08 |
|---|---|---|---|---|---|
| Désignation d'échantillon | Unité | *Aff4889 - C1 - 5m* | *Aff4889 - C2 - 1m* | *Aff4889 - C2 - 2m* | *Aff4889 - C2 - 3m* |
| **Sur lixiviat filtré** | | | | | |
| Résidu sec après filtration à 105+/-5°C - NF T90-029 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Résidu sec après filtration | mg/l E/L | <100 (A) | | | |
| Anions dissous (filtration à 0,2 µm) - Méthode interne : ANIONS - IC - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Chlorures (Cl) | mg/l E/L | <10 (A) | | | |
| Sulfates (SO4) | mg/l E/L | <10 (A) | | | |
| Fluorures (F) | mg/l E/L | 0,2 (A) | | | |
| Phénol total (indice) après distillation - NF EN ISO 14402 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Phénol (indice) | µg/l E/L | <10 (A) | | | |
| Carbone organique total (COT) - NF EN 1484 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Carbone organique total (COT) | mg/L E/L | <0,9 (A) | | | |
| Métaux dissous (ICP/MS) - NF EN ISO 17294-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Chrome (Cr) | µg/l E/L | <5,0 (A) | | | |
| Nickel (Ni) | µg/l E/L | <10 (A) | | | |
| Cuivre (Cu) | µg/l E/L | <5,0 (A) | | | |
| Zinc (Zn) | µg/l E/L | <50 (A) | | | |
| Arsenic (As) | µg/l E/L | <3,0 (A) | | | |
| Sélénium (Se) | µg/l E/L | <10 (A) | | | |
| Molybdène (Mo) | µg/l E/L | <10 (A) | | | |
| Cadmium (Cd) | µg/l E/L | <1,5 (A) | | | |
| Antimoine (Sb) | µg/l E/L | <5,0 (A) | | | |
| Baryum (Ba) | µg/l E/L | 6,0 (A) | | | |
| Mercure (Hg) | µg/l E/L | <0,1 (A) | | | |
| Plomb (Pb) | µg/l E/L | <10 (A) | | | |

Rapport d'essai n°. : ULY25-013150-1
Projet : *Aff 4889 - Sols*

WESSLING part of ALS Limited

Le 22.04.2025

| N° d'échantillon | | 25-048977-05 | 25-048977-06 | 25-048977-07 | 25-048977-08 |
|---|---|---|---|---|---|
| Désignation d'échantillon | Unité | *Aff4889 - C1 - 5m* | *Aff4889 - C2 - 1m* | *Aff4889 - C2 - 2m* | *Aff4889 - C2 - 3m* |
| **Fraction solubilisée** | | | | | |
| Mercure - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Mercure (Hg) | mg/kg MS | <0,001 | | | |
| Carbone organique total (COT) - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Carbone organique total (COT) | mg/kg MS | <9,00 | | | |
| Sulfates (SO4) - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Sulfates (SO4) | mg/kg MS | <100 | | | |
| Indice Phénol total - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Phénol (indice) | mg/kg MS | <0,1 | | | |
| Fraction soluble - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Fraction soluble | mg/kg MS | <1000 | | | |
| Anions dissous - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Fluorures (F) | mg/kg MS | 2,0 | | | |
| Chlorures (Cl) | mg/kg MS | <100 | | | |
| Métaux sur lixiviat - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Chrome (Cr) | mg/kg MS | <0,05 | | | |
| Nickel (Ni) | mg/kg MS | <0,1 | | | |
| Cuivre (Cu) | mg/kg MS | <0,05 | | | |
| Zinc (Zn) | mg/kg MS | <0,5 | | | |
| Arsenic (As) | mg/kg MS | <0,03 | | | |
| Sélénium (Se) | mg/kg MS | <0,1 | | | |
| Cadmium (Cd) | mg/kg MS | <0,015 | | | |
| Baryum (Ba) | mg/kg MS | 0,06 | | | |
| Plomb (Pb) | mg/kg MS | <0,1 | | | |
| Molybdène (Mo) | mg/kg MS | <0,1 | | | |
| Antimoine (Sb) | mg/kg MS | <0,05 | | | |

MB : Matières brutes
MS : Matières sèches
E/L : Eau/lixiviat
< : résultat inférieur à la limite de quantification

**Informations sur les échantillons**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Date de réception : | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 |
| Type d'échantillon : | *Sol* | *Sol* | *Sol* | *Sol* |
| Date de prélèvement : | *05.04.2025* | *05.04.2025* | *05.04.2025* | *05.04.2025* |
| Heure de prélèvement : | *19:56* | *19:56* | *19:56* | *19:56* |
| Récipient : | 2*250ml VBrun WES002 | 250ml VBrun WES002 | 250ml VBrun WES002 | 250ml VBrun WES002 |
| Température à réception (C°) : | 12,6 | 12,6 | 12,6 | 12,6 |
| Début des analyses : | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 |
| Fin des analyses : | 22.04.2025 | 22.04.2025 | 22.04.2025 | 22.04.2025 |

Rapport d'essai n° : ULY25-013150-1
Projet : *Aff 4889 - Sols*

WESSLING part of ALS Limited

Le 22.04.2025

| N° d'échantillon | | 25-048977-09 | 25-048977-10 | 25-048977-11 | 25-048977-12 |
|---|---|---|---|---|---|
| Désignation d'échantillon | Unité | *Aff4889 - C2 - 4m* | *Aff4889 - C3 - 1m* | *Aff4889 - C3 - 2m* | *Aff4889 - C3 - 3m* |
| **Analyse physique** | | | | | |
| Matières sèches - NF ISO 11465 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Matière sèche | % masse MB | 90,5 (A) | 81,5 (A) | 90,8 (A) | 76,1 (A) |
| **Paramètres globaux / Indices** | | | | | |
| Indice hydrocarbures volatils (C5-C10) - Méthode interne : C5-C10-BTEX-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Somme des C5 | mg/kg MS | | <1,5 | <1,5 | <1,5 |
| Somme des C6 | mg/kg MS | | <1,5 | <1,5 | <1,5 |
| Somme des C7 | mg/kg MS | | <1,5 | <1,5 | <1,5 |
| Somme des C8 | mg/kg MS | | 9,82 | <1,5 | <1,5 |
| Somme des C9 | mg/kg MS | | <1,5 | <1,5 | <1,5 |
| Somme des C10 | mg/kg MS | | <1,5 | <1,5 | <1,5 |
| Indice hydrocarbure (C5-C10) | mg/kg MS | | <10,0 (A) | <10,0 (A) | <10,0 (A) |
| Indice Hydrocarbures (C10-C40) (Agitation mécanique, purification au Florisil) - NF EN ISO 16703 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Indice hydrocarbure C10-C40 | mg/kg MS | 350 (A) | <20 (A) | <20 (A) | <20 (A) |
| Hydrocarbures > C10-C12 | mg/kg MS | <20 | <20 | <20 | <20 |
| Hydrocarbures > C12-C16 | mg/kg MS | <20 | <20 | <20 | <20 |
| Hydrocarbures > C16-C21 | mg/kg MS | 29 | <20 | <20 | <20 |
| Hydrocarbures > C21-C35 | mg/kg MS | 280 | <20 | <20 | <20 |
| Hydrocarbures > C35-C40 | mg/kg MS | 46 | <20 | <20 | <20 |
| **Hydrocarbures halogénés volatils (COHV)** | | | | | |
| Composés organohalogénés volatils - Méthode interne : COHV-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| 1,1-Dichloroéthane | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| 1,1-Dichloroéthylène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Dichlorométhane | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Tétrachloroéthylène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| 1,1,1-Trichloroéthane | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Tétrachlorométhane | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Trichlorométhane | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Trichloroéthylène | mg/kg MS | 0,44 (A) | 0,12 (A) | 0,33 (A) | 0,13 (A) |
| Chlorure de vinyle | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| cis-1,2-Dichloroéthylène | mg/kg MS | 0,44 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | 1,6 (A) |
| trans-1,2-Dichloroéthylène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Somme des COHV | mg/kg MS | 0,88 | 0,12 | 0,33 | 1,7 |
| **Granulométrie** | | | | | |
| Granulométrie 5 fractions (argiles, limons, sables) - NF X31-107 mod. - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Argile (< 2 µm) | g/kg MS | | | 17,8 | |
| Limons fins ( 2 à 20 µm) | g/kg MS | | | 129,7 | |
| Limons grossiers ( 20 à 50 µm) | g/kg MS | | | 39,7 | |
| Sables fins (50 à 200 µm) | g/kg MS | | | 159,4 | |
| Sables grossiers (200 à 2000 µm) | g/kg MS | | | 349,2 | |
| Fraction > 2 mm | g/kg MS | | | 304,2 | |

MS : Matières sèches
MB : Matières brutes
< : résultat inférieur à la limite de quantification

Rapport d'essai n°. : ULY25-013150-1
Projet : *Aff 4889 - Sols*

WESSLING
part of ALS Limited
WESSLING France
ZI de Chesnes Tharabie
40 rue du Ruisseau - BP 50705
38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr - www.wessling.fr

**Le 22.04.2025**

| N° d'échantillon | | 25-048977-09 | 25-048977-10 | 25-048977-11 | 25-048977-12 |
|---|---|---|---|---|---|
| **Désignation d'échantillon** | **Unité** | ***Aff4889 - C2 - 4m*** | ***Aff4889 - C3 - 1m*** | ***Aff4889 - C3 - 2m*** | ***Aff4889 - C3 - 3m*** |
| **Informations sur les échantillons** | | | | | |
| Date de réception : | | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 |
| Type d'échantillon : | | *Sol* | *Sol* | *Sol* | *Sol* |
| Date de prélèvement : | | *05.04.2025* | *05.04.2025* | *05.04.2025* | *05.04.2025* |
| Heure de prélèvement : | | *19:56* | *19:56* | *19:56* | *19:56* |
| Récipient : | | 250ml VBrun WES002 | 250ml VBrun WES002 | 2*250ml VBrun WES002 | 250ml VBrun WES002 |
| Température à réception (C°) : | | 12,6 | 12,6 | 12,6 | 12,6 |
| Début des analyses : | | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 |
| Fin des analyses : | | 22.04.2025 | 22.04.2025 | 22.04.2025 | 22.04.2025 |

Rapport d'essai n°. : ULY25-013150-1
Projet : *Aff 4889 - Sols*

WESSLING part of ALS Limited
WESSLING France
ZI de Chesnes Tharabie
40 rue du Ruisseau • BP 50705
38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr • www.wessling.fr

**Le 22.04.2025**

| N° d'échantillon | | 25-048977-13 | 25-048977-14 | 25-048977-15 | 25-048977-16 |
|---|---|---|---|---|---|
| **Désignation d'échantillon** | **Unité** | ***Aff4889 - C3 - 4m*** | ***Aff4889 - C4 - 1m*** | ***Aff4889 - C4 - 2m*** | ***Aff4889 - C4 - 3m*** |
| **Analyse physique** | | | | | |
| Matières sèches - NF ISO 11465 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Matière sèche | % masse MB | 85,7 (A) | 95,9 (A) | 77,2 (A) | 74,0 (A) |
| **Paramètres globaux / Indices** | | | | | |
| COT (Carbone Organique Total) calculé d'après matière organique - Méthode interne : COT calc. - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| COT calculé d'ap. matière organique | mg/kg MS | | 13600 | 21500 | 42600 |
| Indice hydrocarbures volatils (C5-C10) - Méthode interne : C5-C10-BTEX-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Somme des C5 | mg/kg MS | <1,5 | | | |
| Somme des C6 | mg/kg MS | <1,5 | | | |
| Somme des C7 | mg/kg MS | <1,5 | | | |
| Somme des C8 | mg/kg MS | <1,5 | | | |
| Somme des C9 | mg/kg MS | <1,5 | | | |
| Somme des C10 | mg/kg MS | <1,5 | | | |
| Indice hydrocarbure (C5-C10) | mg/kg MS | <10,0 (A) | | | |
| Indice Hydrocarbures (C10-C40) (Agitation mécanique, purification au Florisil) - NF EN ISO 16703 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Indice hydrocarbure C10-C40 | mg/kg MS | 54 (A) | 650 (A) | 31 (A) | 310 (A) |
| Hydrocarbures > C10-C12 | mg/kg MS | <20 | <20 | <20 | <20 |
| Hydrocarbures > C12-C16 | mg/kg MS | <20 | <20 | <20 | <20 |
| Hydrocarbures > C16-C21 | mg/kg MS | <20 | 78 | <20 | 30 |
| Hydrocarbures > C21-C35 | mg/kg MS | 39 | 470 | <20 | 230 |
| Hydrocarbures > C35-C40 | mg/kg MS | <20 | 93 | <20 | 39 |
| **Hydrocarbures halogénés volatils (COHV)** | | | | | |
| Composés organohalogénés volatils - Méthode interne : COHV-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| 1,1-Dichloroéthane | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| 1,1-Dichloroéthylène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Dichlorométhane | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Tétrachloroéthylène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| 1,1,1-Trichloroéthane | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Tétrachlorométhane | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Trichlorométhane | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Trichloroéthylène | mg/kg MS | <0,1 (A) | 0,73 (A) | 1,3 (A) | 2,2 (A) |
| Chlorure de vinyle | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| cis-1,2-Dichloroéthylène | mg/kg MS | 0,12 (A) | <0,1 (A) | 6,2 (A) | 0,41 (A) |
| trans-1,2-Dichloroéthylène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Somme des COHV | mg/kg MS | 0,12 | 0,73 | 7,5 | 2,6 |

Rapport d'essai n°. : ULY25-013150-1
Projet : *Aff 4889 - Sols*

WESSLING part of ALS Limited

Le 22.04.2025

| N° d'échantillon | | 25-048977-13 | 25-048977-14 | 25-048977-15 | 25-048977-16 |
|---|---|---|---|---|---|
| Désignation d'échantillon | Unité | *Aff4889 - C3 - 4m* | *Aff4889 - C4 - 1m* | *Aff4889 - C4 - 2m* | *Aff4889 - C4 - 3m* |
| **Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)** | | | | | |
| Benzène et aromatiques - Méthode interne : BTEX-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Benzène | mg/kg MS | | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Toluène | mg/kg MS | | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Ethylbenzène | mg/kg MS | | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| m-, p-Xylène | mg/kg MS | | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| o-Xylène | mg/kg MS | | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Cumène | mg/kg MS | | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| m-, p-Ethyltoluène | mg/kg MS | | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Mésitylène | mg/kg MS | | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| o-Ethyltoluène | mg/kg MS | | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Pseudocumène | mg/kg MS | | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Somme des CAV-BTEX | mg/kg MS | | -/- | -/- | -/- |
| **Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)** | | | | | |
| HAP (16) - NF ISO 18287 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Naphtalène | mg/kg MS | | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Acénaphtylène | mg/kg MS | | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Acénaphtène | mg/kg MS | | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Fluorène | mg/kg MS | | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Phénanthrène | mg/kg MS | | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Anthracène | mg/kg MS | | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Fluoranthène | mg/kg MS | | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Pyrène | mg/kg MS | | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Benzo(a)anthracène | mg/kg MS | | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Chrysène | mg/kg MS | | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Benzo(b)fluoranthène | mg/kg MS | | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Benzo(k)fluoranthène | mg/kg MS | | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Benzo(a)pyrène | mg/kg MS | | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Dibenzo(a,h)anthracène | mg/kg MS | | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Indéno(1,2,3,c,d)pyrène | mg/kg MS | | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Benzo(g,h,i)pérylène | mg/kg MS | | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Somme des HAP | mg/kg MS | | -/- | -/- | -/- |
| **Polychlorobiphényles (PCB)** | | | | | |
| PCB - Méthode interne : HAP-PCB-GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| PCB n° 28 | mg/kg MS | | <0,01 (A) | <0,01 (A) | <0,01 (A) |
| PCB n° 52 | mg/kg MS | | <0,01 (A) | <0,01 (A) | <0,01 (A) |
| PCB n° 101 | mg/kg MS | | <0,01 (A) | <0,01 (A) | <0,01 (A) |
| PCB n° 118 | mg/kg MS | | <0,01 (A) | <0,01 (A) | <0,01 (A) |
| PCB n° 138 | mg/kg MS | | <0,01 (A) | <0,01 (A) | <0,01 (A) |
| PCB n° 153 | mg/kg MS | | <0,01 (A) | <0,01 (A) | <0,01 (A) |
| PCB n° 180 | mg/kg MS | | <0,01 (A) | <0,01 (A) | <0,01 (A) |
| Somme des 7 PCB | mg/kg MS | | -/- | -/- | -/- |

Rapport d'essai n°. : ULY25-013150-1
Projet : *Aff 4889 - Sols*

WESSLING part of ALS Limited

Le 22.04.2025

| N° d'échantillon | | 25-048977-13 | 25-048977-14 | 25-048977-15 | 25-048977-16 |
|---|---|---|---|---|---|
| Désignation d'échantillon | Unité | *Aff4889 - C3 - 4m* | *Aff4889 - C4 - 1m* | *Aff4889 - C4 - 2m* | *Aff4889 - C4 - 3m* |
| **Lixiviation** | | | | | |
| Lixiviation - Méthode interne : LIXIVIATION 1X24H - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Masse totale de l'échantillon | g | | 69 (A) | 62 (A) | 65 (A) |
| Masse de la prise d'essai | g | | 21 (A) | 21 (A) | 21 (A) |
| Refus >4mm | g | | 8,7 (A) | 40 (A) | 46 (A) |
| pH / conductivité - NF T 90-008 / NF EN 27888 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| pH | | | 9,2 (A) | 8,6 (A) | 8,5 (A) |
| Température de mesure du pH | °C | | 18,5 | 18,5 | 18,5 |
| Conductivité [25°C] | µS/cm | | 63,0 (A) | 73,0 (A) | 76,0 (A) |
| **Sur lixiviat filtré** | | | | | |
| Résidu sec après filtration a 105+/-5°C - NF T90-029 - Realisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Résidu sec après filtration | mg/l E/L | | <100 (A) | 110 (A) | <100 (A) |
| Anions dissous (filtration à 0,2 µm) - Méthode interne : ANIONS - IC - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Chlorures (Cl) | mg/l E/L | | <10 (A) | <10 (A) | <10 (A) |
| Sulfates (SO4) | mg/l E/L | | <10 (A) | <10 (A) | <10 (A) |
| Fluorures (F) | mg/l E/L | | 0,1 (A) | 0,4 (A) | 0,4 (A) |
| Phénol total (indice) après distillation - NF EN ISO 14402 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Phénol (indice) | µg/l E/L | | <10 (A) | <10 (A) | <10 (A) |
| Carbone organique total (COT) - NF EN 1484 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Carbone organique total (COT) | mg/L E/L | | 1,6 (A) | 2,7 (A) | 2,0 (A) |
| Métaux dissous (ICP/MS) - NF EN ISO 17294-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Chrome (Cr) | µg/l E/L | | <5,0 (A) | <5,0 (A) | <5,0 (A) |
| Nickel (Ni) | µg/l E/L | | <10 (A) | <10 (A) | <10 (A) |
| Cuivre (Cu) | µg/l E/L | | 9,0 (A) | <5,0 (A) | <5,0 (A) |
| Zinc (Zn) | µg/l E/L | | <50 (A) | <50 (A) | <50 (A) |
| Arsenic (As) | µg/l E/L | | <3,0 (A) | 4,0 (A) | <3,0 (A) |
| Sélénium (Se) | µg/l E/L | | <10 (A) | <10 (A) | <10 (A) |
| Molybdène (Mo) | µg/l E/L | | <10 (A) | <10 (A) | <10 (A) |
| Cadmium (Cd) | µg/l E/L | | <1,5 (A) | <1,5 (A) | <1,5 (A) |
| Antimoine (Sb) | µg/l E/L | | <5,0 (A) | <5,0 (A) | <5,0 (A) |
| Baryum (Ba) | µg/l E/L | | 7,0 (A) | 10 (A) | 9,0 (A) |
| Mercure (Hg) | µg/l E/L | | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Plomb (Pb) | µg/l E/L | | <10 (A) | <10 (A) | <10 (A) |

Rapport d'essai n°. : ULY25-013150-1
Projet : *Aff 4889 - Sols*

WESSLING
part of ALS Limited
WESSLING France
ZI de Chesnes Tharabie
40 rue du Ruisseau • BP 50705
38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr • www.wessling.fr

**Le 22.04.2025**

| N° d'échantillon | | 25-048977-13 | 25-048977-14 | 25-048977-15 | 25-048977-16 |
|---|---|---|---|---|---|
| Désignation d'échantillon | Unité | *Aff4889 - C3 - 4m* | *Aff4889 - C4 - 1m* | *Aff4889 - C4 - 2m* | *Aff4889 - C4 - 3m* |
| **Fraction solubilisée** | | | | | |
| Mercure - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Mercure (Hg) | mg/kg MS | | <0,001 | <0,001 | <0,001 |
| Carbone organique total (COT) - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Carbone organique total (COT) | mg/kg MS | | 16,0 | 27,0 | 20,0 |
| Sulfates (SO4) - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Sulfates (SO4) | mg/kg MS | | <100 | <100 | <100 |
| Indice Phénol total - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Phénol (indice) | mg/kg MS | | <0,1 | <0,1 | <0,1 |
| Fraction soluble - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Fraction soluble | mg/kg MS | | <1000 | 1100 | <1000 |
| Anions dissous - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Fluorures (F) | mg/kg MS | | 1,0 | 4,0 | 4,0 |
| Chlorures (Cl) | mg/kg MS | | <100 | <100 | <100 |
| Métaux sur lixiviat - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Chrome (Cr) | mg/kg MS | | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| Nickel (Ni) | mg/kg MS | | <0,1 | <0,1 | <0,1 |
| Cuivre (Cu) | mg/kg MS | | 0,09 | <0,05 | <0,05 |
| Zinc (Zn) | mg/kg MS | | <0,5 | <0,5 | <0,5 |
| Arsenic (As) | mg/kg MS | | <0,03 | 0,04 | <0,03 |
| Sélénium (Se) | mg/kg MS | | <0,1 | <0,1 | <0,1 |
| Cadmium (Cd) | mg/kg MS | | <0,015 | <0,015 | <0,015 |
| Baryum (Ba) | mg/kg MS | | 0,07 | 0,1 | 0,09 |
| Plomb (Pb) | mg/kg MS | | <0,1 | <0,1 | <0,1 |
| Molybdène (Mo) | mg/kg MS | | <0,1 | <0,1 | <0,1 |
| Antimoine (Sb) | mg/kg MS | | <0,05 | <0,05 | <0,05 |

MS : Matières sèches
MB : Matières brutes
E/L : Eau/lixiviat
< : résultat inférieur à la limite de quantification

**Informations sur les échantillons**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Date de réception : | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 |
| Type d'échantillon : | *Sol* | *Sol* | *Sol* | *Sol* |
| Date de prélèvement : | *05.04.2025* | *05.04.2025* | *05.04.2025* | *05.04.2025* |
| Heure de prélèvement : | *19:56* | *19:56* | *19:56* | *19:56* |
| Récipient : | 250ml VBrun WES002 | 2*250ml VBrun WES002 | 2*250ml VBrun WES002 | 2*250ml VBrun WES002 |
| Température à réception (C°) : | 12,6 | 12,6 | 12,6 | 12,6 |
| Début des analyses : | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 |
| Fin des analyses : | 22.04.2025 | 22.04.2025 | 22.04.2025 | 22.04.2025 |

Rapport d'essai n°. : ULY25-013150-1
Projet : *Aff 4889 - Sols*

WESSLING part of ALS Limited

Le 22.04.2025

| N° d'échantillon | | 25-048977-17 | 25-048977-18 | 25-048977-19 | 25-048977-20 |
|---|---|---|---|---|---|
| Désignation d'échantillon | Unité | *Aff4889 - C4 - 4m* | *Aff4889 - C4 - 5m* | *Aff4889 - C5 - 1m* | *Aff4889 - C5 - 2m* |
| **Analyse physique** | | | | | |
| Matières sèches - NF ISO 11465 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Matière sèche | % masse MB | 88,5 (A) | 87,7 (A) | 88,7 (A) | 74,7 (A) |
| **Paramètres globaux / Indices** | | | | | |
| COT (Carbone Organique Total) calculé d'après matière organique - Méthode interne : COT calc. - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| COT calculé d'ap. matière organique | mg/kg MS | 23200 | 6500 | 9320 | 27300 |
| Indice Hydrocarbures (C10-C40) (Agitation mécanique, purification au Florisil) - NF EN ISO 16703 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Indice hydrocarbure C10-C40 | mg/kg MS | 170 (A) | 110 (A) | 270 (A) | 710 (A) |
| Hydrocarbures > C10-C12 | mg/kg MS | <20 | <20 | 24 | 75 |
| Hydrocarbures > C12-C16 | mg/kg MS | <20 | <20 | <20 | <20 |
| Hydrocarbures > C16-C21 | mg/kg MS | <20 | <20 | 24 | 64 |
| Hydrocarbures > C21-C35 | mg/kg MS | 120 | 98 | 210 | 540 |
| Hydrocarbures > C35-C40 | mg/kg MS | 23 | <20 | <20 | 33 |
| **Hydrocarbures halogénés volatils (COHV)** | | | | | |
| Composés organohalogénés volatils - Méthode interne : COHV-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| 1,1-Dichloroéthane | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| 1,1-Dichloroéthylène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Dichlorométhane | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Tétrachloroéthylène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| 1,1,1-Trichloroéthane | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Tétrachlorométhane | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Trichlorométhane | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Trichloroéthylène | mg/kg MS | 2,0 (A) | 0,57 (A) | 0,68 (A) | 0,40 (A) |
| Chlorure de vinyle | mg/kg MS | <0,1 (A) | 0,34 (A) | <0,1 (A) | 0,54 (A) |
| cis-1,2-Dichloroéthylène | mg/kg MS | 11 (A) | 2,5 (A) | 0,90 (A) | 3,6 (A) |
| trans-1,2-Dichloroéthylène | mg/kg MS | 0,23 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | 0,54 (A) |
| Somme des COHV | mg/kg MS | 13 | 3,4 | 1,6 | 5,1 |
| **Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)** | | | | | |
| Benzène et aromatiques - Méthode interne : BTEX-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Benzène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Toluène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Ethylbenzène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| m-, p-Xylène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| o-Xylène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Cumène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| m-, p-Ethyltoluène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Mésitylène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| o-Ethyltoluène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Pseudocuméne | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Somme des CAV-BTEX | mg/kg MS | -/- | -/- | -/- | -/- |

Rapport d'essai n°. : ULY25-013150-1
Projet : *Aff 4889 - Sols*

WESSLING part of ALS Limited

Le 22.04.2025

| N° d'échantillon | | 25-048977-17 | 25-048977-18 | 25-048977-19 | 25-048977-20 |
|---|---|---|---|---|---|
| Désignation d'échantillon | Unité | *Aff4889 - C4 - 4m* | *Aff4889 - C4 - 5m* | *Aff4889 - C5 - 1m* | *Aff4889 - C5 - 2m* |
| **Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)** | | | | | |
| HAP (16) - NF ISO 18287 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Naphtalène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Acénaphtylène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Acénaphtène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Fluorène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Phénanthrène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Anthracène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Fluoranthène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Pyrène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Benzo(a)anthracène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Chrysène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Benzo(b)fluoranthène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Benzo(k)fluoranthène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Benzo(a)pyrène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Dibenzo(a,h)anthracène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Indéno(1,2,3,c,d)pyrène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Benzo(g,h,i)pérylène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Somme des HAP | mg/kg MS | -/- | -/- | -/- | -/- |
| **Polychlorobiphényles (PCB)** | | | | | |
| PCB - Méthode interne : HAP-PCB-GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| PCB n° 28 | mg/kg MS | <0,01 (A) | <0,01 (A) | <0,01 (A) | <0,01 (A) |
| PCB n° 52 | mg/kg MS | <0,01 (A) | <0,01 (A) | <0,01 (A) | <0,01 (A) |
| PCB n° 101 | mg/kg MS | <0,01 (A) | <0,01 (A) | <0,01 (A) | <0,01 (A) |
| PCB n° 118 | mg/kg MS | <0,01 (A) | <0,01 (A) | <0,01 (A) | <0,01 (A) |
| PCB n° 138 | mg/kg MS | <0,01 (A) | <0,01 (A) | <0,01 (A) | <0,01 (A) |
| PCB n° 153 | mg/kg MS | <0,01 (A) | <0,01 (A) | <0,01 (A) | <0,01 (A) |
| PCB n° 180 | mg/kg MS | <0,01 (A) | <0,01 (A) | <0,01 (A) | <0,01 (A) |
| Somme des 7 PCB | mg/kg MS | -/- | -/- | -/- | -/- |
| **Lixiviation** | | | | | |
| Lixiviation - Méthode interne : LIXIVIATION 1X24H - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Masse totale de l'échantillon | g | 64 (A) | 78 (A) | 62 (A) | 73 (A) |
| Masse de la prise d'essai | g | 21 (A) | 20 (A) | 21 (A) | 20 (A) |
| Refus >4mm | g | 40 (A) | 59 (A) | 18 (A) | 52 (A) |
| pH / conductivité - NF T 90-008 / NF EN 27888 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| pH | | 9,1 (A) | 9,1 (A) | 8,8 (A) | 8,3 (A) |
| Température de mesure du pH | °C | 18,6 | 18,7 | 18,8 | 19,1 |
| Conductivité [25°C] | µS/cm | 89,0 (A) | 61,0 (A) | 105 (A) | 114 (A) |

Rapport d'essai n°. : ULY25-013150-1
Projet : *Aff 4889 - Sols*

WESSLING part of ALS Limited

Le 22.04.2025

| N° d'échantillon | | 25-048977-17 | 25-048977-18 | 25-048977-19 | 25-048977-20 |
|---|---|---|---|---|---|
| Désignation d'échantillon | Unité | *Aff4889 - C4 - 4m* | *Aff4889 - C4 - 5m* | *Aff4889 - C5 - 1m* | *Aff4889 - C5 - 2m* |
| **Sur lixiviat filtré** | | | | | |
| Résidu sec après filtration à 105+/-5°C - NF T90-029 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Résidu sec après filtration | mg/l E/L | 100 (A) | 130 (A) | <100 (A) | 190 (A) |
| Anions dissous (filtration à 0,2 µm) - Méthode interne : ANIONS - IC - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Chlorures (Cl) | mg/l E/L | <10 (A) | <10 (A) | <10 (A) | <10 (A) |
| Sulfates (SO4) | mg/l E/L | <10 (A) | <10 (A) | <10 (A) | <10 (A) |
| Fluorures (F) | mg/l E/L | 0,3 (A) | <0,2 (A) | 0,2 (A) | 0,2 (A) |
| Phénol total (indice) après distillation - NF EN ISO 14402 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Phénol (indice) | µg/l E/L | <10 (A) | <10 (A) | <10 (A) | <10 (A) |
| Carbone organique total (COT) - NF EN 1484 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Carbone organique total (COT) | mg/L E/L | 2,5 (A) | <0,9 (A) | 2,6 (A) | 5,5 (A) |
| Métaux dissous (ICP/MS) - NF EN ISO 17294-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Chrome (Cr) | µg/l E/L | <5,0 (A) | <5,0 (A) | <5,0 (A) | <5,0 (A) |
| Nickel (Ni) | µg/l E/L | <10 (A) | <10 (A) | <10 (A) | <10 (A) |
| Cuivre (Cu) | µg/l E/L | 5,0 (A) | <5,0 (A) | <5,0 (A) | 7,0 (A) |
| Zinc (Zn) | µg/l E/L | <50 (A) | <50 (A) | <50 (A) | <50 (A) |
| Arsenic (As) | µg/l E/L | 4,0 (A) | <3,0 (A) | 3,0 (A) | 9,0 (A) |
| Sélénium (Se) | µg/l E/L | <10 (A) | <10 (A) | <10 (A) | <10 (A) |
| Molybdène (Mo) | µg/l E/L | 17 (A) | 12 (A) | <10 (A) | 22 (A) |
| Cadmium (Cd) | µg/l E/L | <1,5 (A) | <1,5 (A) | <1,5 (A) | <1,5 (A) |
| Antimoine (Sb) | µg/l E/L | <5,0 (A) | <5,0 (A) | <5,0 (A) | <5,0 (A) |
| Baryum (Ba) | µg/l E/L | 13 (A) | 8,0 (A) | 15 (A) | 28 (A) |
| Mercure (Hg) | µg/l E/L | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Plomb (Pb) | µg/l E/L | <10 (A) | <10 (A) | <10 (A) | <10 (A) |

Rapport d'essai n°. : ULY25-013150-1
Projet : *Aff 4889 - Sols*

WESSLING
part of ALS Limited
WESSLING France
ZI de Chesnes Tharabie
40 rue du Ruisseau • BP 50705
38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr • www.wessling.fr

Le 22.04.2025

| N° d'échantillon | | 25-048977-17 | 25-048977-18 | 25-048977-19 | 25-048977-20 |
|---|---|---|---|---|---|
| Désignation d'échantillon | Unité | *Aff4889 - C4 - 4m* | *Aff4889 - C4 - 5m* | *Aff4889 - C5 - 1m* | *Aff4889 - C5 - 2m* |
| **Fraction solubilisée** | | | | | |
| Mercure - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Mercure (Hg) | mg/kg MS | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 |
| Carbone organique total (COT) - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Carbone organique total (COT) | mg/kg MS | 25,0 | <9,00 | 26,0 | 55,0 |
| Sulfates (SO4) - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Sulfates (SO4) | mg/kg MS | <100 | <100 | <100 | <100 |
| Indice Phénol total - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Phénol (indice) | mg/kg MS | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 |
| Fraction soluble - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Fraction soluble | mg/kg MS | 1000 | 1300 | <1000 | 1900 |
| Anions dissous - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Fluorures (F) | mg/kg MS | 3,0 | <2,0 | 2,0 | 2,0 |
| Chlorures (Cl) | mg/kg MS | <100 | <100 | <100 | <100 |
| Métaux sur lixiviat - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Chrome (Cr) | mg/kg MS | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| Nickel (Ni) | mg/kg MS | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 |
| Cuivre (Cu) | mg/kg MS | 0,05 | <0,05 | <0,05 | 0,07 |
| Zinc (Zn) | mg/kg MS | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 |
| Arsenic (As) | mg/kg MS | 0,04 | <0,03 | 0,03 | 0,09 |
| Sélénium (Se) | mg/kg MS | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 |
| Cadmium (Cd) | mg/kg MS | <0,015 | <0,015 | <0,015 | <0,015 |
| Baryum (Ba) | mg/kg MS | 0,13 | 0,08 | 0,15 | 0,28 |
| Plomb (Pb) | mg/kg MS | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 |
| Molybdène (Mo) | mg/kg MS | 0,17 | 0,12 | <0,1 | 0,22 |
| Antimoine (Sb) | mg/kg MS | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |

MB : Matières brutes
MS : Matières sèches
E/L : Eau/lixiviat
< : résultat inférieur à la limite de quantification

| **Informations sur les échantillons** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Date de réception : | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 |
| Type d'échantillon : | *Sol* | *Sol* | *Sol* | *Sol* |
| Date de prélèvement : | *05.04.2025* | *05.04.2025* | *05.04.2025* | *05.04.2025* |
| Heure de prélèvement : | *19:56* | *19:56* | *19:56* | *19:56* |
| Récipient : | 2*250ml VBrun WES002 | 2*250ml VBrun WES002 | 2*250ml VBrun WES002 | 2*250ml VBrun WES002 |
| Température à réception (C°) : | 12,6 | 12,6 | 12,6 | 12,6 |
| Début des analyses : | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 |
| Fin des analyses : | 22.04.2025 | 22.04.2025 | 22.04.2025 | 22.04.2025 |

Rapport d'essai n°. : ULY25-013150-1
Projet : *Aff 4889 - Sols*

WESSLING part of ALS Limited

Le 22.04.2025

| N° d'échantillon | | 25-048977-21 | 25-048977-22 | 25-048977-23 | 25-048977-24 |
|---|---|---|---|---|---|
| Désignation d'échantillon | Unité | *Aff4889 - C5 - 3m* | *Aff4889 - C5 - 4m* | *Aff4889 - C5 - 5m* | *Aff4889 - C5 - 6m* |
| **Analyse physique** | | | | | |
| Matières sèches - NF ISO 11465 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Matière sèche | % masse MB | 78,5 (A) | 81,3 (A) | 90,6 (A) | 82,1 (A) |
| **Paramètres globaux / Indices** | | | | | |
| COT (Carbone Organique Total) calculé d'après matière organique - Méthode interne : COT calc. - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| COT calculé d'ap. matière organique | mg/kg MS | 29400 | 11400 | 75700 | 12300 |
| Indice Hydrocarbures (C10-C40) (Agitation mécanique, purification au Florisil) - NF EN ISO 16703 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Indice hydrocarbure C10-C40 | mg/kg MS | 5600 (A) | 3200 (A) | 2000 (A) | 130 (A) |
| Hydrocarbures > C10-C12 | mg/kg MS | 640 | 330 | 210 | <20 |
| Hydrocarbures > C12-C16 | mg/kg MS | 78 | 43 | 30 | <20 |
| Hydrocarbures > C16-C21 | mg/kg MS | 500 | 300 | 180 | <20 |
| Hydrocarbures > C21-C35 | mg/kg MS | 4200 | 2300 | 1400 | 110 |
| Hydrocarbures > C35-C40 | mg/kg MS | 250 | 150 | 89 | <20 |
| **Hydrocarbures halogénés volatils (COHV)** | | | | | |
| Composés organohalogénés volatils - Méthode interne : COHV-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| 1,1-Dichloroéthane | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| 1,1-Dichloroéthylène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Dichlorométhane | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Tétrachloroéthylène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| 1,1,1-Trichloroéthane | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Tétrachlorométhane | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Trichlorométhane | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Trichloroéthylène | mg/kg MS | 0,25 (A) | 0,25 (A) | 0,22 (A) | <0,1 (A) |
| Chlorure de vinyle | mg/kg MS | 0,89 (A) | 1,4 (A) | 0,44 (A) | 0,97 (A) |
| cis-1,2-Dichloroéthylène | mg/kg MS | 2,7 (A) | 7,9 (A) | 3,3 (A) | 6,0 (A) |
| trans-1,2-Dichloroéthylène | mg/kg MS | 0,51 (A) | 0,37 (A) | <0,2 (A) | 0,24 (A) |
| Somme des COHV | mg/kg MS | 4,3 | 9,8 | 4,0 | 7,2 |
| **Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)** | | | | | |
| Benzène et aromatiques - Méthode interne : BTEX-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Benzène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Toluène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Ethylbenzène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| m-, p-Xylène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| o-Xylène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,2 (A) | <0,2 (A) | <0,1 (A) |
| Cumène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| m-, p-Ethyltoluène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Mésitylène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| o-Ethyltoluène | mg/kg MS | <0,1 (A) | 0,12 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Pseudocuméne | mg/kg MS | <0,1 (A) | 0,25 (A) | 0,11 (A) | <0,1 (A) |
| Somme des CAV-BTEX | mg/kg MS | -/- | 0,37 | 0,11 | -/- |

Rapport d'essai n°. : ULY25-013150-1
Projet : *Aff 4889 - Sols*

WESSLING part of ALS Limited

Le 22.04.2025

| N° d'échantillon | | 25-048977-21 | 25-048977-22 | 25-048977-23 | 25-048977-24 |
|---|---|---|---|---|---|
| Désignation d'échantillon | Unité | *Aff4889 - C5 - 3m* | *Aff4889 - C5 - 4m* | *Aff4889 - C5 - 5m* | *Aff4889 - C5 - 6m* |
| **Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)** | | | | | |
| HAP (16) - NF ISO 18287 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Naphtalène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Acénaphtylène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Acénaphtène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Fluorène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Phénanthrène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Anthracène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Fluoranthène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Pyrène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Benzo(a)anthracène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Chrysène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Benzo(b)fluoranthène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Benzo(k)fluoranthène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Benzo(a)pyrène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Dibenzo(a,h)anthracène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Indéno(1,2,3,c,d)pyrène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Benzo(g,h,i)pérylène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Somme des HAP | mg/kg MS | -/- | -/- | -/- | -/- |
| **Polychlorobiphényles (PCB)** | | | | | |
| PCB - Méthode interne : HAP-PCB-GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| PCB n° 28 | mg/kg MS | <0,01 (A) | <0,01 (A) | <0,01 (A) | <0,01 (A) |
| PCB n° 52 | mg/kg MS | <0,01 (A) | <0,01 (A) | <0,01 (A) | <0,01 (A) |
| PCB n° 101 | mg/kg MS | <0,01 (A) | <0,01 (A) | <0,01 (A) | <0,01 (A) |
| PCB n° 118 | mg/kg MS | <0,01 (A) | <0,01 (A) | <0,01 (A) | <0,01 (A) |
| PCB n° 138 | mg/kg MS | <0,01 (A) | <0,01 (A) | <0,01 (A) | <0,01 (A) |
| PCB n° 153 | mg/kg MS | <0,01 (A) | <0,01 (A) | <0,01 (A) | <0,01 (A) |
| PCB n° 180 | mg/kg MS | <0,01 (A) | <0,01 (A) | <0,01 (A) | <0,01 (A) |
| Somme des 7 PCB | mg/kg MS | -/- | -/- | -/- | -/- |
| **Lixiviation** | | | | | |
| Lixiviation - Méthode interne : LIXIVIATION 1X24H - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Masse totale de l'échantillon | g | 69 (A) | 70 (A) | 79 (A) | 62 (A) |
| Masse de la prise d'essai | g | 20 (A) | 21 (A) | 21 (A) | 21 (A) |
| Refus >4mm | g | 49 (A) | 50 (A) | 58 (A) | 64 (A) |
| pH / conductivité - NF T 90-008 / NF EN 27888 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| pH | | 8,4 (A) | 8,7 (A) | 9,1 (A) | 8,7 (A) |
| Température de mesure du pH | °C | 19,4 | 19,5 | 19,4 | 19,7 |
| Conductivité [25°C] | µS/cm | 105 (A) | 77,0 (A) | 72,0 (A) | 91,0 (A) |

Rapport d'essai n°. : ULY25-013150-1
Projet : *Aff 4889 - Sols*

WESSLING part of ALS Limited

Le 22.04.2025

| N° d'échantillon | | 25-048977-21 | 25-048977-22 | 25-048977-23 | 25-048977-24 |
|---|---|---|---|---|---|
| Désignation d'échantillon | Unité | *Aff4889 - C5 - 3m* | *Aff4889 - C5 - 4m* | *Aff4889 - C5 - 5m* | *Aff4889 - C5 - 6m* |
| **Sur lixiviat filtré** | | | | | |
| Résidu sec après filtration à 105+/-5°C - NF T90-029 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Résidu sec après filtration | mg/l E/L | 170 (A) | 140 (A) | <100 (A) | <100 (A) |
| Anions dissous (filtration à 0,2 µm) - Méthode interne : ANIONS - IC - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Chlorures (Cl) | mg/l E/L | <10 (A) | <10 (A) | <10 (A) | <10 (A) |
| Sulfates (SO4) | mg/l E/L | <10 (A) | <10 (A) | <10 (A) | <10 (A) |
| Fluorures (F) | mg/l E/L | <0,3 (A) | <0,2 (A) | <0,1 (A) | 0,2 (A) |
| Phénol total (indice) après distillation - NF EN ISO 14402 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Phénol (indice) | µg/l E/L | <10 (A) | <10 (A) | <10 (A) | <10 (A) |
| Carbone organique total (COT) - NF EN 1484 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Carbone organique total (COT) | mg/L E/L | 5,1 (A) | 3,1 (A) | 1,6 (A) | 4,3 (A) |
| Métaux dissous (ICP/MS) - NF EN ISO 17294-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Chrome (Cr) | µg/l E/L | <5,0 (A) | <5,0 (A) | <5,0 (A) | <5,0 (A) |
| Nickel (Ni) | µg/l E/L | <10 (A) | <10 (A) | <10 (A) | <10 (A) |
| Cuivre (Cu) | µg/l E/L | 7,0 (A) | <5,0 (A) | <5,0 (A) | <5,0 (A) |
| Zinc (Zn) | µg/l E/L | <50 (A) | <50 (A) | <50 (A) | <50 (A) |
| Arsenic (As) | µg/l E/L | 8,0 (A) | 7,0 (A) | 6,0 (A) | 7,0 (A) |
| Sélénium (Se) | µg/l E/L | <10 (A) | <10 (A) | <10 (A) | <10 (A) |
| Molybdène (Mo) | µg/l E/L | 17 (A) | 11 (A) | <10 (A) | 11 (A) |
| Cadmium (Cd) | µg/l E/L | <1,5 (A) | <1,5 (A) | <1,5 (A) | <1,5 (A) |
| Antimoine (Sb) | µg/l E/L | <5,0 (A) | <5,0 (A) | <5,0 (A) | <5,0 (A) |
| Baryum (Ba) | µg/l E/L | 30 (A) | 13 (A) | 9,0 (A) | 15 (A) |
| Mercure (Hg) | µg/l E/L | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Plomb (Pb) | µg/l E/L | <10 (A) | <10 (A) | <10 (A) | <10 (A) |

Rapport d'essai n°. : ULY25-013150-1
Projet : *Aff 4889 - Sols*

WESSLING
part of ALS Limited
WESSLING France
ZI de Chesnes Tharabie
40 rue du Ruisseau • BP 50705
38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr • www.wessling.fr

**Le 22.04.2025**

| N° d'échantillon | | 25-048977-21 | 25-048977-22 | 25-048977-23 | 25-048977-24 |
|---|---|---|---|---|---|
| Désignation d'échantillon | Unité | *Aff4889 - C5 - 3m* | *Aff4889 - C5 - 4m* | *Aff4889 - C5 - 5m* | *Aff4889 - C5 - 6m* |
| **Fraction solubilisée** | | | | | |
| Mercure - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Mercure (Hg) | mg/kg MS | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 |
| Carbone organique total (COT) - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Carbone organique total (COT) | mg/kg MS | 51,0 | 31,0 | 16,0 | 43,0 |
| Sulfates (SO4) - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Sulfates (SO4) | mg/kg MS | <100 | <100 | <100 | <100 |
| Indice Phénol total - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Phénol (indice) | mg/kg MS | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 |
| Fraction soluble - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Fraction soluble | mg/kg MS | 1700 | 1400 | <1000 | <1000 |
| Anions dissous - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Fluorures (F) | mg/kg MS | <3,0 | <2,0 | <1,0 | 2,0 |
| Chlorures (Cl) | mg/kg MS | <100 | <100 | <100 | <100 |
| Métaux sur lixiviat - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Chrome (Cr) | mg/kg MS | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| Nickel (Ni) | mg/kg MS | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 |
| Cuivre (Cu) | mg/kg MS | 0,07 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| Zinc (Zn) | mg/kg MS | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 |
| Arsenic (As) | mg/kg MS | 0,08 | 0,07 | 0,06 | 0,07 |
| Sélénium (Se) | mg/kg MS | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 |
| Cadmium (Cd) | mg/kg MS | <0,015 | <0,015 | <0,015 | <0,015 |
| Baryum (Ba) | mg/kg MS | 0,3 | 0,13 | 0,09 | 0,15 |
| Plomb (Pb) | mg/kg MS | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 |
| Molybdène (Mo) | mg/kg MS | 0,17 | 0,11 | <0,1 | 0,11 |
| Antimoine (Sb) | mg/kg MS | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |

MB : Matières brutes
MS : Matières sèches
E/L : Eau/lixiviat
< : résultat inférieur à la limite de quantification

| **Informations sur les échantillons** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Date de réception : | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 |
| Type d'échantillon : | *Sol* | *Sol* | *Sol* | *Sol* |
| Date de prélèvement : | *05.04.2025* | *05.04.2025* | *05.04.2025* | *05.04.2025* |
| Heure de prélèvement : | *19:56* | *19:56* | *19:56* | *19:56* |
| Récipient : | 2*250ml VBrun WES002 | 2*250ml VBrun WES002 | 2*250ml VBrun WES002 | 2*250ml VBrun WES002 |
| Température à réception (C°) : | 12,6 | 12,6 | 12,6 | 12,6 |
| Début des analyses : | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 |
| Fin des analyses : | 22.04.2025 | 22.04.2025 | 22.04.2025 | 22.04.2025 |

Rapport d'essai n°. : ULY25-013150-1
Projet : *Aff 4889 - Sols*

WESSLING
part of ALS Limited
WESSLING France
ZI de Chesnes Tharabie
40 rue du Ruisseau • BP 50705
38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr • www.wessling.fr

Le 22.04.2025

| N° d'échantillon | | 25-048977-25 | 25-048977-26 | 25-048977-27 | 25-048977-28 |
|---|---|---|---|---|---|
| Désignation d'échantillon | Unité | *Aff4889 - C6 - 1m* | *Aff4889 - C6 - 2m* | *Aff4889 - C6 - 3m* | *Aff4889 - C6 - 4m* |
| **Analyse physique** | | | | | |
| Matières sèches - NF ISO 11465 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Matière sèche | % masse MB | 79,4 (A) | 92,3 (A) | 91,7 (A) | 86,3 (A) |
| **Paramètres globaux / Indices** | | | | | |
| Indice Hydrocarbures (C10-C40) (Agitation mécanique, purification au Florisil) - NF EN ISO 16703 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Indice hydrocarbure C10-C40 | mg/kg MS | 110 (A) | 110 (A) | 5100 (A) | 160 (A) |
| Hydrocarbures > C10-C12 | mg/kg MS | <20 | <20 | <20 | <20 |
| Hydrocarbures > C12-C16 | mg/kg MS | <20 | <20 | 48 | <20 |
| Hydrocarbures > C16-C21 | mg/kg MS | <20 | <20 | 520 | <20 |
| Hydrocarbures > C21-C35 | mg/kg MS | 99 | 92 | 4300 | 140 |
| Hydrocarbures > C35-C40 | mg/kg MS | <20 | <20 | 320 | <20 |
| **Hydrocarbures halogénés volatils (COHV)** | | | | | |
| Composés organohalogénés volatils - Méthode interne : COHV-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| 1,1-Dichloroéthane | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| 1,1-Dichloroéthylène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Dichlorométhane | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Tétrachloroéthylène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| 1,1,1-Trichloroéthane | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Tétrachlorométhane | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Trichlorométhane | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Trichloroéthylène | mg/kg MS | <0,1 (A) | 0,22 (A) | 0,22 (A) | 0,23 (A) |
| Chlorure de vinyle | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| cis-1,2-Dichloroéthylène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| trans-1,2-Dichloroéthylène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Somme des COHV | mg/kg MS | -/- | 0,22 | 0,22 | 0,23 |

MS : Matières sèches
MB : Matières brutes
< : résultat inférieur à la limite de quantification

| **Informations sur les échantillons** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Date de réception : | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 |
| Type d'échantillon : | *Sol* | *Sol* | *Sol* | *Sol* |
| Date de prélèvement : | *05.04.2025* | *05.04.2025* | *05.04.2025* | *05.04.2025* |
| Heure de prélèvement : | *19:56* | *19:56* | *19:56* | *19:56* |
| Récipient : | 250ml VBrun WES002 | 250ml VBrun WES002 | 250ml VBrun WES002 | 250ml VBrun WES002 |
| Température à réception (C°) : | 12,6 | 12,6 | 12,6 | 12,6 |
| Début des analyses : | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 |
| Fin des analyses : | 22.04.2025 | 22.04.2025 | 22.04.2025 | 22.04.2025 |

Rapport d'essai n°. : ULY25-013150-1
Projet : *Aff 4889 - Sols*

WESSLING part of ALS Limited
WESSLING France
ZI de Chesnes Tharabie
40 rue du Ruisseau • BP 50705
38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr • www.wessling.fr

**Le 22.04.2025**

| N° d'échantillon | | 25-048977-29 | 25-048977-30 | 25-048977-31 | 25-048977-32 |
|---|---|---|---|---|---|
| Désignation d'échantillon | Unité | *Aff4889 - C7 - 1m* | *Aff4889 - C7 - 2m* | *Aff4889 - C7 - 3m* | *Aff4889 - C7 - 4m* |
| **Analyse physique** | | | | | |
| Matières sèches - NF ISO 11465 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Matière sèche | % masse MB | 79,0 (A) | 91,6 (A) | 92,3 (A) | 89,4 (A) |
| **Paramètres globaux / Indices** | | | | | |
| Indice Hydrocarbures (C10-C40) (Agitation mécanique, purification au Florisil) - NF EN ISO 16703 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Indice hydrocarbure C10-C40 | mg/kg MS | 180 (A) | 74 (A) | 57 (A) | 110 (A) |
| Hydrocarbures > C10-C12 | mg/kg MS | <20 | <20 | <20 | <20 |
| Hydrocarbures > C12-C16 | mg/kg MS | <20 | <20 | <20 | <20 |
| Hydrocarbures > C16-C21 | mg/kg MS | <20 | <20 | <20 | <20 |
| Hydrocarbures > C21-C35 | mg/kg MS | 150 | 62 | 48 | 96 |
| Hydrocarbures > C35-C40 | mg/kg MS | <20 | <20 | <20 | <20 |
| **Hydrocarbures halogénés volatils (COHV)** | | | | | |
| Composés organohalogénés volatils - Méthode interne : COHV-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| 1,1-Dichloroéthane | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| 1,1-Dichloroéthylène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Dichlorométhane | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Tétrachloroéthylène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| 1,1,1-Trichloroéthane | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Tétrachlorométhane | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Trichlorométhane | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Trichloroéthylène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Chlorure de vinyle | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| cis-1,2-Dichloroéthylène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| trans-1,2-Dichloroéthylène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Somme des COHV | mg/kg MS | -/- | -/- | -/- | -/- |

MS : Matières sèches
MB : Matières brutes
< : résultat inférieur à la limite de quantification

| **Informations sur les échantillons** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Date de réception : | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 |
| Type d'échantillon : | *Sol* | *Sol* | *Sol* | *Sol* |
| Date de prélèvement : | *05.04.2025* | *05.04.2025* | *05.04.2025* | *05.04.2025* |
| Heure de prélèvement : | *19:56* | *19:56* | *19:56* | *19:56* |
| Récipient : | 250ml VBrun WES002 | 250ml VBrun WES002 | 250ml VBrun WES002 | 250ml VBrun WES002 |
| Température à réception (C°) : | 12,6 | 12,6 | 12,6 | 12,6 |
| Début des analyses : | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 |
| Fin des analyses : | 22.04.2025 | 22.04.2025 | 22.04.2025 | 22.04.2025 |

Rapport d'essai n° : ULY25-013150-1
Projet : *Aff 4889 - Sols*

WESSLING part of ALS Limited

Le 22.04.2025

| N° d'échantillon | | 25-048977-33 | 25-048977-34 | 25-048977-35 | 25-048977-36 |
|---|---|---|---|---|---|
| Désignation d'échantillon | Unité | *Aff4889 - C8 - 1m* | *Aff4889 - C8 - 2m* | *Aff4889 - C8 - 3m* | *Aff4889 - C8 - 4m* |
| **Analyse physique** | | | | | |
| Matières sèches - NF ISO 11465 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Matière sèche | % masse MB | 81,8 (A) | 85,0 (A) | 92,9 (A) | 88,2 (A) |
| **Paramètres globaux / Indices** | | | | | |
| Indice hydrocarbures volatils (C5-C10) - Méthode interne : C5-C10-BTEX-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Somme des C5 | mg/kg MS | <1,5 | <1,5 | <1,5 | <1,5 |
| Somme des C6 | mg/kg MS | <1,5 | <1,5 | <1,5 | <1,5 |
| Somme des C7 | mg/kg MS | <1,5 | <1,5 | <1,5 | <1,5 |
| Somme des C8 | mg/kg MS | <1,5 | <1,5 | <1,5 | <1,5 |
| Somme des C9 | mg/kg MS | <1,5 | <1,5 | <1,5 | <1,5 |
| Somme des C10 | mg/kg MS | <1,5 | <1,5 | <1,5 | <1,5 |
| Indice hydrocarbure (C5-C10) | mg/kg MS | <10,0 (A) | <10,0 (A) | <10,0 (A) | <10,0 (A) |
| Indice Hydrocarbures (C10-C40) (Agitation mécanique, purification au Florisil) - NF EN ISO 16703 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Indice hydrocarbure C10-C40 | mg/kg MS | 33 (A) | <20 (A) | <20 (A) | 66 (A) |
| Hydrocarbures > C10-C12 | mg/kg MS | <20 | <20 | <20 | <20 |
| Hydrocarbures > C12-C16 | mg/kg MS | <20 | <20 | <20 | <20 |
| Hydrocarbures > C16-C21 | mg/kg MS | <20 | <20 | <20 | <20 |
| Hydrocarbures > C21-C35 | mg/kg MS | 28 | <20 | <20 | 56 |
| Hydrocarbures > C35-C40 | mg/kg MS | <20 | <20 | <20 | <20 |
| **Hydrocarbures halogénés volatils (COHV)** | | | | | |
| Composés organohalogénés volatils - Méthode interne : COHV-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| 1,1-Dichloroéthane | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| 1,1-Dichloroéthylène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Dichlorométhane | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Tétrachloroéthylène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| 1,1,1-Trichloroéthane | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Tétrachlorométhane | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Trichlorométhane | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Trichloroéthylène | mg/kg MS | 0,24 (A) | <0,2 (A) | 0,11 (A) | <0,2 (A) |
| Chlorure de vinyle | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| cis-1,2-Dichloroéthylène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| trans-1,2-Dichloroéthylène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Somme des COHV | mg/kg MS | 0,24 | -/- | 0,11 | -/- |
| **Granulométrie** | | | | | |
| Granulométrie 5 fractions (argiles, limons, sables) - NF X31-107 mod. - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Argile (< 2 µm) | g/kg MS | 21,6 | | | |
| Limons fins ( 2 à 20 µm) | g/kg MS | 268,8 | | | |
| Limons grossiers ( 20 à 50 µm) | g/kg MS | 50,3 | | | |
| Sables fins (50 à 200 µm) | g/kg MS | 496,5 | | | |
| Sables grossiers (200 à 2000 µm) | g/kg MS | 133,4 | | | |
| Fraction > 2 mm | g/kg MS | 29,5 | | | |

MS : Matières sèches
MB : Matières brutes
< : résultat inférieur à la limite de quantification

Rapport d'essai n°. : ULY25-013150-1
Projet : *Aff 4889 - Sols*

WESSLING part of ALS Limited

Le 22.04.2025

| N° d'échantillon | | 25-048977-33 | 25-048977-34 | 25-048977-35 | 25-048977-36 |
|---|---|---|---|---|---|
| Désignation d'échantillon | Unité | *Aff4889 - C8 - 1m* | *Aff4889 - C8 - 2m* | *Aff4889 - C8 - 3m* | *Aff4889 - C8 - 4m* |
| **Informations sur les échantillons** | | | | | |
| Date de réception : | | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 |
| Type d'échantillon : | | *Sol* | *Sol* | *Sol* | *Sol* |
| Date de prélèvement : | | *05.04.2025* | *05.04.2025* | *05.04.2025* | *05.04.2025* |
| Heure de prélèvement : | | *19:56* | *19:56* | *19:56* | *19:56* |
| Récipient : | | 2*250ml VBrun WES002 | 250ml VBrun WES002 | 250ml VBrun WES002 | 250ml VBrun WES002 |
| Température à réception (C°) : | | 12.6 | 12.6 | 12.6 | 12.6 |
| Début des analyses : | | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 |
| Fin des analyses : | | 22.04.2025 | 22.04.2025 | 22.04.2025 | 22.04.2025 |

Rapport d'essai n°. : ULY25-013150-1
Projet : *Aff 4889 - Sols*

WESSLING part of ALS Limited
WESSLING France
ZI de Chesnes Tharabie
40 rue du Ruisseau • BP 50705
38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr • www.wessling.fr

Le 22.04.2025

| N° d'échantillon | | 25-048977-37 | 25-048977-38 | 25-048977-39 | 25-048977-40 |
|---|---|---|---|---|---|
| Désignation d'échantillon | Unité | *Aff4889 - C9 - 1m* | *Aff4889 - C9 - 2m* | *Aff4889 - C9 - 3m* | *Aff4889 - C9 - 4m* |
| **Analyse physique** | | | | | |
| Matières sèches - NF ISO 11465 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Matière sèche | % masse MB | 80,2 (A) | 87,2 (A) | 89,4 (A) | 91,4 (A) |
| **Paramètres globaux / Indices** | | | | | |
| Indice Hydrocarbures (C10-C40) (Agitation mécanique, purification au Florisil) - NF EN ISO 16703 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Indice hydrocarbure C10-C40 | mg/kg MS | <20 (A) | <20 (A) | 160 (A) | <20 (A) |
| Hydrocarbures > C10-C12 | mg/kg MS | <20 | <20 | <20 | <20 |
| Hydrocarbures > C12-C16 | mg/kg MS | <20 | <20 | <20 | <20 |
| Hydrocarbures > C16-C21 | mg/kg MS | <20 | <20 | <20 | <20 |
| Hydrocarbures > C21-C35 | mg/kg MS | <20 | <20 | 130 | <20 |
| Hydrocarbures > C35-C40 | mg/kg MS | <20 | <20 | <20 | <20 |
| **Hydrocarbures halogénés volatils (COHV)** | | | | | |
| Composés organohalogénés volatils - Méthode interne : COHV-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| 1,1-Dichloroéthane | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| 1,1-Dichloroéthylène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Dichlorométhane | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Tétrachloroéthylène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| 1,1,1-Trichloroéthane | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Tétrachlorométhane | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Trichlorométhane | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Trichloroéthylène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Chlorure de vinyle | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| cis-1,2-Dichloroéthylène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | 0,22 (A) |
| trans-1,2-Dichloroéthylène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Somme des COHV | mg/kg MS | -/- | -/- | -/- | 0,22 |

MS : Matières sèches
MB : Matières brutes
< : résultat inférieur à la limite de quantification

| **Informations sur les échantillons** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Date de réception : | | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 |
| Type d'échantillon : | | *Sol* | *Sol* | *Sol* | *Sol* |
| Date de prélèvement : | | *05.04.2025* | *05.04.2025* | *05.04.2025* | *05.04.2025* |
| Heure de prélèvement : | | *19:56* | *19:56* | *19:56* | *19:56* |
| Récipient : | | 250ml VBrun WES002 | 250ml VBrun WES002 | 250ml VBrun WES002 | 250ml VBrun WES002 |
| Température à réception (C°) : | | 12,6 | 12,6 | 12,6 | 12,6 |
| Début des analyses : | | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 |
| Fin des analyses : | | 22.04.2025 | 22.04.2025 | 22.04.2025 | 22.04.2025 |

Rapport d'essai n°. : ULY25-013150-1
Projet : *Aff 4889 - Sols*

WESSLING part of ALS Limited
WESSLING France
ZI de Chesnes Tharabie
40 rue du Ruisseau • BP 50705
38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr • www.wessling.fr

**Le 22.04.2025**

| N° d'échantillon | | 25-048977-41 | 25-048977-42 | 25-048977-43 | 25-048977-44 |
|---|---|---|---|---|---|
| **Désignation d'échantillon** | **Unité** | ***Aff4889 - C10 - 1m*** | ***Aff4889 - C10 - 2m*** | ***Aff4889 - C10 - 3m*** | ***Aff4889 - C10 - 4m*** |
| **Analyse physique** | | | | | |
| Matières sèches - NF ISO 11465 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Matière sèche | % masse MB | 77,9 (A) | 84,3 (A) | 86,5 (A) | 86,5 (A) |
| **Paramètres globaux / Indices** | | | | | |
| Indice Hydrocarbures (C10-C40) (Agitation mécanique, purification au Florisil) - NF EN ISO 16703 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Indice hydrocarbure C10-C40 | mg/kg MS | <20 (A) | <20 (A) | 3000 (A) | 2400 (A) |
| Hydrocarbures > C10-C12 | mg/kg MS | <20 | <20 | <20 | <20 |
| Hydrocarbures > C12-C16 | mg/kg MS | <20 | <20 | <20 | <20 |
| Hydrocarbures > C16-C21 | mg/kg MS | <20 | <20 | 120 | 87 |
| Hydrocarbures > C21-C35 | mg/kg MS | <20 | <20 | 2800 | 2200 |
| Hydrocarbures > C35-C40 | mg/kg MS | <20 | <20 | 75 | 59 |
| **Hydrocarbures halogénés volatils (COHV)** | | | | | |
| Composés organohalogénés volatils - Méthode interne : COHV-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| 1,1-Dichloroéthane | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| 1,1-Dichloroéthylène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Dichlorométhane | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Tétrachloroéthylène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| 1,1,1-Trichloroéthane | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Tétrachlorométhane | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Trichlorométhane | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Trichloroéthylène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Chlorure de vinyle | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| cis-1,2-Dichloroéthylène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| trans-1,2-Dichloroéthylène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Somme des COHV | mg/kg MS | -/- | -/- | -/- | -/- |

MS : Matières sèches
MB : Matières brutes
< : résultat inférieur à la limite de quantification

| **Informations sur les échantillons** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Date de réception : | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 |
| Type d'échantillon : | *Sol* | *Sol* | *Sol* | *Sol* |
| Date de prélèvement : | *05.04.2025* | *05.04.2025* | *05.04.2025* | *05.04.2025* |
| Heure de prélèvement : | *19:56* | *19:56* | *19:56* | *19:56* |
| Récipient : | 250ml VBrun WES002 | 250ml VBrun WES002 | 250ml VBrun WES002 | 250ml VBrun WES002 |
| Température à réception (C°) : | 12,6 | 12,6 | 12,6 | 12,6 |
| Début des analyses : | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 |
| Fin des analyses : | 22.04.2025 | 22.04.2025 | 22.04.2025 | 22.04.2025 |

Rapport d'essai n°. : ULY25-013150-1
Projet : *Aff 4889 - Sols*

WESSLING
part of ALS Limited
WESSLING France
ZI de Chesnes Tharabie
40 rue du Ruisseau • BP 50705
38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr • www.wessling.fr

Le 22.04.2025

| N° d'échantillon | | 25-048977-45 | 25-048977-46 | 25-048977-47 | 25-048977-48 |
|---|---|---|---|---|---|
| Désignation d'échantillon | Unité | *Aff4889 - C10 - 5m* | *Aff4889 - C11 - 1m* | *Aff4889 - C11 - 2m* | *Aff4889 - C11 - 3m* |
| **Analyse physique** | | | | | |
| Matières sèches - NF ISO 11465 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Matière sèche | % masse MB | 85,3 (A) | 81,1 (A) | 82,6 (A) | 90,1 (A) |
| **Paramètres globaux / Indices** | | | | | |
| COT (Carbone Organique Total) calculé d'après matière organique - Méthode interne : COT calc. - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| COT calculé d'ap. matière organique | mg/kg MS | | 15500 | 14300 | 4950 |
| Indice Hydrocarbures (C10-C40) (Agitation mécanique, purification au Florisil) - NF EN ISO 16703 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Indice hydrocarbure C10-C40 | mg/kg MS | 1200 (A) | 740 (A) | 5300 (A) | 2900 (A) |
| Hydrocarbures > C10-C12 | mg/kg MS | <20 | <20 | <20 | <20 |
| Hydrocarbures > C12-C16 | mg/kg MS | <20 | <20 | 27 | <20 |
| Hydrocarbures > C16-C21 | mg/kg MS | 46 | 30 | 230 | 110 |
| Hydrocarbures > C21-C35 | mg/kg MS | 1100 | 690 | 5000 | 2700 |
| Hydrocarbures > C35-C40 | mg/kg MS | 33 | <20 | 120 | 70 |
| **Hydrocarbures halogénés volatils (COHV)** | | | | | |
| Composés organohalogénés volatils - Méthode interne : COHV-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| 1,1-Dichloroéthane | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| 1,1-Dichloroéthylène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Dichlorométhane | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Tétrachloroéthylène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| 1,1,1-Trichloroéthane | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Tétrachlorométhane | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Trichlorométhane | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Trichloroéthylène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Chlorure de vinyle | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| cis-1,2-Dichloroéthylène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| trans-1,2-Dichloroéthylène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Somme des COHV | mg/kg MS | -/- | -/- | -/- | -/- |
| **Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)** | | | | | |
| Benzène et aromatiques - Méthode interne : BTEX-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Benzène | mg/kg MS | | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Toluène | mg/kg MS | | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Ethylbenzène | mg/kg MS | | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| m-, p-Xylène | mg/kg MS | | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| o-Xylène | mg/kg MS | | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Cumène | mg/kg MS | | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| m-, p-Ethyltoluène | mg/kg MS | | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Mésitylène | mg/kg MS | | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| o-Ethyltoluène | mg/kg MS | | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Pseudocuméne | mg/kg MS | | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Somme des CAV-BTEX | mg/kg MS | | -/- | -/- | -/- |

Rapport d'essai n°. : ULY25-013150-1
Projet : *Aff 4889 - Sols*

WESSLING
part of ALS Limited
WESSLING France
ZI de Chesnes Tharabie
40 rue du Ruisseau - BP 50705
38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr - www.wessling.fr

Le 22.04.2025

| N° d'échantillon | | 25-048977-45 | 25-048977-46 | 25-048977-47 | 25-048977-48 |
|---|---|---|---|---|---|
| Désignation d'échantillon | Unité | *Aff4889 - C10 - 5m* | *Aff4889 - C11 - 1m* | *Aff4889 - C11 - 2m* | *Aff4889 - C11 - 3m* |
| **Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)** | | | | | |
| HAP (16) - NF ISO 18287 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Naphtalène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Acénaphtylène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Acénaphtène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Fluorène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Phénanthrène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Anthracène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Fluoranthène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Pyrène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Benzo(a)anthracène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Chrysène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Benzo(b)fluoranthène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Benzo(k)fluoranthène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Benzo(a)pyrène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Dibenzo(a,h)anthracène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Indéno(1,2,3,c,d)pyrène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Benzo(g,h,i)pérylène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Somme des HAP | mg/kg MS | -/- | -/- | -/- |
| **Polychlorobiphényles (PCB)** | | | | | |
| PCB - Méthode interne : HAP-PCB-GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| PCB n° 28 | mg/kg MS | <0,01 (A) | <0,01 (A) | <0,01 (A) |
| PCB n° 52 | mg/kg MS | <0,01 (A) | <0,01 (A) | <0,01 (A) |
| PCB n° 101 | mg/kg MS | <0,01 (A) | <0,01 (A) | <0,01 (A) |
| PCB n° 118 | mg/kg MS | <0,01 (A) | <0,01 (A) | <0,01 (A) |
| PCB n° 138 | mg/kg MS | <0,01 (A) | <0,01 (A) | <0,01 (A) |
| PCB n° 153 | mg/kg MS | <0,01 (A) | <0,01 (A) | <0,01 (A) |
| PCB n° 180 | mg/kg MS | <0,01 (A) | <0,01 (A) | <0,01 (A) |
| Somme des 7 PCB | mg/kg MS | -/- | -/- | -/- |
| **Lixiviation** | | | | | |
| Lixiviation - Méthode interne : LIXIVIATION 1X24H - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Masse totale de l'échantillon | g | 65 (A) | 72 (A) | 74 (A) |
| Masse de la prise d'essai | g | 21 (A) | 21 (A) | 21 (A) |
| Refus >4mm | g | 41 (A) | 52 (A) | 52 (A) |
| pH / conductivité - NF T 90-008 / NF EN 27888 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| pH | | 8,5 (A) | 8,5 (A) | 9,2 (A) |
| Température de mesure du pH | °C | 19,8 | 19,7 | 19,7 |
| Conductivité [25°C] | µS/cm | 75,0 (A) | 66,0 (A) | 48,0 (A) |

Rapport d'essai n°. : ULY25-013150-1
Projet : *Aff 4889 - Sols*

WESSLING part of ALS Limited

Le 22.04.2025

| N° d'échantillon | | 25-048977-45 | 25-048977-46 | 25-048977-47 | 25-048977-48 |
|---|---|---|---|---|---|
| Désignation d'échantillon | Unité | *Aff4889 - C10 - 5m* | *Aff4889 - C11 - 1m* | *Aff4889 - C11 - 2m* | *Aff4889 - C11 - 3m* |
| **Sur lixiviat filtré** | | | | | |
| Résidu sec après filtration à 105+/-5°C - NF T90-029 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Résidu sec après filtration | mg/l E/L | | <100 (A) | <100 (A) | <100 (A) |
| Anions dissous (filtration à 0,2 µm) - Méthode interne : ANIONS - IC - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Chlorures (Cl) | mg/l E/L | | <10 (A) | <10 (A) | <10 (A) |
| Sulfates (SO4) | mg/l E/L | | <10 (A) | <10 (A) | <10 (A) |
| Fluorures (F) | mg/l E/L | | 0,4 (A) | 0,3 (A) | <0,1 (A) |
| Phénol total (indice) après distillation - NF EN ISO 14402 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Phénol (indice) | µg/l E/L | | <10 (A) | <10 (A) | <10 (A) |
| Carbone organique total (COT) - NF EN 1484 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Carbone organique total (COT) | mg/L E/L | | 2,5 (A) | 7,7 (A) | 1,0 (A) |
| Métaux dissous (ICP/MS) - NF EN ISO 17294-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Chrome (Cr) | µg/l E/L | | <5,0 (A) | <5,0 (A) | <5,0 (A) |
| Nickel (Ni) | µg/l E/L | | <10 (A) | 13 (A) | <10 (A) |
| Cuivre (Cu) | µg/l E/L | | <5,0 (A) | 6,0 (A) | <5,0 (A) |
| Zinc (Zn) | µg/l E/L | | <50 (A) | <50 (A) | <50 (A) |
| Arsenic (As) | µg/l E/L | | <3,0 (A) | 4,0 (A) | <3,0 (A) |
| Sélénium (Se) | µg/l E/L | | <10 (A) | <10 (A) | <10 (A) |
| Molybdène (Mo) | µg/l E/L | | <10 (A) | <10 (A) | <10 (A) |
| Cadmium (Cd) | µg/l E/L | | <1,5 (A) | <1,5 (A) | <1,5 (A) |
| Antimoine (Sb) | µg/l E/L | | <5,0 (A) | <5,0 (A) | <5,0 (A) |
| Baryum (Ba) | µg/l E/L | | 10 (A) | 17 (A) | 8,0 (A) |
| Mercure (Hg) | µg/l E/L | | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Plomb (Pb) | µg/l E/L | | <10 (A) | <10 (A) | <10 (A) |

Rapport d'essai n°. : ULY25-013150-1
Projet : *Aff 4889 - Sols*

WESSLING
part of ALS Limited
WESSLING France
ZI de Chesnes Tharabie
40 rue du Ruisseau - BP 50705
38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr - www.wessling.fr

**Le 22.04.2025**

| N° d'échantillon | | 25-048977-45 | 25-048977-46 | 25-048977-47 | 25-048977-48 |
|---|---|---|---|---|---|
| **Désignation d'échantillon** | **Unité** | ***Aff4889 - C10 - 5m*** | ***Aff4889 - C11 - 1m*** | ***Aff4889 - C11 - 2m*** | ***Aff4889 - C11 - 3m*** |
| **Fraction solubilisée** | | | | | |
| Mercure - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Mercure (Hg) | mg/kg MS | | <0,001 | <0,001 | <0,001 |
| Carbone organique total (COT) - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Carbone organique total (COT) | mg/kg MS | | 25,0 | 77,0 | 10,0 |
| Sulfates (SO4) - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Sulfates (SO4) | mg/kg MS | | <100 | <100 | <100 |
| Indice Phénol total - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Phénol (indice) | mg/kg MS | | <0,1 | <0,1 | <0,1 |
| Fraction soluble - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Fraction soluble | mg/kg MS | | <1000 | <1000 | <1000 |
| Anions dissous - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Fluorures (F) | mg/kg MS | | 4,0 | 3,0 | <1,0 |
| Chlorures (Cl) | mg/kg MS | | <100 | <100 | <100 |
| Métaux sur lixiviat - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Chrome (Cr) | mg/kg MS | | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| Nickel (Ni) | mg/kg MS | | <0,1 | 0,13 | <0,1 |
| Cuivre (Cu) | mg/kg MS | | <0,05 | 0,06 | <0,05 |
| Zinc (Zn) | mg/kg MS | | <0,5 | <0,5 | <0,5 |
| Arsenic (As) | mg/kg MS | | <0,03 | 0,04 | <0,03 |
| Sélénium (Se) | mg/kg MS | | <0,1 | <0,1 | <0,1 |
| Cadmium (Cd) | mg/kg MS | | <0,015 | <0,015 | <0,015 |
| Baryum (Ba) | mg/kg MS | | 0,1 | 0,17 | 0,06 |
| Plomb (Pb) | mg/kg MS | | <0,1 | <0,1 | <0,1 |
| Molybdène (Mo) | mg/kg MS | | <0,1 | <0,1 | <0,1 |
| Antimoine (Sb) | mg/kg MS | | <0,05 | <0,05 | <0,05 |

MS : Matières sèches
MB : Matières brutes
E/L : Eau/lixiviat
< : résultat inférieur à la limite de quantification

**Informations sur les échantillons**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Date de réception : | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 |
| Type d'échantillon : | *Sol* | *Sol* | *Sol* | *Sol* |
| Date de prélèvement : | *05.04.2025* | *05.04.2025* | *05.04.2025* | *05.04.2025* |
| Heure de prélèvement : | *19:56* | *19:56* | *19:56* | *19:56* |
| Récipient : | 250ml VBrun WES002 | 2*250ml VBrun WES002 | 2*250ml VBrun WES002 | 2*250ml VBrun WES002 |
| Température à réception (C°) : | 12,6 | 12,6 | 12,6 | 12,6 |
| Début des analyses : | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 |
| Fin des analyses : | 22.04.2025 | 22.04.2025 | 22.04.2025 | 22.04.2025 |

Rapport d'essai n°. : ULY25-013150-1
Projet : *Aff 4889 - Sols*

WESSLING
part of ALS Limited
WESSLING France
ZI de Chesnes Tharabie
40 rue du Ruisseau • BP 50705
38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr • www.wessling.fr

Le 22.04.2025

| N° d'échantillon | | 25-048977-49 | 25-048977-50 | 25-048977-51 | 25-048977-52 |
|---|---|---|---|---|---|
| Désignation d'échantillon | Unité | *Aff4889 - C11 - 4m* | *Aff4889 - C11 - 5m* | *Aff4889 - C12 - 1m* | *Aff4889 - C12 - 2m* |
| **Analyse physique** | | | | | |
| Matières sèches - NF ISO 11465 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Matière sèche | % masse MB | 89,2 (A) | 87,6 (A) | 83,8 (A) | 78,4 (A) |
| **Paramètres globaux / Indices** | | | | | |
| COT (Carbone Organique Total) calculé d'après matière organique - Méthode interne : COT calc. - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| COT calculé d'ap. matière organique | mg/kg MS | 2810 | 6800 | | |
| Indice Hydrocarbures (C10-C40) (Agitation mécanique, purification au Florisil) - NF EN ISO 16703 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Indice hydrocarbure C10-C40 | mg/kg MS | 1600 (A) | 1500 (A) | <20 (A) | <20 (A) |
| Hydrocarbures > C10-C12 | mg/kg MS | <20 | <20 | <20 | <20 |
| Hydrocarbures > C12-C16 | mg/kg MS | <20 | <20 | <20 | <20 |
| Hydrocarbures > C16-C21 | mg/kg MS | 63 | 61 | <20 | <20 |
| Hydrocarbures > C21-C35 | mg/kg MS | 1500 | 1400 | <20 | <20 |
| Hydrocarbures > C35-C40 | mg/kg MS | 36 | 34 | <20 | <20 |
| **Hydrocarbures halogénés volatils (COHV)** | | | | | |
| Composés organohalogénés volatils - Méthode interne : COHV-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| 1,1-Dichloroéthane | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| 1,1-Dichloroéthylène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Dichlorométhane | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Tétrachloroéthylène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| 1,1,1-Trichloroéthane | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Tétrachlorométhane | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Trichlorométhane | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Trichloroéthylène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Chlorure de vinyle | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| cis-1,2-Dichloroéthylène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| trans-1,2-Dichloroéthylène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Somme des COHV | mg/kg MS | -/- | -/- | -/- | -/- |
| **Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)** | | | | | |
| Benzène et aromatiques - Méthode interne : BTEX-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Benzène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | | |
| Toluène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | | |
| Ethylbenzène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | | |
| m-, p-Xylène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | | |
| o-Xylène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | | |
| Cumène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | | |
| m-, p-Ethyltoluène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | | |
| Mésitylène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | | |
| o-Ethyltoluène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | | |
| Pseudocuméne | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | | |
| Somme des CAV-BTEX | mg/kg MS | -/- | -/- | | |

Rapport d'essai n°. : ULY25-013150-1
Projet : *Aff 4889 - Sols*

WESSLING part of ALS Limited

Le 22.04.2025

| N° d'échantillon | | 25-048977-49 | 25-048977-50 | 25-048977-51 | 25-048977-52 |
|---|---|---|---|---|---|
| Désignation d'échantillon | Unité | *Aff4889 - C11 - 4m* | *Aff4889 - C11 - 5m* | *Aff4889 - C12 - 1m* | *Aff4889 - C12 - 2m* |

**Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)**

HAP (16) - NF ISO 18287 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Naphtalène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | | |
| Acénaphtylène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | | |
| Acénaphtène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | | |
| Fluorène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | | |
| Phénanthrène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | | |
| Anthracène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | | |
| Fluoranthène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | | |
| Pyrène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | | |
| Benzo(a)anthracène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | | |
| Chrysène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | | |
| Benzo(b)fluoranthène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | | |
| Benzo(k)fluoranthène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | | |
| Benzo(a)pyrène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | | |
| Dibenzo(a,h)anthracène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | | |
| Indéno(1,2,3,c,d)pyrène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | | |
| Benzo(g,h,i)pérylène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | | |
| Somme des HAP | mg/kg MS | -/- | -/- | | |

**Polychlorobiphényles (PCB)**

PCB - Méthode interne : HAP-PCB-GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| PCB n° 28 | mg/kg MS | <0,01 (A) | <0,01 (A) | | |
| PCB n° 52 | mg/kg MS | <0,01 (A) | <0,01 (A) | | |
| PCB n° 101 | mg/kg MS | <0,01 (A) | <0,01 (A) | | |
| PCB n° 118 | mg/kg MS | <0,01 (A) | <0,01 (A) | | |
| PCB n° 138 | mg/kg MS | <0,01 (A) | <0,01 (A) | | |
| PCB n° 153 | mg/kg MS | <0,01 (A) | <0,01 (A) | | |
| PCB n° 180 | mg/kg MS | <0,01 (A) | <0,01 (A) | | |
| Somme des 7 PCB | mg/kg MS | -/- | -/- | | |

**Lixiviation**

Lixiviation - Méthode interne : LIXIVIATION 1X24H - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Masse totale de l'échantillon | g | 71 (A) | 70 (A) | | |
| Masse de la prise d'essai | g | 21 (A) | 21 (A) | | |
| Refus >4mm | g | 52 (A) | 51 (A) | | |

pH / conductivité - NF T 90-008 / NF EN 27888 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| pH | | 9,0 (A) | 9,0 (A) | | |
| Température de mesure du pH | °C | 19,6 | 19,5 | | |
| Conductivité [25°C] | µS/cm | 55,0 (A) | 58,0 (A) | | |

Rapport d'essai n°. : ULY25-013150-1
Projet : *Aff 4889 - Sols*

WESSLING part of ALS Limited

Le 22.04.2025

| N° d'échantillon | | 25-048977-49 | 25-048977-50 | 25-048977-51 | 25-048977-52 |
|---|---|---|---|---|---|
| Désignation d'échantillon | Unité | *Aff4889 - C11 - 4m* | *Aff4889 - C11 - 5m* | *Aff4889 - C12 - 1m* | *Aff4889 - C12 - 2m* |
| **Sur lixiviat filtré** | | | | | |
| Résidu sec après filtration à 105+/-5°C - NF T90-029 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Résidu sec après filtration | mg/l E/L | <100 (A) | <100 (A) | | |
| Anions dissous (filtration à 0,2 µm) - Méthode interne : ANIONS - IC - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Chlorures (Cl) | mg/l E/L | <10 (A) | <10 (A) | | |
| Sulfates (SO4) | mg/l E/L | <10 (A) | <10 (A) | | |
| Fluorures (F) | mg/l E/L | 0,2 (A) | <0,2 (A) | | |
| Phénol total (indice) après distillation - NF EN ISO 14402 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Phénol (indice) | µg/l E/L | <10 (A) | <10 (A) | | |
| Carbone organique total (COT) - NF EN 1484 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Carbone organique total (COT) | mg/L E/L | 1,9 (A) | 5,1 (A) | | |
| Métaux dissous (ICP/MS) - NF EN ISO 17294-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Chrome (Cr) | µg/l E/L | <5,0 (A) | <5,0 (A) | | |
| Nickel (Ni) | µg/l E/L | <10 (A) | <10 (A) | | |
| Cuivre (Cu) | µg/l E/L | <5,0 (A) | <5,0 (A) | | |
| Zinc (Zn) | µg/l E/L | <50 (A) | <50 (A) | | |
| Arsenic (As) | µg/l E/L | <3,0 (A) | <3,0 (A) | | |
| Sélénium (Se) | µg/l E/L | <10 (A) | <10 (A) | | |
| Molybdène (Mo) | µg/l E/L | <10 (A) | <10 (A) | | |
| Cadmium (Cd) | µg/l E/L | <1,5 (A) | <1,5 (A) | | |
| Antimoine (Sb) | µg/l E/L | <5,0 (A) | <5,0 (A) | | |
| Baryum (Ba) | µg/l E/L | 6,0 (A) | 5,0 (A) | | |
| Mercure (Hg) | µg/l E/L | <0,1 (A) | <0,1 (A) | | |
| Plomb (Pb) | µg/l E/L | <10 (A) | <10 (A) | | |

Rapport d'essai n°. : ULY25-013150-1
Projet : *Aff 4889 - Sols*

WESSLING part of ALS Limited

Le 22.04.2025

| N° d'échantillon | | 25-048977-49 | 25-048977-50 | 25-048977-51 | 25-048977-52 |
|---|---|---|---|---|---|
| Désignation d'échantillon | Unité | *Aff4889 - C11 - 4m* | *Aff4889 - C11 - 5m* | *Aff4889 - C12 - 1m* | *Aff4889 - C12 - 2m* |
| **Fraction solubilisée** | | | | | |
| Mercure - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Mercure (Hg) | mg/kg MS | <0,001 | <0,001 | | |
| Carbone organique total (COT) - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Carbone organique total (COT) | mg/kg MS | 19,0 | 51,0 | | |
| Sulfates (SO4) - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Sulfates (SO4) | mg/kg MS | <100 | <100 | | |
| Indice Phénol total - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Phénol (indice) | mg/kg MS | <0,1 | <0,1 | | |
| Fraction soluble - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Fraction soluble | mg/kg MS | <1000 | <1000 | | |
| Anions dissous - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Fluorures (F) | mg/kg MS | 2,0 | <2,0 | | |
| Chlorures (Cl) | mg/kg MS | <100 | <100 | | |
| Métaux sur lixiviat - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Chrome (Cr) | mg/kg MS | <0,05 | <0,05 | | |
| Nickel (Ni) | mg/kg MS | <0,1 | <0,1 | | |
| Cuivre (Cu) | mg/kg MS | <0,05 | <0,05 | | |
| Zinc (Zn) | mg/kg MS | <0,5 | <0,5 | | |
| Arsenic (As) | mg/kg MS | <0,03 | <0,03 | | |
| Sélénium (Se) | mg/kg MS | <0,1 | <0,1 | | |
| Cadmium (Cd) | mg/kg MS | <0,015 | <0,015 | | |
| Baryum (Ba) | mg/kg MS | 0,06 | 0,05 | | |
| Plomb (Pb) | mg/kg MS | <0,1 | <0,1 | | |
| Molybdène (Mo) | mg/kg MS | <0,1 | <0,1 | | |
| Antimoine (Sb) | mg/kg MS | <0,05 | <0,05 | | |

MB : Matières brutes
MS : Matières sèches
E/L : Eau/lixiviat
< : résultat inférieur à la limite de quantification

| **Informations sur les échantillons** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Date de réception : | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 |
| Type d'échantillon : | *Sol* | *Sol* | *Sol* | *Sol* |
| Date de prélèvement : | *05.04.2025* | *05.04.2025* | *05.04.2025* | *05.04.2025* |
| Heure de prélèvement : | *19:56* | *19:56* | *19:56* | *19:56* |
| Récipient : | 2*250ml VBrun WES002 | 2*250ml VBrun WES002 | 250ml VBrun WES002 | 250ml VBrun WES002 |
| Température à réception (C°) : | 12,6 | 12,6 | 12,6 | 12,6 |
| Début des analyses : | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 |
| Fin des analyses : | 22.04.2025 | 22.04.2025 | 22.04.2025 | 22.04.2025 |

Rapport d'essai n°. : ULY25-013150-1
Projet : *Aff 4889 - Sols*

WESSLING
part of ALS Limited
WESSLING France
ZI de Chesnes Tharabie
40 rue du Ruisseau • BP 50705
38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr • www.wessling.fr

Le 22.04.2025

| N° d'échantillon | | 25-048977-53 | 25-048977-54 | 25-048977-55 | 25-048977-56 |
|---|---|---|---|---|---|
| Désignation d'échantillon | Unité | *Aff4889 - C12 - 3m* | *Aff4889 - C12 - 4m* | *Aff4889 - C13 - 1m* | *Aff4889 - C13 - 2m* |
| **Analyse physique** | | | | | |
| Matières sèches - NF ISO 11465 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Matière sèche | % masse MB | 81,6 (A) | 88,1 (A) | 76,0 (A) | 78,5 (A) |
| **Paramètres globaux / Indices** | | | | | |
| COT (Carbone Organique Total) calculé d'après matière organique - Méthode interne : COT calc. - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| COT calculé d'ap. matière organique | mg/kg MS | | | 19000 | 11200 |
| Indice Hydrocarbures (C10-C40) (Agitation mécanique, purification au Florisil) - NF EN ISO 16703 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Indice hydrocarbure C10-C40 | mg/kg MS | <20 (A) | <20 (A) | <20 (A) | <20 (A) |
| Hydrocarbures > C10-C12 | mg/kg MS | <20 | <20 | <20 | <20 |
| Hydrocarbures > C12-C16 | mg/kg MS | <20 | <20 | <20 | <20 |
| Hydrocarbures > C16-C21 | mg/kg MS | <20 | <20 | <20 | <20 |
| Hydrocarbures > C21-C35 | mg/kg MS | <20 | <20 | <20 | <20 |
| Hydrocarbures > C35-C40 | mg/kg MS | <20 | <20 | <20 | <20 |
| **Hydrocarbures halogénés volatils (COHV)** | | | | | |
| Composés organohalogénés volatils - Méthode interne : COHV-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| 1,1-Dichloroéthane | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| 1,1-Dichloroéthylène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Dichlorométhane | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Tétrachloroéthylène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| 1,1,1-Trichloroéthane | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Tétrachlorométhane | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Trichlorométhane | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Trichloroéthylène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Chlorure de vinyle | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| cis-1,2-Dichloroéthylène | mg/kg MS | <0,1 (A) | 0,11 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| trans-1,2-Dichloroéthylène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Somme des COHV | mg/kg MS | -/- | 0,11 | -/- | -/- |
| **Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)** | | | | | |
| Benzène et aromatiques - Méthode interne : BTEX-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Benzène | mg/kg MS | | | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Toluène | mg/kg MS | | | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Ethylbenzène | mg/kg MS | | | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| m-, p-Xylène | mg/kg MS | | | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| o-Xylène | mg/kg MS | | | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Cumène | mg/kg MS | | | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| m-, p-Ethyltoluène | mg/kg MS | | | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Mésitylène | mg/kg MS | | | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| o-Ethyltoluène | mg/kg MS | | | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Pseudocuméne | mg/kg MS | | | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Somme des CAV-BTEX | mg/kg MS | | | -/- | -/- |

Rapport d'essai n°. : ULY25-013150-1
Projet : *Aff 4889 - Sols*

WESSLING part of ALS Limited

Le 22.04.2025

| N° d'échantillon | | 25-048977-53 | 25-048977-54 | 25-048977-55 | 25-048977-56 |
|---|---|---|---|---|---|
| Désignation d'échantillon | Unité | *Aff4889 - C12 - 3m* | *Aff4889 - C12 - 4m* | *Aff4889 - C13 - 1m* | *Aff4889 - C13 - 2m* |
| **Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)** | | | | | |
| HAP (16) - NF ISO 18287 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Naphtalène | mg/kg MS | | | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Acénaphtylène | mg/kg MS | | | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Acénaphtène | mg/kg MS | | | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Fluorène | mg/kg MS | | | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Phénanthrène | mg/kg MS | | | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Anthracène | mg/kg MS | | | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Fluoranthène | mg/kg MS | | | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Pyrène | mg/kg MS | | | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Benzo(a)anthracène | mg/kg MS | | | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Chrysène | mg/kg MS | | | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Benzo(b)fluoranthène | mg/kg MS | | | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Benzo(k)fluoranthène | mg/kg MS | | | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Benzo(a)pyrène | mg/kg MS | | | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Dibenzo(a,h)anthracène | mg/kg MS | | | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Indéno(1,2,3,c,d)pyrène | mg/kg MS | | | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Benzo(g,h,i)pérylène | mg/kg MS | | | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Somme des HAP | mg/kg MS | | | -/- | -/- |
| **Polychlorobiphényles (PCB)** | | | | | |
| PCB - Méthode interne : HAP-PCB-GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| PCB n° 28 | mg/kg MS | | | <0,01 (A) | <0,01 (A) |
| PCB n° 52 | mg/kg MS | | | <0,01 (A) | <0,01 (A) |
| PCB n° 101 | mg/kg MS | | | <0,01 (A) | <0,01 (A) |
| PCB n° 118 | mg/kg MS | | | <0,01 (A) | <0,01 (A) |
| PCB n° 138 | mg/kg MS | | | <0,01 (A) | <0,01 (A) |
| PCB n° 153 | mg/kg MS | | | <0,01 (A) | <0,01 (A) |
| PCB n° 180 | mg/kg MS | | | <0,01 (A) | <0,01 (A) |
| Somme des 7 PCB | mg/kg MS | | | -/- | -/- |
| **Lixiviation** | | | | | |
| Lixiviation - Méthode interne : LIXIVIATION 1X24H - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Masse totale de l'échantillon | g | | | 66 (A) | 65 (A) |
| Masse de la prise d'essai | g | | | 21 (A) | 21 (A) |
| Refus >4mm | g | | | 38 (A) | 52 (A) |
| pH / conductivité - NF T 90-008 / NF EN 27888 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| pH | | | | 8,5 (A) | 8,5 (A) |
| Température de mesure du pH | °C | | | 19,7 | 19,7 |
| Conductivité [25°C] | µS/cm | | | 78,0 (A) | 67,0 (A) |

Rapport d'essai n°. : ULY25-013150-1
Projet : *Aff 4889 - Sols*

WESSLING part of ALS Limited

Le 22.04.2025

| N° d'échantillon | | 25-048977-53 | 25-048977-54 | 25-048977-55 | 25-048977-56 |
|---|---|---|---|---|---|
| Désignation d'échantillon | Unité | *Aff4889 - C12 - 3m* | *Aff4889 - C12 - 4m* | *Aff4889 - C13 - 1m* | *Aff4889 - C13 - 2m* |
| **Sur lixiviat filtré** | | | | | |
| Résidu sec après filtration à 105+/-5°C - NF T90-029 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Résidu sec après filtration | mg/l E/L | | | <100 (A) | 160 (A) |
| Anions dissous (filtration à 0,2 µm) - Méthode interne : ANIONS - IC - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Chlorures (Cl) | mg/l E/L | | | <10 (A) | <10 (A) |
| Sulfates (SO4) | mg/l E/L | | | <10 (A) | <10 (A) |
| Fluorures (F) | mg/l E/L | | | 0,6 (A) | 0,4 (A) |
| Phénol total (indice) après distillation - NF EN ISO 14402 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Phénol (indice) | µg/l E/L | | | <10 (A) | <10 (A) |
| Carbone organique total (COT) - NF EN 1484 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Carbone organique total (COT) | mg/L E/L | | | 1,9 (A) | 2,7 (A) |
| Métaux dissous (ICP/MS) - NF EN ISO 17294-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Chrome (Cr) | µg/l E/L | | | <5,0 (A) | <5,0 (A) |
| Nickel (Ni) | µg/l E/L | | | <10 (A) | <10 (A) |
| Cuivre (Cu) | µg/l E/L | | | <5,0 (A) | <5,0 (A) |
| Zinc (Zn) | µg/l E/L | | | <50 (A) | <50 (A) |
| Arsenic (As) | µg/l E/L | | | <3,0 (A) | <3,0 (A) |
| Sélénium (Se) | µg/l E/L | | | <10 (A) | <10 (A) |
| Molybdène (Mo) | µg/l E/L | | | <10 (A) | <10 (A) |
| Cadmium (Cd) | µg/l E/L | | | <1,5 (A) | <1,5 (A) |
| Antimoine (Sb) | µg/l E/L | | | <5,0 (A) | <5,0 (A) |
| Baryum (Ba) | µg/l E/L | | | 9,0 (A) | 6,0 (A) |
| Mercure (Hg) | µg/l E/L | | | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Plomb (Pb) | µg/l E/L | | | <10 (A) | <10 (A) |

Rapport d'essai n°. : ULY25-013150-1
Projet : *Aff 4889 - Sols*

WESSLING part of ALS Limited

Le 22.04.2025

| N° d'échantillon | | 25-048977-53 | 25-048977-54 | 25-048977-55 | 25-048977-56 |
|---|---|---|---|---|---|
| Désignation d'échantillon | Unité | *Aff4889 - C12 - 3m* | *Aff4889 - C12 - 4m* | *Aff4889 - C13 - 1m* | *Aff4889 - C13 - 2m* |

**Fraction solubilisée**

Mercure - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Mercure (Hg) | mg/kg MS | | | <0,001 | <0,001 |

Carbone organique total (COT) - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Carbone organique total (COT) | mg/kg MS | | | 19,0 | 27,0 |

Sulfates (SO4) - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Sulfates (SO4) | mg/kg MS | | | <100 | <100 |

Indice Phénol total - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Phénol (indice) | mg/kg MS | | | <0,1 | <0,1 |

Fraction soluble - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Fraction soluble | mg/kg MS | | | <1000 | 1600 |

Anions dissous - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Fluorures (F) | mg/kg MS | | | 6,0 | 4,0 |
| Chlorures (Cl) | mg/kg MS | | | <100 | <100 |

Métaux sur lixiviat - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Chrome (Cr) | mg/kg MS | | | <0,05 | <0,05 |
| Nickel (Ni) | mg/kg MS | | | <0,1 | <0,1 |
| Cuivre (Cu) | mg/kg MS | | | <0,05 | <0,05 |
| Zinc (Zn) | mg/kg MS | | | <0,5 | <0,5 |
| Arsenic (As) | mg/kg MS | | | <0,03 | <0,03 |
| Sélénium (Se) | mg/kg MS | | | <0,1 | <0,1 |
| Cadmium (Cd) | mg/kg MS | | | <0,015 | <0,015 |
| Baryum (Ba) | mg/kg MS | | | 0,09 | 0,06 |
| Plomb (Pb) | mg/kg MS | | | <0,1 | <0,1 |
| Molybdène (Mo) | mg/kg MS | | | <0,1 | <0,1 |
| Antimoine (Sb) | mg/kg MS | | | <0,05 | <0,05 |

MS : Matières sèches
MB : Matières brutes
E/L : Eau/lixiviat
< : résultat inférieur à la limite de quantification

**Informations sur les échantillons**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Date de réception : | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 |
| Type d'échantillon : | *Sol* | *Sol* | *Sol* | *Sol* |
| Date de prélèvement : | *05.04.2025* | *05.04.2025* | *05.04.2025* | *05.04.2025* |
| Heure de prélèvement : | *19:56* | *19:56* | *19:56* | *19:56* |
| Récipient : | 250ml VBrun WES002 | 250ml VBrun WES002 | 2*250ml VBrun WES002 | 2*250ml VBrun WES002 |
| Température à réception (C°) : | 12,6 | 12,6 | 12,6 | 12,6 |
| Début des analyses : | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 |
| Fin des analyses : | 22.04.2025 | 22.04.2025 | 22.04.2025 | 22.04.2025 |

Rapport d'essai n°. : ULY25-013150-1
Projet : *Aff 4889 - Sols*

WESSLING part of ALS Limited

Le 22.04.2025

| N° d'échantillon | | 25-048977-57 | 25-048977-58 | 25-048977-59 | 25-048977-60 |
|---|---|---|---|---|---|
| Désignation d'échantillon | Unité | *Aff4889 - C13 - 3m* | *Aff4889 - C13 - 4m* | *Aff4889 - C13 - 5m* | *Aff4889 - T1* |
| **Analyse physique** | | | | | |
| Matières sèches - NF ISO 11465 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Matière sèche | % masse MB | 91,7 (A) | 85,2 (A) | 90,2 (A) | 94,5 (A) |
| **Paramètres globaux / Indices** | | | | | |
| COT (Carbone Organique Total) calculé d'après matière organique - Méthode interne : COT calc. - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| COT calculé d'ap. matière organique | mg/kg MS | 6070 | 8180 | 5780 | 53300 |
| Indice Hydrocarbures (C10-C40) (Agitation mécanique, purification au Florisil) - NF EN ISO 16703 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Indice hydrocarbure C10-C40 | mg/kg MS | 1200 (A) | 970 (A) | 180 (A) | 37000 (A) |
| Hydrocarbures > C10-C12 | mg/kg MS | <20 | <20 | <20 | <200 |
| Hydrocarbures > C12-C16 | mg/kg MS | <20 | <20 | <20 | <200 |
| Hydrocarbures > C16-C21 | mg/kg MS | 41 | 36 | <20 | 1400 |
| Hydrocarbures > C21-C35 | mg/kg MS | 1100 | 920 | 170 | 33000 |
| Hydrocarbures > C35-C40 | mg/kg MS | 26 | <20 | <20 | 3800 |
| **Hydrocarbures halogénés volatils (COHV)** | | | | | |
| Composés organohalogénés volatils - Méthode interne : COHV-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| 1,1-Dichloroéthane | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| 1,1-Dichloroéthylène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Dichlorométhane | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Tétrachloroéthylène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| 1,1,1-Trichloroéthane | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Tétrachlorométhane | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Trichlorométhane | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Trichloroéthylène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Chlorure de vinyle | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| cis-1,2-Dichloroéthylène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| trans-1,2-Dichloroéthylène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Somme des COHV | mg/kg MS | -/- | -/- | -/- | -/- |
| **Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)** | | | | | |
| Benzène et aromatiques - Méthode interne : BTEX-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Benzène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Toluène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Ethylbenzène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| m-, p-Xylène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| o-Xylène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Cumène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| m-, p-Ethyltoluène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Mésitylène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| o-Ethyltoluène | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Pseudocuméne | mg/kg MS | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Somme des CAV-BTEX | mg/kg MS | -/- | -/- | -/- | -/- |

Rapport d'essai n°. : ULY25-013150-1
Projet : *Aff 4889 - Sols*

WESSLING part of ALS Limited

Le 22.04.2025

| N° d'échantillon | | 25-048977-57 | 25-048977-58 | 25-048977-59 | 25-048977-60 |
|---|---|---|---|---|---|
| Désignation d'échantillon | Unité | *Aff4889 - C13 - 3m* | *Aff4889 - C13 - 4m* | *Aff4889 - C13 - 5m* | *Aff4889 - T1* |

**Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)**

HAP (16) - NF ISO 18287 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Naphtalène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Acénaphtylène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,06 (A) |
| Acénaphtène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Fluorène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Phénanthrène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Anthracène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Fluoranthène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Pyrène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Benzo(a)anthracène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Chrysène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Benzo(b)fluoranthène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Benzo(k)fluoranthène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Benzo(a)pyrène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Dibenzo(a,h)anthracène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Indéno(1,2,3,c,d)pyrène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Benzo(g,h,i)pérylène | mg/kg MS | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Somme des HAP | mg/kg MS | -/- | -/- | -/- | -/- |

**Polychlorobiphényles (PCB)**

PCB - Méthode interne : HAP-PCB-GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| PCB n° 28 | mg/kg MS | <0,01 (A) | <0,01 (A) | <0,01 (A) | <0,01 (A) |
| PCB n° 52 | mg/kg MS | <0,01 (A) | <0,01 (A) | <0,01 (A) | <0,01 (A) |
| PCB n° 101 | mg/kg MS | <0,01 (A) | <0,01 (A) | <0,01 (A) | <0,01 (A) |
| PCB n° 118 | mg/kg MS | <0,01 (A) | <0,01 (A) | <0,01 (A) | <0,01 (A) |
| PCB n° 138 | mg/kg MS | <0,01 (A) | <0,01 (A) | <0,01 (A) | <0,01 (A) |
| PCB n° 153 | mg/kg MS | <0,01 (A) | <0,01 (A) | <0,01 (A) | <0,01 (A) |
| PCB n° 180 | mg/kg MS | <0,01 (A) | <0,01 (A) | <0,01 (A) | <0,01 (A) |
| Somme des 7 PCB | mg/kg MS | -/- | -/- | -/- | -/- |

**Lixiviation**

Lixiviation - Méthode interne : LIXIVIATION 1X24H - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Masse totale de l'échantillon | g | 84 (A) | 83 (A) | 68 (A) | 64 (A) |
| Masse de la prise d'essai | g | 21 (A) | 20 (A) | 20 (A) | 20 (A) |
| Refus >4mm | g | 54 (A) | 67 (A) | 35 (A) | 34 (A) |

pH / conductivité - NF T 90-008 / NF EN 27888 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| pH | | 9,0 (A) | 9,1 (A) | 9,4 (A) | 8,3 (A) |
| Température de mesure du pH | °C | 19,8 | 20,0 | 19,9 | 20,0 |
| Conductivité [25°C] | µS/cm | 51,0 (A) | 60,0 (A) | 47,0 (A) | 98,0 (A) |

Rapport d'essai n°. : ULY25-013150-1
Projet : *Aff 4889 - Sols*

WESSLING part of ALS Limited

Le 22.04.2025

| N° d'échantillon | | 25-048977-57 | 25-048977-58 | 25-048977-59 | 25-048977-60 |
|---|---|---|---|---|---|
| Désignation d'échantillon | Unité | *Aff4889 - C13 - 3m* | *Aff4889 - C13 - 4m* | *Aff4889 - C13 - 5m* | *Aff4889 - T1* |
| **Sur lixiviat filtré** | | | | | |
| Résidu sec après filtration à 105+/-5°C - NF T90-029 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Résidu sec après filtration | mg/l E/L | <100 (A) | 100 (A) | <100 (A) | 190 (A) |
| Anions dissous (filtration à 0,2 µm) - Méthode interne : ANIONS - IC - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Chlorures (Cl) | mg/l E/L | <10 (A) | <10 (A) | <10 (A) | <10 (A) |
| Sulfates (SO4) | mg/l E/L | <10 (A) | <10 (A) | <10 (A) | <10 (A) |
| Fluorures (F) | mg/l E/L | 0,1 (A) | 0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) |
| Phénol total (indice) après distillation - NF EN ISO 14402 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Phénol (indice) | µg/l E/L | <10 (A) | <10 (A) | <10 (A) | <10 (A) |
| Carbone organique total (COT) - NF EN 1484 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Carbone organique total (COT) | mg/L E/L | <0,9 (A) | 1,1 (A) | <0,9 (A) | 14 (A) |
| Métaux dissous (ICP/MS) - NF EN ISO 17294-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Chrome (Cr) | µg/l E/L | <5,0 (A) | <5,0 (A) | <5,0 (A) | <5,0 (A) |
| Nickel (Ni) | µg/l E/L | <10 (A) | <10 (A) | <10 (A) | <10 (A) |
| Cuivre (Cu) | µg/l E/L | <5,0 (A) | 12 (A) | <5,0 (A) | 210 (A) |
| Zinc (Zn) | µg/l E/L | <50 (A) | <50 (A) | <50 (A) | 100 (A) |
| Arsenic (As) | µg/l E/L | <3,0 (A) | <3,0 (A) | <3,0 (A) | <3,0 (A) |
| Sélénium (Se) | µg/l E/L | <10 (A) | <10 (A) | <10 (A) | <10 (A) |
| Molybdène (Mo) | µg/l E/L | <10 (A) | <10 (A) | <10 (A) | <10 (A) |
| Cadmium (Cd) | µg/l E/L | <1,5 (A) | <1,5 (A) | <1,5 (A) | <1,5 (A) |
| Antimoine (Sb) | µg/l E/L | <5,0 (A) | <5,0 (A) | <5,0 (A) | <5,0 (A) |
| Baryum (Ba) | µg/l E/L | 6,0 (A) | 13 (A) | 5,0 (A) | 33 (A) |
| Mercure (Hg) | µg/l E/L | <0,1 (A) | <0,1 (A) | <0,1 (A) | 0,2 (A) |
| Plomb (Pb) | µg/l E/L | <10 (A) | <10 (A) | <10 (A) | 20 (A) |

Rapport d'essai n°. : ULY25-013150-1
Projet : *Aff 4889 - Sols*

WESSLING
part of ALS Limited
WESSLING France
ZI de Chesnes Tharabie
40 rue du Ruisseau • BP 50705
38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr • www.wessling.fr

**Le 22.04.2025**

| N° d'échantillon | | 25-048977-57 | 25-048977-58 | 25-048977-59 | 25-048977-60 |
|---|---|---|---|---|---|
| Désignation d'échantillon | Unité | *Aff4889 - C13 - 3m* | *Aff4889 - C13 - 4m* | *Aff4889 - C13 - 5m* | *Aff4889 - T1* |
| **Fraction solubilisée** | | | | | |
| Mercure - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Mercure (Hg) | mg/kg MS | <0,001 | <0,001 | <0,001 | 0,002 |
| Carbone organique total (COT) - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Carbone organique total (COT) | mg/kg MS | <9,00 | 11,0 | <9,00 | 140 |
| Sulfates (SO4) - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Sulfates (SO4) | mg/kg MS | <100 | <100 | <100 | <100 |
| Indice Phénol total - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Phénol (indice) | mg/kg MS | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 |
| Fraction soluble - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Fraction soluble | mg/kg MS | <1000 | 1000 | <1000 | 1900 |
| Anions dissous - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Fluorures (F) | mg/kg MS | 1,0 | 1,0 | <1,0 | <1,0 |
| Chlorures (Cl) | mg/kg MS | <100 | <100 | <100 | <100 |
| Métaux sur lixiviat - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Chrome (Cr) | mg/kg MS | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| Nickel (Ni) | mg/kg MS | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 |
| Cuivre (Cu) | mg/kg MS | <0,05 | 0,12 | <0,05 | 2,1 |
| Zinc (Zn) | mg/kg MS | <0,5 | <0,5 | <0,5 | 1,0 |
| Arsenic (As) | mg/kg MS | <0,03 | <0,03 | <0,03 | <0,03 |
| Sélénium (Se) | mg/kg MS | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 |
| Cadmium (Cd) | mg/kg MS | <0,015 | <0,015 | <0,015 | <0,015 |
| Baryum (Ba) | mg/kg MS | 0,06 | 0,13 | 0,05 | 0,33 |
| Plomb (Pb) | mg/kg MS | <0,1 | <0,1 | <0,1 | 0,2 |
| Molybdène (Mo) | mg/kg MS | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 |
| Antimoine (Sb) | mg/kg MS | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |

MB : Matières brutes
MS : Matières sèches
E/L : Eau/lixiviat
< : résultat inférieur à la limite de quantification

**Informations sur les échantillons**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Date de réception : | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 |
| Type d'échantillon : | *Sol* | *Sol* | *Sol* | *Sol* |
| Date de prélèvement : | *05.04.2025* | *05.04.2025* | *05.04.2025* | *05.04.2025* |
| Heure de prélèvement : | *19:56* | *19:56* | *19:56* | *19:56* |
| Récipient : | 2*250ml VBrun WES002 | 2*250ml VBrun WES002 | 2*250ml VBrun WES002 | 2*250ml VBrun WES002 |
| Température à réception (C°) : | 12,6 | 12,6 | 12,6 | 12,6 |
| Début des analyses : | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 |
| Fin des analyses : | 22.04.2025 | 22.04.2025 | 22.04.2025 | 22.04.2025 |

Rapport d'essai n°. : ULY25-013150-1
Projet : *Aff 4889 - Sols*

WESSLING
part of ALS Limited
WESSLING France
ZI de Chesnes Tharabie
40 rue du Ruisseau • BP 50705
38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr • www.wessling.fr

**Le 22.04.2025**

**Informations sur vos résultats d'analyses :**

Les seuils de quantification fournis n'ont pas été recalculés d'après la matière sèche de l'échantillon.
Les seuils sont susceptibles d'être augmentés en fonction de la nature chimique de la matrice.
Seuls les résultats quantifiés (résultats égaux ou supérieurs à la LQ) sont pris en compte dans le calcul des sommes. Dans le cas contraire la somme est rendue "-/-".

Présence de composés à point d'ébullition élevé (supérieur à C40) :
-Indice Hydrocarbures (C10-C40) (Agitation mécanique, purification au Florisil), Indice hydrocarbure C10-C40 : Valable pour les échantillons 25-048977-03, -05, -09, -14, -27, -43, -44, -47, -48, -49, -50, -60

Limite de quantification augmentée en raison du résultat de blanc de lixiviation supérieur à la limite de quantification de la méthode :
-Carbone organique total (COT), Carbone organique total (COT) : Valable pour les échantillons 25-048977-03, -04, -05, -18, -57, -59

Résultat de l'Indice hydrocarbure est supérieur à la limite de quantification, néanmoins les résultats de fractions sont inférieurs à la limite de quantification : les résultats ont été vérifiés. :
-Indice Hydrocarbures (C10-C40) (Agitation mécanique, purification au Florisil), Indice hydrocarbure C10-C40 : Valable pour les échantillons 25-048977-07, -08, -15

Le résultat est majoré par la présence d'interférences chimiques :
-Indice hydrocarbures volatils (C5-C10), Indice hydrocarbure (C5-C10) : Valable pour l'échantillon 25-048977-10

Présence de composés à faible point d'ébullition (inférieur à C10) :
-Indice Hydrocarbures (C10-C40) (Agitation mécanique, purification au Florisil), Indice hydrocarbure C10-C40 : Valable pour l'échantillon 25-048977-20

Limite de quantification augmentée en raison d'interférences chimiques. :
-Anions dissous (filtration à 0,2 µm), Fluorures (F) : Valable pour les échantillons 25-048977-18, -21, -22, -50

Présence de composés à faible point d'ébullition (inférieur à C10) et à point d'ébullition élevé (supérieur à C40) :
-Indice Hydrocarbures (C10-C40) (Agitation mécanique, purification au Florisil), Indice hydrocarbure C10-C40 : Valable pour les échantillons 25-048977-21, -22, -23

Valeur vérifiée :
-Résidu sec après filtration à 105+/-5°C : Valable pour les échantillons 25-048977-47, -48, -49, -50, -55, -57, -58, -59

Valeurs significativement différentes entre le résidu sec et la conductivité dû à la nature chimique de la matrice. :
-Résidu sec après filtration à 105+/-5°C : Valable pour les échantillons 25-048977-47, -48, -49, -50, -55, -57, -58, -59

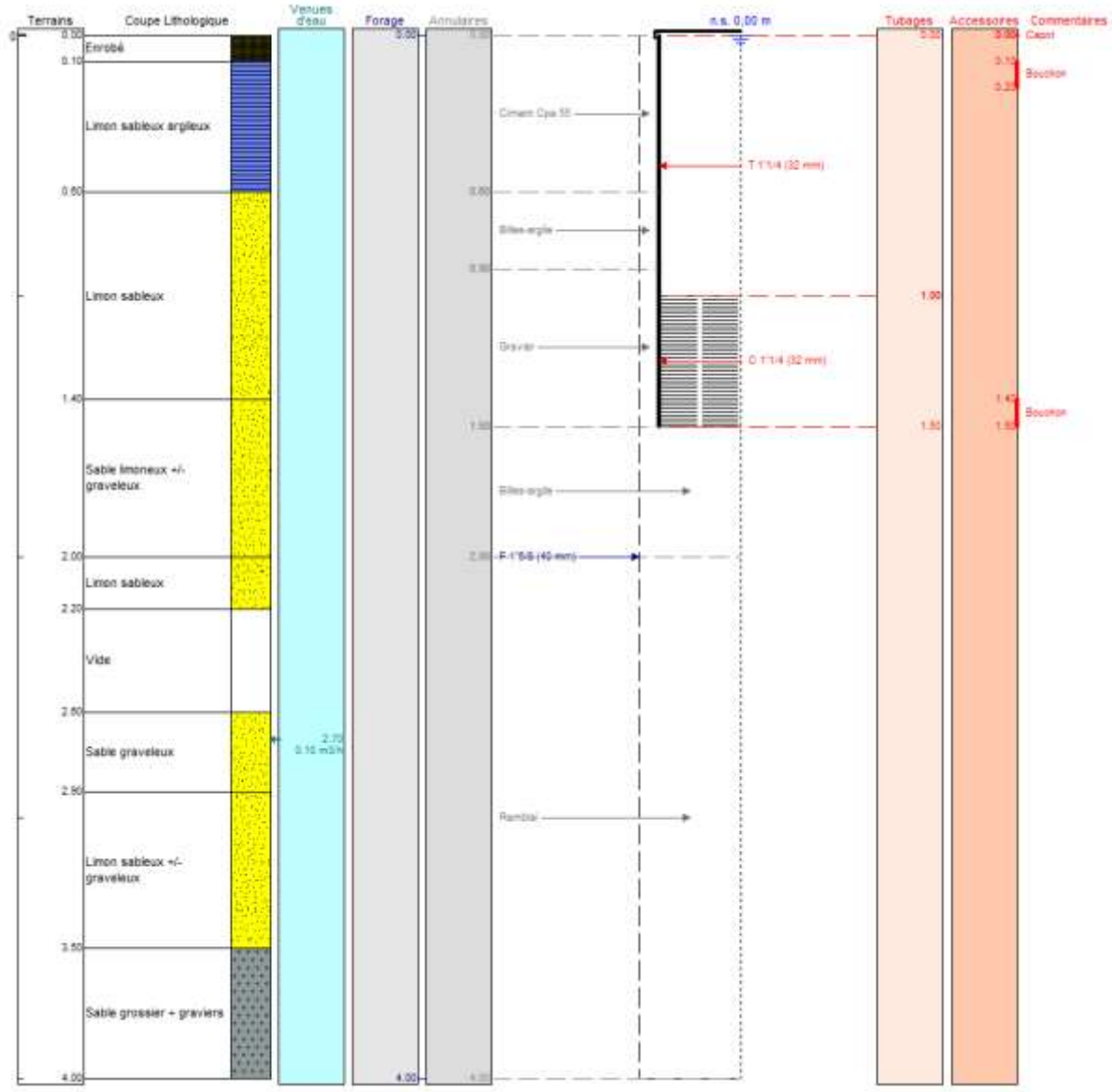
Valeur vérifiée et confirmée par une contre analyse :
-Métaux dissous (ICP/MS), Cuivre (Cu), Zinc (Zn) : Valable pour l'échantillon 25-048977-60

Lixiviation : La prise d'essai effectuée sur l'échantillon brut en vue de la lixiviation est réalisée au carottier sans quartage préalable. La quantité de prise d'essai effectuée sur l'échantillon est de 20 g après homogénéisation, séchage et broyage en respectant le ratio 1/10.

Approuvé par :
Robin T'JAMPENS
Responsable Pôle Déchet / Directeur de site adjoint

Page 46 sur 46

## 14.3 Coupe technique du piézair



## 14.4 Fiches de prélèvements des gaz du sol

# FICHE PRELEVEMENT GAZ DE SOL

**IDENTIFICATION DU PROJET ET DE L'INTERVENTION**

| | | | |
|---|---|---|---|
| **n° Affaire** | 4889 | **Adresse du site** | Rue des Communaux, BONNEVILLE (74) |
| **Client** | LIDL | | |
| **Opérateur** | AM+RC | **Conditions météo** | Beau temps |
| **Date** | 05/04/2025 | | |
| **DENOMINATION POINT D'ECHANTILLONNAGE** | | Pza1 | |
| **LOCALISATION POINT D'ECHANTILLONNAGE** | | Sondage C3 | |

**CONDITIONS METEOROLOGIQUES**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Conditions générales** | Beau temps | **Direction du vent** | Sud est | **vitesse du vent (km/h)** | 4 |
| **Température extérieure** | 20,7 | **Pression atmosphérique (hpa)** | 1014 | **Humidité relative (%)** | **52** |

**OUVRAGE**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Méthode de prélèvement** | | ☐**Cannes** | ☒**Piézair** | ☐**Air sous dalle** | ☐**Autre :** | | |
| **Diamètre (mm)** | 25/32 | **Nature (PVC, PEHD...)** | PEHD | **Tube plein (m/sol)** | **1** | **Tube crépiné (m/sol)** | 1-1,5 |
| **Profondeur (m)** | 1,5 | **Volume de l'ouvrage (L)** | 0,7 | **Type de terrain** | Limon sableux +/- graveleux | **Présence d'eau souterraine** | ☐**Oui** ☒**NON** |

**PURGE**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Début (hh:mm)** | 10:52 | **Fin (hh:mm)** | 11:12 | | **Durée purge (min)** | 20 | **Débit purge (L/min)** 0,2 |
| **Volume purgé (L)** | 4 | **Mesures PID avant / après purge (ppm)** | 4/0,7 | **Mesures CO2 avant / après purge (%)** | 4,2/4,15 | **Mesures CH4 avant / après** | 0,06/0 |
| | | | | **Mesures O2 avant / après purge (%)** | 14/13,9 | **Mesures H2S avant / après** | 0/0 |

**PRELEVEMENT**

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Type de prélèvement** | ☒ **Actif** | ☐ **Passif** | |
| **Support de prélèvement** | | Charbon actif | |
| **Référence support** | | 2955110473 | |
| **Analyses effectuées sur l'échantillon** | | TPH+BTEX | |
| **Réf. Pompe de prélèvement** | | Gilair | |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Début (hh:mm)** | 11:28 | | **Fin (hh:mm)** | 16:28 | | **Durée (min)** | 300 |
| **Débit initial de la pompe (L/min)** | 0,518 | **Débit final de la pompe (L/min)** | 0,47 | **Variation du débit (%)** | 9 | **Volume prélevé (L)** | 141 |

**REMARQUES**

**Débit intérmidiaire après 2h de pompage de 0,5 L/min**

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **OPERATEUR** | | | **CHARGE D'AFFAIRE** | | | **CONTRÔLE INTERNE** | | |
| **DATE** | **VISA** | | **DATE** | **VISA** | | **DATE** | **VISA** | |
| 07/04/2025 | RC | | 15/05/2025 | AM | | | | |

# FICHE PRELEVEMENT GAZ DE SOL

**IDENTIFICATION DU PROJET ET DE L'INTERVENTION**

| | | | |
|---|---|---|---|
| **n° Affaire** | 4889 | **Adresse du site** | Rue des Communaux, BONNEVILLE (74) |
| **Client** | LIDL | | |
| **Opérateur** | AM+RC | **Conditions météo** | Beau temps |
| **Date** | 05/04/2025 | | |
| **DENOMINATION POINT D'ECHANTILLONNAGE** | | Pza1' | |
| **LOCALISATION POINT D'ECHANTILLONNAGE** | | Sondage C3 | |

**CONDITIONS METEOROLOGIQUES**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Conditions générales** | Beau temps | **Direction du vent** | Sud est | **vitesse du vent (km/h)** | 4 |
| **Température extérieure** | 20,7 | **Pression atmosphérique (hpa)** | 1014 | **Humidité relative (%)** | 52 |

**OUVRAGE**

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Méthode de prélèvement** | | ☐**Cannes** | ☒**Piézair** | ☐**Air sous dalle** | ☐**Autre :** | | | |
| **Diamètre (mm)** | 25/32 | **Nature (PVC, PEHD...)** | PEHD | **Tube plein (m/sol)** | **1** | **Tube crépiné (m/sol)** | 1-1,5 | |
| **Profondeur (m)** | 1,5 | **Volume de l'ouvrage (L)** | 0,7 | **Type de terrain** | Limon sableux +/- graveleux | **Présence d'eau souterraine** | ☐**Oui** | ☒**NON** |

**PURGE**

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Début (hh:mm)** | 10:52 | **Fin (hh:mm)** | 11:12 | | **Durée purge (min)** | 20 | **Débit purge (L/min)** | 0,2 |
| **Volume purgé (L)** | 4 | **Mesures PID avant / après purge (ppm)** | 4/0,7 | **Mesures CO2 avant / après purge (%)** | 4,2/4,15 | | **Mesures CH4 avant / après** | 0,06/0 |
| | | | | **Mesures O2 avant / après purge (%)** | 14/13,9 | | **Mesures H2S avant / après** | 0/0 |

**PRELEVEMENT**

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Type de prélèvement** | ☒ **Actif** | | ☐ **Passif** | | | | | |
| **Support de prélèvement** | | | Charbon actif | | | | | |
| **Référence support** | | | 2955109220 | | | | | |
| **Analyses effectuées sur l'échantillon** | | | COHV | | | | | |
| **Réf. Pompe de prélèvement** | | | Gilair plus | | | | | |
| **Début (hh:mm)** | 11:28 | | **Fin (hh:mm)** | 12:28 | | **Durée (min)** | 60 | |
| **Débit initial de la pompe (L/min)** | 0,2 | **Débit final de la pompe (L/min)** | 0,2 | **Variation du débit (%)** | 0 | **Volume prélevé (L)** | 12 | |
| **OPERATEUR** | | | **CHARGE D'AFFAIRE** | | | **CONTRÔLE INTERNE** | | |
| **DATE** | **VISA** | | **DATE** | **VISA** | | **DATE** | **VISA** | |
| 07/04/2025 | RC | | 15/05/2025 | AM | | | | |

# FICHE PRELEVEMENT GAZ DE SOL

**IDENTIFICATION DU PROJET ET DE L'INTERVENTION**

| | | | |
|---|---|---|---|
| **n° Affaire** | 4889 | **Adresse du site** | Rue des Communaux, BONNEVILLE (74) |
| **Client** | LIDL | | |
| **Opérateur** | AM + RC | **Conditions météo** | Beau temps |
| **Date** | 05/04/2025 | | |
| **DENOMINATION POINT D'ECHANTILLONNAGE** | | Asd2 | |
| **LOCALISATION POINT D'ECHANTILLONNAGE** | | Sondage C5 | |

**CONDITIONS METEOROLOGIQUES**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Conditions générales** | Beau temps | **Direction du vent** | Sud est | **vitesse du vent (km/h)** | 4 |
| **Température extérieure** | 18 | **Pression atmosphérique (hpa)** | 10:15 | **Humidité relative (%)** | **51** |

**OUVRAGE**

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Méthode de prélèvement** | | ☐**Cannes** | ☐**Piézair** | ☒**Air sous dalle** | ☐**Autre :** | | | |
| **Diamètre (mm)** | 16 | **Nature (PVC, PEHD...)** | - | **Tube plein (m/sol)** | - | **Tube crépiné (m/sol)** | - | |
| **Profondeur (m/dalle)** | 0,2 | **Volume de l'ouvrage (L)** | - | **Type de terrain** | - | **Présence d'eau souterraine** | ☐**Oui** | ☒**NON** |

**Mesures semi-quantitatives**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Volume purgé (L)** | NC | **Mesure PID (ppm)** | 10,3 | **Mesure CO2 (%)** | 0,07 | **Mesure CH4 (%)** | 0 |
| | | | | **Mesure O2 (%)** | 19,8 | **Mesure H2S (ppm)** | 0 |

**PRELEVEMENT**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Type de prélèvement** | ☒ **Actif** | ☐ **Passif** | | | | | |
| **Support de prélèvement** | | Charbon actif | | | | | |
| **Référence support** | | 2955100472 | | | | | |
| **Analyses effectuées sur l'échantillon** | | TPH+BTEX | | | | | |
| **Réf. Pompe de prélèvement** | | Gilair | | | | | |
| **Début (hh:mm)** | 09:00 | **Fin (hh:mm)** | 14:00 | | | **Durée (min)** | 300 |
| **Débit initial de la pompe (L/min)** | 0,503 | **Débit final de la pompe (L/min)** | 0,492 | **Variation du débit (%)** | 2 | **Volume prélevé (L)** | 149,4 |

**REMARQUES**

**Débit intérmidiaire après 2h30 de pompage de 0,499 L/min**

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **OPERATEUR** | | | **CHARGE D'AFFAIRE** | | | **CONTRÔLE INTERNE** | | |
| **DATE** | **VISA** | | **DATE** | **VISA** | | **DATE** | **VISA** | |
| 07/04/2025 | RC | | 15/05/2025 | AM | | | | |

# FICHE PRELEVEMENT GAZ DE SOL

**IDENTIFICATION DU PROJET ET DE L'INTERVENTION**

| | | | |
|---|---|---|---|
| **n° Affaire** | 4889 | **Adresse du site** | Rue des Communaux, BONNEVILLE (74) |
| **Client** | LIDL | | |
| **Opérateur** | AM + RC | **Conditions météo** | Beau temps |
| **Date** | 05/04/2025 | | |
| **DENOMINATION POINT D'ECHANTILLONNAGE** | | Asd2' | |
| **LOCALISATION POINT D'ECHANTILLONNAGE** | | Sondage C5 | |

**CONDITIONS METEOROLOGIQUES**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Conditions générales** | Beau temps | **Direction du vent** | Sud est | **vitesse du vent (km/h)** | 6 |
| **Température extérieure** | 20 | **Pression atmosphérique (hpa)** | 1013 | **Humidité relative (%)** | 55 |

**OUVRAGE**

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Méthode de prélèvement** | | ☐**Cannes** | ☐**Piézair** | ☒**Air sous dalle** | ☐**Autre :** | | | |
| **Diamètre (mm)** | 16 | **Nature (PVC, PEHD...)** | - | **Tube plein (m/sol)** | - | **Tube crépiné (m/sol)** | - | |
| **Profondeur (m/dalle)** | 0,2 | **Volume de l'ouvrage (L)** | - | **Type de terrain** | - | **Présence d'eau souterraine** | ☐**Oui** | ☒**NON** |

**Mesures semi-quantitatives**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Volume purgé (L)** | NC | **Mesure PID (ppm)** | 10,3 | **Mesure CO2 (%)** | 0,07 | **Mesure CH4 (%)** | 0 |
| | | | | **Mesure O2 (%)** | 19,8 | **Mesure H2S (ppm)** | 0 |

**PRELEVEMENT**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Type de prélèvement** | ☒ **Actif** | ☐ **Passif** | | | | | |
| **Support de prélèvement** | | Charbon actif | | | | | |
| **Référence support** | | 29551007509 | | | | | |
| **Analyses effectuées sur l'échantillon** | | COHV | | | | | |
| **Réf. Pompe de prélèvement** | | Gilair Plus | | | | | |
| **Début (hh:mm)** | 07:55 | **Fin (hh:mm)** | 08:55 | | | **Durée (min)** | 60 |
| **Débit initial de la pompe (L/min)** | 0,2 | **Débit final de la pompe (L/min)** | 0,2 | **Variation du débit (%)** | 0 | **Volume prélevé (L)** | 12 |

**REMARQUES**

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **OPERATEUR** | | | **CHARGE D'AFFAIRE** | | | **CONTRÔLE INTERNE** | | |
| **DATE** | **VISA** | | **DATE** | **VISA** | | **DATE** | **VISA** | |
| 07/04/2025 | RC | | 15/05/2025 | AM | | | | |

# FICHE PRELEVEMENT GAZ DE SOL

**IDENTIFICATION DU PROJET ET DE L'INTERVENTION**

| | | | |
|---|---|---|---|
| **n° Affaire** | 4889 | **Adresse du site** | Rue des Communaux, BONNEVILLE (74) |
| **Client** | LIDL | | |
| **Opérateur** | AM + RC | **Conditions météo** | Beau temps |
| **Date** | 04/04/2025 | | |
| **DENOMINATION POINT D'ECHANTILLONNAGE** | | Asd3 | |
| **LOCALISATION POINT D'ECHANTILLONNAGE** | | Atelier machines | |

**CONDITIONS METEOROLOGIQUES**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Conditions générales** | Beau temps | **Direction du vent** | Est | **vitesse du vent (km/h)** | 7 |
| **Température extérieure** | 25 | **Pression atmosphérique (hpa)** | 1015 | **Humidité relative (%)** | 54 |

OUVRAGE

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Méthode de prélèvement** | | ☐**Cannes** | ☐**Piézair** | ☒**Air sous dalle** | ☐**Autre :** | | |
| **Diamètre (mm)** | 16 | **Nature (PVC, PEHD...)** | - | **Tube plein (m/sol)** | - | **Tube crépiné (m/sol)** | - |
| **Profondeur (m/dalle)** | 0,22 | **Volume de l'ouvrage (L)** | - | **Type de terrain** | - | **Présence d'eau souterraine** | ☐**Oui** ☒**NON** |

**Mesures semi-quantitatives**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Volume purgé (L)** | NC | **Mesure PID (ppm)** | 4,5 | **Mesure CO2 (%)** | 1,99 | **Mesure CH4 (%)** | 0 |
| | | | | **Mesure O2 (%)** | 17,1 | **Mesure H2S (ppm)** | 0 |

**PRELEVEMENT**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Type de prélèvement** | ☒ **Actif** | ☐ **Passif** | | | | | |
| **Support de prélèvement** | | Charbon actif | | | | | |
| **Référence support** | | 2955110467 | | | | | |
| **Analyses effectuées sur l'échantillon** | | TPH+BTEX | | | | | |
| **Réf. Pompe de prélèvement** | | Gilair | | | | | |
| **Début (hh:mm)** | 13:10 | **Fin (hh:mm)** | 18:10 | | | **Durée (min)** | 300 |
| **Débit initial de la pompe (L/min)** | 0,53 | **Débit final de la pompe (L/min)** | 0,526 | **Variation du débit (%)** | 0,7 | **Volume prélevé (L)** | 158,4 |

**REMARQUES**

**Débit intérmidiaire après 2h20 de pompage de 0,528 L/min**

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **OPERATEUR** | | | **CHARGE D'AFFAIRE** | | | **CONTRÔLE INTERNE** | | |
| **DATE** | **VISA** | | **DATE** | **VISA** | | **DATE** | **VISA** | |
| 07/04/2025 | RC | | 15/05/2025 | AM | | | | |

# FICHE PRELEVEMENT GAZ DE SOL

**IDENTIFICATION DU PROJET ET DE L'INTERVENTION**

| | | | |
|---|---|---|---|
| **n° Affaire** | 4889 | **Adresse du site** | Rue des Communaux, BONNEVILLE (74) |
| **Client** | LIDL | | |
| **Opérateur** | AM + RC | **Conditions météo** | Beau temps |
| **Date** | 04/04/2025 | | |
| **DENOMINATION POINT D'ECHANTILLONNAGE** | | Asd3' | |
| **LOCALISATION POINT D'ECHANTILLONNAGE** | | Atelier machines | |

**CONDITIONS METEOROLOGIQUES**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Conditions générales** | Beau temps | **Direction du vent** | Est | **vitesse du vent (km/h)** | 7 |
| **Température extérieure** | 20 | **Pression atmosphérique (hpa)** | 1015 | **Humidité relative (%)** | 50 |

**OUVRAGE**

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Méthode de prélèvement** | | ☐**Cannes** | ☐**Piézair** | ☒**Air sous dalle** | ☐**Autre :** | | | |
| **Diamètre (mm)** | 16 | **Nature (PVC, PEHD...)** | - | **Tube plein (m/sol)** | - | **Tube crépiné (m/sol)** | - | |
| **Profondeur (m/dalle)** | 0,22 | **Volume de l'ouvrage (L)** | - | **Type de terrain** | - | **Présence d'eau souterraine** | ☐**Oui** | ☒**NON** |

**Mesures semi-quantitatives**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Volume purgé (L)** | NC | **Mesure PID (ppm)** | 4,5 | **Mesure CO2 (%)** | 1,99 | **Mesure CH4 (%)** | 0 |
| | | | | **Mesure O2 (%)** | 17,1 | **Mesure H2S (ppm)** | 0 |

**PRELEVEMENT**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Type de prélèvement** | ☒ **Actif** | ☐ **Passif** | | | | | |
| **Support de prélèvement** | | Charbon actif | | | | | |
| **Référence support** | | 2955107502 | | | | | |
| **Analyses effectuées sur l'échantillon** | | COHV | | | | | |
| **Réf. Pompe de prélèvement** | | Gilair Plus | | | | | |
| **Début (hh:mm)** | 12:00 | **Fin (hh:mm)** | 13:00 | | | **Durée (min)** | 60 |
| **Débit initial de la pompe (L/min)** | 0,2 | **Débit final de la pompe (L/min)** | 0,2 | **Variation du débit (%)** | 0 | **Volume prélevé (L)** | 12 |

**REMARQUES**

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **OPERATEUR** | | | **CHARGE D'AFFAIRE** | | | **CONTRÔLE INTERNE** | | |
| **DATE** | **VISA** | | **DATE** | **VISA** | | **DATE** | **VISA** | |
| 07/04/2025 | RC | | 15/05/2025 | AM | | | | |

# FICHE PRELEVEMENT GAZ DE SOL

**IDENTIFICATION DU PROJET ET DE L'INTERVENTION**

| | | | |
|---|---|---|---|
| **n° Affaire** | 4889 | **Adresse du site** | Rue des Communaux, BONNEVILLE (74) |
| **Client** | LIDL | | |
| **Opérateur** | AM + RC | **Conditions météo** | Beau temps |
| **Date** | 04/04/2025 | | |
| **DENOMINATION POINT D'ECHANTILLONNAGE** | | Asd4 | |
| **LOCALISATION POINT D'ECHANTILLONNAGE** | | Local loué | |

**CONDITIONS METEOROLOGIQUES**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Conditions générales** | Beau temps | **Direction du vent** | Est | **vitesse du vent (km/h)** | 3 |
| **Température extérieure** | 13 | **Pression atmosphérique (hpa)** | 1018 | **Humidité relative (%)** | 54 |

**OUVRAGE**

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Méthode de prélèvement** | | ☐**Cannes** | ☐**Piézair** | ☒**Air sous dalle** | ☐**Autre :** | | | |
| **Diamètre (mm)** | 16 | **Nature (PVC, PEHD...)** | - | **Tube plein (m/sol)** | - | **Tube crépiné (m/sol)** | - | |
| **Profondeur (m/dalle)** | 0,22 | **Volume de l'ouvrage (L)** | - | **Type de terrain** | - | **Présence d'eau souterraine** | ☐**Oui** | ☒**NON** |

**Mesures semi-quantitatives**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Volume purgé (L)** | NC | **Mesure PID (ppm)** | 3,3 | **Mesure CO2 (%)** | 0,52 | **Mesure CH4 (%)** | 0 |
| | | | | **Mesure O2 (%)** | 19,4 | **Mesure H2S (ppm)** | 0 |

**PRELEVEMENT**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Type de prélèvement** | ☒ **Actif** | ☐ **Passif** | | | | | |
| **Support de prélèvement** | | Charbon actif | | | | | |
| **Référence support** | | 2955110467 | | | | | |
| **Analyses effectuées sur l'échantillon** | | TPH+BTEX | | | | | |
| **Réf. Pompe de prélèvement** | | Gilair | | | | | |
| **Début (hh:mm)** | 09:54 | **Fin (hh:mm)** | 14:54 | | | **Durée (min)** | 300 |
| **Débit initial de la pompe (L/min)** | 0,53 | **Débit final de la pompe (L/min)** | 0,52 | **Variation du débit (%)** | 2 | **Volume prélevé (L)** | 157,5 |

**REMARQUES**

**Débit intérmidiaire après 2h06 de pompage de 0,524 L/min**

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **OPERATEUR** | | | **CHARGE D'AFFAIRE** | | | **CONTRÔLE INTERNE** | | |
| **DATE** | **VISA** | | **DATE** | **VISA** | | **DATE** | **VISA** | |
| 07/04/2025 | RC | | 15/05/2025 | AM | | | | |

# FICHE PRELEVEMENT GAZ DE SOL

**IDENTIFICATION DU PROJET ET DE L'INTERVENTION**

| | | | |
|---|---|---|---|
| **n° Affaire** | 4889 | **Adresse du site** | Rue des Communaux, BONNEVILLE (74) |
| **Client** | LIDL | | |
| **Opérateur** | AM + RC | **Conditions météo** | Beau temps |
| **Date** | 04/04/2025 | | |
| **DENOMINATION POINT D'ECHANTILLONNAGE** | | Asd4' | |
| **LOCALISATION POINT D'ECHANTILLONNAGE** | | Local loué | |

**CONDITIONS METEOROLOGIQUES**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Conditions générales** | Beau temps | **Direction du vent** | Est | **vitesse du vent (km/h)** | 7 |
| **Température extérieure** | 16 | **Pression atmosphérique (hpa)** | 1015 | **Humidité relative (%)** | 50 |

**OUVRAGE**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Méthode de prélèvement** | | ☐**Cannes** | ☐**Piézair** | ☒**Air sous dalle** | ☐**Autre :** | | |
| **Diamètre (mm)** | 16 | **Nature (PVC, PEHD...)** | - | **Tube plein (m/sol)** | - | **Tube crépiné (m/sol)** | - |
| **Profondeur (m/dalle)** | 0,22 | **Volume de l'ouvrage (L)** | - | **Type de terrain** | - | **Présence d'eau souterraine** | ☐**Oui** ☒**NON** |

**Mesures semi-quantitatives**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Volume purgé (L)** | NC | **Mesure PID (ppm)** | 3,3 | **Mesure CO2 (%)** | 0,52 | **Mesure CH4 (%)** | 0 |
| | | | | **Mesure O2 (%)** | 19,4 | **Mesure H2S (ppm)** | 0 |

**PRELEVEMENT**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Type de prélèvement** | ☒ **Actif** | ☐ **Passif** | | | | | |
| **Support de prélèvement** | | Charbon actif | | | | | |
| **Référence support** | | 2955110464 | | | | | |
| **Analyses effectuées sur l'échantillon** | | COHV | | | | | |
| **Réf. Pompe de prélèvement** | | Gilair Plus | | | | | |
| **Début (hh:mm)** | 15:15 | **Fin (hh:mm)** | 16:15 | | | **Durée (min)** | 60 |
| **Débit initial de la pompe (L/min)** | 0,2 | **Débit final de la pompe (L/min)** | 0,2 | **Variation du débit (%)** | 0 | **Volume prélevé (L)** | 12 |

**REMARQUES**

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **OPERATEUR** | | | **CHARGE D'AFFAIRE** | | | **CONTRÔLE INTERNE** | | |
| **DATE** | **VISA** | | **DATE** | **VISA** | | **DATE** | **VISA** | |
| 07/04/2025 | RC | | 15/05/2025 | AM | | | | |

## 14.5 Rapport d'analyses du laboratoire – gaz du sol

Accréditation n°1-1364
Portée disponible
sur www.cofrac.fr

WESSLING
part of ALS Limited
WESSLING France
ZI de Chesnes Tharabie
40 rue du Ruisseau - BP 50705
38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr - www.wessling.fr

WESSLING France, 40 rue du Ruisseau, 38070 Saint-Quentin-Fallavier Cedex

*G ENVIRONNEMENT*
*Monsieur Aomar MOKRANE*
*6 Rue des Essarts*
*38610 GIERES*

| | |
|---|---|
| N° rapport d'essai | ULY25-012639-1 |
| N° commande | ULY-12686-25 |
| Interlocuteur (interne) | J. Garambois |
| Téléphone | +33 426 389 565 |
| Courrier électronique | jb.garambois@wessling.fr |
| Date | 16.04.2025 |

# Rapport d'essai

***Aff 4889 - Gaz***



Les résultats ne se rapportent qu'aux échantillons soumis à l'essai et tels qu'ils ont été reçus (dans le cas où le laboratoire n'a pas prélevé les échantillons).
Les résultats des paramètres couverts par l'accréditation EN ISO/CEI 17025 sont marqués d'un (A).
La portée d'accréditation COFRAC n°1-1364 essais du laboratoire WESSLING de Lyon (St Quentin Fallavier) est disponible sur le site www.cofrac.fr pour les résultats accrédités par ce laboratoire.
Le COFRAC est signataire des accords de reconnaissance mutuels de l'ILAC et de l'EA pour les activités d'essai.
Les organismes d'accréditation signataires de ces accords pour les activités d'essai reconnaissent comme dignes de confiance les rapports couverts par l'accréditation des autres organismes d'accréditation signataires des accords des activités d'essai.
Ce rapport d'essai ne peut être reproduit que sous son intégralité et avec l'autorisation des laboratoires WESSLING.
Les laboratoires WESSLING autorisent leurs clients à extraire tout ou partie des résultats d'essai envoyés à titre indicatif sous format excel uniquement à des fins de retraitement, de suivi et d'interprétation de données sans faire allusion à l'accréditation des résultats d'essai.
Les données fournies par le client sont sous sa responsabilité et identifiées en italique.

Page 1 sur 4

Rapport d'essai n°. : ULY25-012639-1
Projet : *Aff 4889 - Gaz*

WESSLING part of ALS Limited
WESSLING France
ZI de Chesnes Tharabie
40 rue du Ruisseau - BP 50705
38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr - www.wessling.fr

**Le 16.04.2025**

| N° d'échantillon | | 25-048881-01 | 25-048881-01-1 | 25-048881-03 | 25-048881-03-1 |
|---|---|---|---|---|---|
| **Désignation d'échantillon** | **Unité** | ***Aff4889 -Pza1 CM*** | ***Aff4889 -Pza1 CC*** | ***Aff4889 -Asd2 CM*** | ***Aff4889 -Asd2 CC*** |

**Hydrocarbures halogénés volatils (COHV)**

Hydrocarbures halogénés volatils - Méthode interne : AIR ACTIF-TPH-COHV-BTEX-GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

| Date d'extraction | | 08/09/2025 | 08/09/2025 | 08/09/2025 | 08/09/2025 |
|---|---|---|---|---|---|
| Type de support / N° de lot | | Anasorb 747 - 23902 | Anasorb 747 - 23902 | Anasorb 747 - 23902 | Anasorb 747 - 23902 |
| Chlorure de vinyle | µg / support | <0,2 (A) | <0,2 (A) | <0,2 (A) | <0,2 (A) |
| 1,1-Dichloroéthylène | µg / support | <0,2 (A) | <0,2 (A) | <0,2 (A) | <0,2 (A) |
| Dichlorométhane | µg / support | <0,2 (A) | <0,2 (A) | <0,2 (A) | <0,2 (A) |
| trans-1,2-Dichloroéthylène | µg / support | 2,5 (A) | <0,2 (A) | 1,5 (A) | <0,2 (A) |
| 1,1-Dichloroéthane | µg / support | <0,2 (A) | <0,2 (A) | <0,2 (A) | <0,2 (A) |
| cis-1,2-Dichloroéthylène | µg / support | 12 (A) | <0,2 (A) | 1,2 (A) | <0,2 (A) |
| Trichlorométhane | µg / support | 3,3 (A) | <0,2 (A) | <0,2 (A) | <0,2 (A) |
| Tétrachlorométhane | µg / support | <0,2 (A) | <0,2 (A) | <0,2 (A) | <0,2 (A) |
| 1,1,1-Trichloroéthane | µg / support | <0,2 (A) | <0,2 (A) | <0,2 (A) | <0,2 (A) |
| Trichloroéthylène | µg / support | 60 (A) | <0,2 (A) | 38 (A) | <0,2 (A) |
| Tétrachloroéthylène | µg / support | <0,2 (A) | <0,2 (A) | 0,29 (A) | <0,2 (A) |
| Somme des COHV | µg / support | 77 | -/- | 41 | -/- |

< : résultat inférieur à la limite de quantification

**Informations sur les échantillons**

| Date de réception : | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 |
|---|---|---|---|---|
| Type d'échantillon : | *Gaz du sol* | *Gaz du sol* | *Gaz du sol* | *Gaz du sol* |
| Date de prélèvement : | *05.04.2025* | *05.04.2025* | *05.04.2025* | *05.04.2025* |
| Heure de prélèvement : | *16:13* | *16:13* | *16:13* | *16:13* |
| Récipient : | CA | CA | CA | CA |
| Température à réception (C°) : | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 |
| Début des analyses : | 15.04.2025 | 15.04.2025 | 15.04.2025 | 15.04.2025 |
| Fin des analyses : | 16.04.2025 | 16.04.2025 | 16.04.2025 | 16.04.2025 |

Rapport d'essai n°. : ULY25-012639-1
Projet : *Aff 4889 - Gaz*

WESSLING
part of ALS Limited
WESSLING France
ZI de Chesnes Tharabie
40 rue du Ruisseau - BP 50705
38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr - www.wessling.fr

**Le 16.04.2025**

| N° d'échantillon | | 25-048881-05 | 25-048881-05-1 | 25-048881-07 | 25-048881-07-1 |
|---|---|---|---|---|---|
| **Désignation d'échantillon** | **Unité** | ***Aff4889 -Asd3 CM*** | ***Aff4889 -Asd3 CC*** | ***Aff4889 -Asd4 CM*** | ***Aff4889 -Asd4 CC*** |

**Hydrocarbures halogénés volatils (COHV)**

Hydrocarbures halogénés volatils - Méthode interne : AIR ACTIF-TPH-COHV-BTEX-GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

| Date d'extraction | | 08/09/2025 | 08/09/2025 | 08/09/2025 | 08/09/2025 |
|---|---|---|---|---|---|
| Type de support / N° de lot | | Anasorb 747 - 23902 | Anasorb 747 - 23902 | Anasorb 747 - 23902 | Anasorb 747 - 23902 |
| Chlorure de vinyle | µg / support | <0,2 (A) | <0,2 (A) | <0,2 (A) | <0,2 (A) |
| 1,1-Dichloroéthylène | µg / support | <0,2 (A) | <0,2 (A) | <0,2 (A) | <0,2 (A) |
| Dichlorométhane | µg / support | <0,2 (A) | <0,2 (A) | <0,2 (A) | <0,2 (A) |
| trans-1,2-Dichloroéthylène | µg / support | <0,2 (A) | <0,2 (A) | <0,2 (A) | <0,2 (A) |
| 1,1-Dichloroéthane | µg / support | <0,2 (A) | <0,2 (A) | <0,2 (A) | <0,2 (A) |
| cis-1,2-Dichloroéthylène | µg / support | 0,29 (A) | <0,2 (A) | 0,26 (A) | <0,2 (A) |
| Trichlorométhane | µg / support | <0,2 (A) | <0,2 (A) | <0,2 (A) | <0,2 (A) |
| Tétrachlorométhane | µg / support | <0,2 (A) | <0,2 (A) | <0,2 (A) | <0,2 (A) |
| 1,1,1-Trichloroéthane | µg / support | <0,2 (A) | <0,2 (A) | <0,2 (A) | <0,2 (A) |
| Trichloroéthylène | µg / support | <2,8 (A) | <0,2 (A) | 170 (A) | <0,2 (A) |
| Tétrachloroéthylène | µg / support | <0,2 (A) | <0,2 (A) | 0,32 (A) | <0,2 (A) |
| Somme des COHV | µg / support | 0.29 | -/- | 170 | -/- |

< : résultat inférieur à la limite de quantification

**Informations sur les échantillons**

| Date de réception : | | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 |
|---|---|---|---|---|---|
| Type d'échantillon : | | *Gaz du sol* | *Gaz du sol* | *Gaz du sol* | *Gaz du sol* |
| Date de prélèvement : | | *05.04.2025* | *05.04.2025* | *05.04.2025* | *05.04.2025* |
| Heure de prélèvement : | | *16:13* | *16:13* | *16:13* | *16:13* |
| Récipient : | | CA | CA | CA | CA |
| Température à réception (C°) : | | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 |
| Début des analyses : | | 15.04.2025 | 15.04.2025 | 15.04.2025 | 15.04.2025 |
| Fin des analyses : | | 16.04.2025 | 16.04.2025 | 16.04.2025 | 16.04.2025 |

Rapport d'essai n°. : ULY25-012639-1
Projet : *Aff 4889 - Gaz*

WESSLING
part of ALS Limited
WESSLING France
ZI de Chesnes Tharabie
40 rue du Ruisseau • BP 50705
38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr • www.wessling.fr

**Le 16.04.2025**

**Informations sur vos résultats d'analyses :**

Les résultats fournis et les limites de quantification indiquées ne prennent pas en compte le rendement de désorption du support.
Les seuils sont susceptibles d'être augmentés en fonction d'interférences chimiques.
Seuls les résultats quantifiés (résultats égaux ou supérieurs à la LQ) sont pris en compte dans le calcul des sommes. Dans le cas contraire la somme est rendue "-/-".

Le délai de mise en analyse par rapport au prélèvement est supérieur aux exigences normatives, ce qui augmente l'incertitude et émet une réserve sur le résultat. :
-Hydrocarbures halogénés volatils, Valable pour tous les paramètres : Valable pour tous les échantillons.

Complément d'analyse du rapport d'essai n°ULY25-011904-2

Approuvé par :
Robin T'JAMPENS
Responsable Pôle Déchet / Directeur de site adjoint

Rapport d'essai n°. : ULY25-011904-2
Projet : *Aff 4889 - Gaz*

WESSLING part of ALS Limited
WESSLING France
ZI de Chesnes Tharabie
40 rue du Ruisseau • BP 50705
38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr • www.wessling.fr

Le 15.04.2025

| N° d'échantillon | | 25-048881-01 | 25-048881-01-1 | 25-048881-02 | 25-048881-02-1 |
|---|---|---|---|---|---|
| Désignation d'échantillon | Unité | *Aff4889 -Pza1 CM* | *Aff4889 -Pza1 CC* | *Aff4889 -Pza1' CM* | *Aff4889 -Pza1' CC* |

**Hydrocarbures volatils**

Indice hydrocarbures volatils C5 à C16 - Méthode interne : AIR ACTIF-TPH-COHV-BTEX-GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

| Date d'extraction | | 08/04/2025 | 08/04/2025 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Type de support / N° de lot | | Anasorb 747 - 23902 | Anasorb 747 - 23902 | | |
| Hydrocarbures aromatiques C6-C7 | µg / support | 1,6 | <1,0 | | |
| Hydrocarbures aromatiques C7-C8 | µg / support | 1,7 | <1,0 | | |
| Hydrocarbures aromatiques C8-C9 | µg / support | 1,9 | <1,0 | | |
| Hydrocarbures aromatiques C9-C10 | µg / support | 2,3 | <1,0 | | |
| Hydrocarbures aromatiques C10-C11 | µg / support | <1,0 | <1,0 | | |
| Hydrocarbures aromatiques C11-C12 | µg / support | <1,0 | <1,0 | | |
| Hydrocarbures aromatiques C12-C13 | µg / support | <1,0 | <1,0 | | |
| Hydrocarbures aromatiques C13-C14 | µg / support | <1,0 | <1,0 | | |
| Hydrocarbures aromatiques C14-C15 | µg / support | <1,0 | <1,0 | | |
| Hydrocarbures aromatiques C15-C16 | µg / support | <1,0 | <1,0 | | |
| Indice Hydrocarbures Aromatiques C6-C16 | µg / support | 7,5 (A) | <5,0 (A) | | |
| Hydrocarbures aliphatiques C5-C6 | µg / support | <5,0 | <5,0 | | |
| Hydrocarbures aliphatiques C6-C7 | µg / support | <5,0 | <5,0 | | |
| Hydrocarbures aliphatiques C7-C8 | µg / support | <5,0 | <5,0 | | |
| Hydrocarbures aliphatiques C8-C9 | µg / support | <5,0 | <5,0 | | |
| Hydrocarbures aliphatiques C9-C10 | µg / support | 7,3 | <5,0 | | |
| Hydrocarbures aliphatiques C10-C11 | µg / support | 76 | <5,0 | | |
| Hydrocarbures aliphatiques C11-C12 | µg / support | 28 | <5,0 | | |
| Hydrocarbures aliphatiques C12-C13 | µg / support | <5,0 | <5,0 | | |
| Hydrocarbures aliphatiques C13-C14 | µg / support | <5,0 | <5,0 | | |
| Hydrocarbures aliphatiques C14-C15 | µg / support | <5,0 | <5,0 | | |
| Hydrocarbures aliphatiques C15-C16 | µg / support | <5,0 | <5,0 | | |
| Indice Hydrocarbures Aliphatiques C5-C16 | µg / support | 110 (A) | <25 (A) | | |

**Hydrocarbures halogénés volatils (COHV)**

Hydrocarbures halogénés volatils - Méthode interne : AIR ACTIF-TPH-COHV-BTEX-GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

| Date d'extraction | | | | 08/04/2025 | 08/04/2025 |
|---|---|---|---|---|---|
| Type de support / N° de lot | | | | Anasorb 747 - 23902 | Anasorb 747 - 23902 |
| Chlorure de vinyle | µg / support | | | <0,2 (A) | <0,2 (A) |
| 1,1-Dichloroéthylène | µg / support | | | <0,2 (A) | <0,2 (A) |
| Dichlorométhane | µg / support | | | <0,2 (A) | <0,2 (A) |
| trans-1,2-Dichloroéthylène | µg / support | | | <0,2 (A) | <0,2 (A) |
| 1,1-Dichloroéthane | µg / support | | | <0,2 (A) | <0,2 (A) |
| cis-1,2-Dichloroéthylène | µg / support | | | 0,7 (A) | <0,2 (A) |
| Trichlorométhane | µg / support | | | <0,2 (A) | <0,2 (A) |
| Tétrachlorométhane | µg / support | | | <0,2 (A) | <0,2 (A) |
| 1,1,1-Trichloroéthane | µg / support | | | <0,2 (A) | <0,2 (A) |
| Trichloroéthylène | µg / support | | | 3,3 (A) | <0,2 (A) |
| Tétrachloroéthylène | µg / support | | | <0,2 (A) | <0,2 (A) |
| Somme des COHV | µg / support | | | 4,0 | -/- |

Rapport d'essai n°. : ULY25-011904-2
Projet : *Aff 4889 - Gaz*

WESSLING
part of ALS Limited
WESSLING France
ZI de Chesnes Tharabie
40 rue du Ruisseau • BP 50705
38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr • www.wessling.fr

**Le 15.04.2025**

| N° d'échantillon | | 25-048881-01 | 25-048881-01-1 | 25-048881-02 | 25-048881-02-1 |
|---|---|---|---|---|---|
| **Désignation d'échantillon** | **Unité** | ***Aff4889 -Pza1 CM*** | ***Aff4889 -Pza1 CC*** | ***Aff4889 -Pza1' CM*** | ***Aff4889 -Pza1' CC*** |

**Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)**

Benzene et aromatiques (CAV-BTEX) - Méthode interne : AIR ACTIF-TPH-COHV-BTEX-GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Date d'extraction | | 08/04/2025 | 08/04/2025 | | |
| Type de support / N° de lot | | Anasorb 747 - 23902 | Anasorb 747 - 23902 | | |
| Benzène | µg / support | 1,6 (A) | <0,2 (A) | | |
| Toluène | µg / support | 1,7 (A) | <0,2 (A) | | |
| Ethylbenzène | µg / support | 0,45 (A) | <0,2 (A) | | |
| m-, p-Xylène | µg / support | 0,98 (A) | <0,2 (A) | | |
| o-Xylène | µg / support | 0,47 (A) | <0,2 (A) | | |
| Cumène | µg / support | <0,2 (A) | <0,2 (A) | | |
| m-, p-Ethyltoluène | µg / support | 0,59 (A) | <0,2 (A) | | |
| 1,3,5-Triméthylbenzène (Mésitylène) | µg / support | 0,31 (A) | <0,2 (A) | | |
| o-Ethyltoluène | µg / support | 0,23 (A) | <0,2 (A) | | |
| 1,2,4-Triméthylbenzène (Pseudocumène) | µg / support | 0,79 (A) | <0,2 (A) | | |
| Somme des CAV-BTEX | µg / support | 7,12 | -/- | | |

< : résultat inférieur à la limite de quantification

**Informations sur les échantillons**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Date de réception : | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 |
| Type d'échantillon : | *Gaz du sol* | *Gaz du sol* | *Gaz du sol* | *Gaz du sol* |
| Date de prélèvement : | *05.04.2025* | *05.04.2025* | *05.04.2025* | *05.04.2025* |
| Heure de prélèvement : | *16:13* | *16:13* | *16:13* | *16:13* |
| Récipient : | CA | CA | CA | CA |
| Température à réception (C°) : | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 |
| Début des analyses : | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 |
| Fin des analyses : | 10.04.2025 | 10.04.2025 | 10.04.2025 | 10.04.2025 |

Rapport d'essai n°. : ULY25-011904-2
Projet : *Aff 4889 - Gaz*

WESSLING part of ALS Limited
WESSLING France
ZI de Chesnes Tharabie
40 rue du Ruisseau - BP 50705
38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr - www.wessling.fr

**Le 15.04.2025**

| N° d'échantillon | | 25-048881-03 | 25-048881-03-1 | 25-048881-04 | 25-048881-04-1 |
|---|---|---|---|---|---|
| **Désignation d'échantillon** | **Unité** | ***Aff4889 -Asd2 CM*** | ***Aff4889 -Asd2 CC*** | ***Aff4889 -Asd2' CM*** | ***Aff4889 -Asd2' CC*** |

**Hydrocarbures volatils**

Indice hydrocarbures volatils C5 à C16 - Méthode interne : AIR ACTIF-TPH-COHV-BTEX-GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

| Date d'extraction | | 08/04/2025 | 08/04/2025 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Type de support / N° de lot | | Anasorb 747 - 23902 | Anasorb 747 - 23902 | | |
| Hydrocarbures aromatiques C6-C7 | µg / support | <1,0 | <1,0 | | |
| Hydrocarbures aromatiques C7-C8 | µg / support | <1,0 | <1,0 | | |
| Hydrocarbures aromatiques C8-C9 | µg / support | 4,6 | <1,0 | | |
| Hydrocarbures aromatiques C9-C10 | µg / support | 1,9 | <1,0 | | |
| Hydrocarbures aromatiques C10-C11 | µg / support | <1,0 | <1,0 | | |
| Hydrocarbures aromatiques C11-C12 | µg / support | <1,0 | <1,0 | | |
| Hydrocarbures aromatiques C12-C13 | µg / support | <1,0 | <1,0 | | |
| Hydrocarbures aromatiques C13-C14 | µg / support | <1,0 | <1,0 | | |
| Hydrocarbures aromatiques C14-C15 | µg / support | <1,0 | <1,0 | | |
| Hydrocarbures aromatiques C15-C16 | µg / support | <1,0 | <1,0 | | |
| Indice Hydrocarbures Aromatiques C6-C16 | µg / support | 6,5 (A) | <5,0 (A) | | |
| Hydrocarbures aliphatiques C5-C6 | µg / support | <5,0 | <5,0 | | |
| Hydrocarbures aliphatiques C6-C7 | µg / support | <5,0 | <5,0 | | |
| Hydrocarbures aliphatiques C7-C8 | µg / support | <5,0 | <5,0 | | |
| Hydrocarbures aliphatiques C8-C9 | µg / support | <5,0 | <5,0 | | |
| Hydrocarbures aliphatiques C9-C10 | µg / support | 21 | <5,0 | | |
| Hydrocarbures aliphatiques C10-C11 | µg / support | 160 | <5,0 | | |
| Hydrocarbures aliphatiques C11-C12 | µg / support | 21 | <5,0 | | |
| Hydrocarbures aliphatiques C12-C13 | µg / support | <5,0 | <5,0 | | |
| Hydrocarbures aliphatiques C13-C14 | µg / support | <5,0 | <5,0 | | |
| Hydrocarbures aliphatiques C14-C15 | µg / support | <5,0 | <5,0 | | |
| Hydrocarbures aliphatiques C15-C16 | µg / support | <5,0 | <5,0 | | |
| Indice Hydrocarbures Aliphatiques C5-C16 | µg / support | 200 (A) | <25 (A) | | |

**Hydrocarbures halogénés volatils (COHV)**

Hydrocarbures halogénés volatils - Méthode interne : AIR ACTIF-TPH-COHV-BTEX-GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

| Date d'extraction | | | | 08/04/2025 | 08/04/2025 |
|---|---|---|---|---|---|
| Type de support / N° de lot | | | | Anasorb 747 - 23902 | Anasorb 747 - 23902 |
| Chlorure de vinyle | µg / support | | | <0,2 (A) | <0,2 (A) |
| 1,1-Dichloroéthylène | µg / support | | | <0,2 (A) | <0,2 (A) |
| Dichlorométhane | µg / support | | | <0,2 (A) | <0,2 (A) |
| trans-1,2-Dichloroéthylène | µg / support | | | <0,2 (A) | <0,2 (A) |
| 1,1-Dichloroéthane | µg / support | | | <0,2 (A) | <0,2 (A) |
| cis-1,2-Dichloroéthylène | µg / support | | | <0,2 (A) | <0,2 (A) |
| Trichlorométhane | µg / support | | | <0,2 (A) | <0,2 (A) |
| Tétrachlorométhane | µg / support | | | <0,2 (A) | <0,2 (A) |
| 1,1,1-Trichloroéthane | µg / support | | | <0,2 (A) | <0,2 (A) |
| Trichloroéthylène | µg / support | | | 0,3 (A) | <0,2 (A) |
| Tétrachloroéthylène | µg / support | | | <0,2 (A) | <0,2 (A) |
| Somme des COHV | µg / support | | | 0,3 | -/- |

Rapport d'essai n°. : ULY25-011904-2
Projet : *Aff 4889 - Gaz*

WESSLING
part of ALS Limited
WESSLING France
ZI de Chesnes Tharabie
40 rue du Ruisseau - BP 50705
38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr - www.wessling.fr

**Le 15.04.2025**

| N° d'échantillon | | 25-048881-03 | 25-048881-03-1 | 25-048881-04 | 25-048881-04-1 |
|---|---|---|---|---|---|
| **Désignation d'échantillon** | **Unité** | ***Aff4889 -Asd2 CM*** | ***Aff4889 -Asd2 CC*** | ***Aff4889 -Asd2' CM*** | ***Aff4889 -Asd2' CC*** |

**Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)**

Benzene et aromatiques (CAV-BTEX) - Méthode interne : AIR ACTIF-TPH-COHV-BTEX-GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Date d'extraction | | 08/04/2025 | 08/04/2025 | | |
| Type de support / N° de lot | | Anasorb 747 - 23902 | Anasorb 747 - 23902 | | |
| Benzène | µg / support | 0,21 (A) | <0,2 (A) | | |
| Toluène | µg / support | 0,52 (A) | <0,2 (A) | | |
| Ethylbenzène | µg / support | 0,91 (A) | <0,2 (A) | | |
| m-, p-Xylène | µg / support | 2,7 (A) | <0,2 (A) | | |
| o-Xylène | µg / support | 1,0 (A) | <0,2 (A) | | |
| Cumène | µg / support | <0,2 (A) | <0,2 (A) | | |
| m-, p-Ethyltoluène | µg / support | 0,54 (A) | <0,2 (A) | | |
| 1,3,5-Triméthylbenzène (Mésitylène) | µg / support | 0,21 (A) | <0,2 (A) | | |
| o-Ethyltoluène | µg / support | <0,2 (A) | <0,2 (A) | | |
| 1,2,4-Triméthylbenzène (Pseudocumène) | µg / support | 0,81 (A) | <0,2 (A) | | |
| Somme des CAV-BTEX | µg / support | 6,85 | -/- | | |

< : résultat inférieur à la limite de quantification

**Informations sur les échantillons**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Date de réception : | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 |
| Type d'échantillon : | *Gaz du sol* | *Gaz du sol* | *Gaz du sol* | *Gaz du sol* |
| Date de prélèvement : | *05.04.2025* | *05.04.2025* | *05.04.2025* | *05.04.2025* |
| Heure de prélèvement : | *16:13* | *16:13* | *16:13* | *16:13* |
| Récipient : | CA | CA | CA | CA |
| Température à réception (C°) : | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 |
| Début des analyses : | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 |
| Fin des analyses : | 10.04.2025 | 10.04.2025 | 10.04.2025 | 10.04.2025 |

Rapport d'essai n°. : ULY25-011904-2
Projet : *Aff 4889 - Gaz*

WESSLING part of ALS Limited
WESSLING France
ZI de Chesnes Tharabie
40 rue du Ruisseau • BP 50705
38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr • www.wessling.fr

Le 15.04.2025

| N° d'échantillon | | 25-048881-05 | 25-048881-05-1 | 25-048881-06 | 25-048881-06-1 |
|---|---|---|---|---|---|
| Désignation d'échantillon | Unité | *Aff4889 -Asd3 CM* | *Aff4889 -Asd3 CC* | *Aff4889 -Asd3' CM* | *Aff4889 -Asd3' CC* |

**Hydrocarbures volatils**

Indice hydrocarbures volatils C5 à C16 - Méthode interne : AIR ACTIF-TPH-COHV-BTEX-GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

| Date d'extraction | | 08/04/2025 | 08/04/2025 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Type de support / N° de lot | | Anasorb 747 - 23902 | Anasorb 747 - 23902 | | |
| Hydrocarbures aromatiques C6-C7 | µg / support | <1,0 | <1,0 | | |
| Hydrocarbures aromatiques C7-C8 | µg / support | 4,8 | <1,0 | | |
| Hydrocarbures aromatiques C8-C9 | µg / support | 3,4 | <1,0 | | |
| Hydrocarbures aromatiques C9-C10 | µg / support | 23 | <1,0 | | |
| Hydrocarbures aromatiques C10-C11 | µg / support | 2,4 | <1,0 | | |
| Hydrocarbures aromatiques C11-C12 | µg / support | <1,0 | <1,0 | | |
| Hydrocarbures aromatiques C12-C13 | µg / support | <1,0 | <1,0 | | |
| Hydrocarbures aromatiques C13-C14 | µg / support | <1,0 | <1,0 | | |
| Hydrocarbures aromatiques C14-C15 | µg / support | <1,0 | <1,0 | | |
| Hydrocarbures aromatiques C15-C16 | µg / support | <1,0 | <1,0 | | |
| Indice Hydrocarbures Aromatiques C6-C16 | µg / support | 34 (A) | <5,0 (A) | | |
| Hydrocarbures aliphatiques C5-C6 | µg / support | <5,0 | <5,0 | | |
| Hydrocarbures aliphatiques C6-C7 | µg / support | <5,0 | <5,0 | | |
| Hydrocarbures aliphatiques C7-C8 | µg / support | <5,0 | <5,0 | | |
| Hydrocarbures aliphatiques C8-C9 | µg / support | 18 | <5,0 | | |
| Hydrocarbures aliphatiques C9-C10 | µg / support | 94 | <5,0 | | |
| Hydrocarbures aliphatiques C10-C11 | µg / support | 300 | <5,0 | | |
| Hydrocarbures aliphatiques C11-C12 | µg / support | 47 | <5,0 | | |
| Hydrocarbures aliphatiques C12-C13 | µg / support | 8,4 | <5,0 | | |
| Hydrocarbures aliphatiques C13-C14 | µg / support | <5,0 | <5,0 | | |
| Hydrocarbures aliphatiques C14-C15 | µg / support | <5,0 | <5,0 | | |
| Hydrocarbures aliphatiques C15-C16 | µg / support | <5,0 | <5,0 | | |
| Indice Hydrocarbures Aliphatiques C5-C16 | µg / support | 460 (A) | <25 (A) | | |

**Hydrocarbures halogénés volatils (COHV)**

Hydrocarbures halogénés volatils - Méthode interne : AIR ACTIF-TPH-COHV-BTEX-GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

| Date d'extraction | | | | 08/04/2025 | 08/04/2025 |
|---|---|---|---|---|---|
| Type de support / N° de lot | | | | Anasorb 747 - 23902 | Anasorb 747 - 23902 |
| Chlorure de vinyle | µg / support | | | <0,2 (A) | <0,2 (A) |
| 1,1-Dichloroéthylène | µg / support | | | <0,2 (A) | <0,2 (A) |
| Dichlorométhane | µg / support | | | <0,2 (A) | <0,2 (A) |
| trans-1,2-Dichloroéthylène | µg / support | | | <0,2 (A) | <0,2 (A) |
| 1,1-Dichloroéthane | µg / support | | | <0,2 (A) | <0,2 (A) |
| cis-1,2-Dichloroéthylène | µg / support | | | <0,2 (A) | <0,2 (A) |
| Trichlorométhane | µg / support | | | <0,2 (A) | <0,2 (A) |
| Tétrachlorométhane | µg / support | | | <0,2 (A) | <0,2 (A) |
| 1,1,1-Trichloroéthane | µg / support | | | <0,2 (A) | <0,2 (A) |
| Trichloroéthylène | µg / support | | | <0,46 (A) | <0,2 (A) |
| Tétrachloroéthylène | µg / support | | | <0,2 (A) | <0,2 (A) |
| Somme des COHV | µg / support | | | -/- | -/- |

Rapport d'essai n°. : ULY25-011904-2
Projet : *Aff 4889 - Gaz*

WESSLING
part of ALS Limited
WESSLING France
ZI de Chesnes Tharabie
40 rue du Ruisseau - BP 50705
38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr - www.wessling.fr

**Le 15.04.2025**

| N° d'échantillon | | 25-048881-05 | 25-048881-05-1 | 25-048881-06 | 25-048881-06-1 |
|---|---|---|---|---|---|
| **Désignation d'échantillon** | **Unité** | ***Aff4889 -Asd3 CM*** | ***Aff4889 -Asd3 CC*** | ***Aff4889 -Asd3' CM*** | ***Aff4889 -Asd3' CC*** |

**Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)**

Benzene et aromatiques (CAV-BTEX) - Méthode interne : AIR ACTIF-TPH-COHV-BTEX-GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Date d'extraction | | 08/04/2025 | 08/04/2025 | | |
| Type de support / N° de lot | | Anasorb 747 - 23902 | Anasorb 747 - 23902 | | |
| Benzène | µg / support | 0,42 (A) | <0,2 (A) | | |
| Toluène | µg / support | 4,8 (A) | <0,2 (A) | | |
| Ethylbenzène | µg / support | 0,82 (A) | <0,2 (A) | | |
| m-, p-Xylène | µg / support | 2,0 (A) | <0,2 (A) | | |
| o-Xylène | µg / support | 0,65 (A) | <0,2 (A) | | |
| Cumène | µg / support | 0,78 (A) | <0,2 (A) | | |
| m-, p-Ethyltoluène | µg / support | 7,5 (A) | <0,2 (A) | | |
| 1,3,5-Triméthylbenzène (Mésitylène) | µg / support | 3,1 (A) | <0,2 (A) | | |
| o-Ethyltoluène | µg / support | 2,4 (A) | <0,2 (A) | | |
| 1,2,4-Triméthylbenzène (Pseudocumène) | µg / support | 7,8 (A) | <0,2 (A) | | |
| Somme des CAV-BTEX | µg / support | 30,2 | -/- | | |

< : résultat inférieur à la limite de quantification

**Informations sur les échantillons**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Date de réception : | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 |
| Type d'échantillon : | *Gaz du sol* | *Gaz du sol* | *Gaz du sol* | *Gaz du sol* |
| Date de prélèvement : | *05.04.2025* | *05.04.2025* | *05.04.2025* | *05.04.2025* |
| Heure de prélèvement : | *16:13* | *16:13* | *16:13* | *16:13* |
| Récipient : | CA | CA | CA | CA |
| Température à réception (C°) : | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 |
| Début des analyses : | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 |
| Fin des analyses : | 10.04.2025 | 10.04.2025 | 10.04.2025 | 10.04.2025 |

Rapport d'essai n°. : ULY25-011904-2
Projet : *Aff 4889 - Gaz*

WESSLING part of ALS Limited
WESSLING France
ZI de Chesnes Tharabie
40 rue du Ruisseau • BP 50705
38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr • www.wessling.fr

**Le 15.04.2025**

| N° d'échantillon | | 25-048881-07 | 25-048881-07-1 | 25-048881-08 | 25-048881-08-1 |
|---|---|---|---|---|---|
| **Désignation d'échantillon** | **Unité** | ***Aff4889 -Asd4 CM*** | ***Aff4889 -Asd4 CC*** | ***Aff4889 -Asd4' CM*** | ***Aff4889 -Asd4' CC*** |

**Hydrocarbures volatils**

Indice hydrocarbures volatils C5 à C16 - Méthode interne : AIR ACTIF-TPH-COHV-BTEX-GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

| Date d'extraction | | 08/04/2025 | 08/04/2025 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Type de support / N° de lot | | Anasorb 747 - 23902 | Anasorb 747 - 23902 | | |
| Hydrocarbures aromatiques C6-C7 | µg / support | 2,0 | <1,0 | | |
| Hydrocarbures aromatiques C7-C8 | µg / support | 5,8 | <1,0 | | |
| Hydrocarbures aromatiques C8-C9 | µg / support | 5,7 | <1,0 | | |
| Hydrocarbures aromatiques C9-C10 | µg / support | 5,5 | <1,0 | | |
| Hydrocarbures aromatiques C10-C11 | µg / support | 1,9 | <1,0 | | |
| Hydrocarbures aromatiques C11-C12 | µg / support | <1,0 | <1,0 | | |
| Hydrocarbures aromatiques C12-C13 | µg / support | <1,0 | <1,0 | | |
| Hydrocarbures aromatiques C13-C14 | µg / support | <1,0 | <1,0 | | |
| Hydrocarbures aromatiques C14-C15 | µg / support | <1,0 | <1,0 | | |
| Hydrocarbures aromatiques C15-C16 | µg / support | <1,0 | <1,0 | | |
| Indice Hydrocarbures Aromatiques C6-C16 | µg / support | 21 (A) | <5,0 (A) | | |
| Hydrocarbures aliphatiques C5-C6 | µg / support | <5,0 | <5,0 | | |
| Hydrocarbures aliphatiques C6-C7 | µg / support | <5,0 | <5,0 | | |
| Hydrocarbures aliphatiques C7-C8 | µg / support | <5,0 | <5,0 | | |
| Hydrocarbures aliphatiques C8-C9 | µg / support | <5,0 | <5,0 | | |
| Hydrocarbures aliphatiques C9-C10 | µg / support | 11 | <5,0 | | |
| Hydrocarbures aliphatiques C10-C11 | µg / support | 30 | <5,0 | | |
| Hydrocarbures aliphatiques C11-C12 | µg / support | 6,4 | <5,0 | | |
| Hydrocarbures aliphatiques C12-C13 | µg / support | <5,0 | <5,0 | | |
| Hydrocarbures aliphatiques C13-C14 | µg / support | <5,0 | <5,0 | | |
| Hydrocarbures aliphatiques C14-C15 | µg / support | <5,0 | <5,0 | | |
| Hydrocarbures aliphatiques C15-C16 | µg / support | <5,0 | <5,0 | | |
| Indice Hydrocarbures Aliphatiques C5-C16 | µg / support | 48 (A) | <25 (A) | | |

**Hydrocarbures halogénés volatils (COHV)**

Hydrocarbures halogénés volatils - Méthode interne : AIR ACTIF-TPH-COHV-BTEX-GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

| Date d'extraction | | | | 08/04/2025 | 08/04/2025 |
|---|---|---|---|---|---|
| Type de support / N° de lot | | | | Anasorb 747 - 23902 | Anasorb 747 - 23902 |
| Chlorure de vinyle | µg / support | | | <0,2 (A) | <0,2 (A) |
| 1,1-Dichloroéthylène | µg / support | | | <0,2 (A) | <0,2 (A) |
| Dichlorométhane | µg / support | | | <0,2 (A) | <0,2 (A) |
| trans-1,2-Dichloroéthylène | µg / support | | | <0,2 (A) | <0,2 (A) |
| 1,1-Dichloroéthane | µg / support | | | <0,2 (A) | <0,2 (A) |
| cis-1,2-Dichloroéthylène | µg / support | | | <0,2 (A) | <0,2 (A) |
| Trichlorométhane | µg / support | | | <0,2 (A) | <0,2 (A) |
| Tétrachlorométhane | µg / support | | | <0,2 (A) | <0,2 (A) |
| 1,1,1-Trichloroéthane | µg / support | | | <0,2 (A) | <0,2 (A) |
| Trichloroéthylène | µg / support | | | 13 (A) | <0,2 (A) |
| Tétrachloroéthylène | µg / support | | | <0,2 (A) | <0,2 (A) |
| Somme des COHV | µg / support | | | 13 | -/- |

Rapport d'essai n°. : ULY25-011904-2
Projet : *Aff 4889 - Gaz*

WESSLING
part of ALS Limited
WESSLING France
ZI de Chesnes Tharabie
40 rue du Ruisseau • BP 50705
38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr • www.wessling.fr

**Le 15.04.2025**

| N° d'échantillon | | 25-048881-07 | 25-048881-07-1 | 25-048881-08 | 25-048881-08-1 |
|---|---|---|---|---|---|
| **Désignation d'échantillon** | **Unité** | ***Aff4889 -Asd4 CM*** | ***Aff4889 -Asd4 CC*** | ***Aff4889 -Asd4' CM*** | ***Aff4889 -Asd4' CC*** |

**Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)**

Benzene et aromatiques (CAV-BTEX) - Méthode interne : AIR ACTIF-TPH-COHV-BTEX-GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Date d'extraction | | 08/04/2025 | 08/04/2025 | | |
| Type de support / N° de lot | | Anasorb 747 - 23902 | Anasorb 747 - 23902 | | |
| Benzène | µg / support | 2,0 (A) | <0,2 (A) | | |
| Toluène | µg / support | 5,8 (A) | <0,2 (A) | | |
| Ethylbenzène | µg / support | 1,2 (A) | <0,2 (A) | | |
| m-, p-Xylène | µg / support | 3,2 (A) | <0,2 (A) | | |
| o-Xylène | µg / support | 1,2 (A) | <0,2 (A) | | |
| Cumène | µg / support | <0,2 (A) | <0,2 (A) | | |
| m-, p-Ethyltoluène | µg / support | 1,9 (A) | <0,2 (A) | | |
| 1,3,5-Triméthylbenzène (Mésitylène) | µg / support | 0,54 (A) | <0,2 (A) | | |
| o-Ethyltoluène | µg / support | 0,63 (A) | <0,2 (A) | | |
| 1,2,4-Triméthylbenzène (Pseudocumène) | µg / support | 1,8 (A) | <0,2 (A) | | |
| Somme des CAV-BTEX | µg / support | 18,2 | -/- | | |

< : résultat inférieur à la limite de quantification

**Informations sur les échantillons**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Date de réception : | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 |
| Type d'échantillon : | *Gaz du sol* | *Gaz du sol* | *Gaz du sol* | *Gaz du sol* |
| Date de prélèvement : | *05.04.2025* | *05.04.2025* | *05.04.2025* | *05.04.2025* |
| Heure de prélèvement : | *16:13* | *16:13* | *16:13* | *16:13* |
| Récipient : | CA | CA | CA | CA |
| Température à réception (C°) : | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 |
| Début des analyses : | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 |
| Fin des analyses : | 10.04.2025 | 10.04.2025 | 10.04.2025 | 10.04.2025 |

Rapport d'essai n°. : ULY25-011904-2
Projet : *Aff 4889 - Gaz*

WESSLING part of ALS Limited

**Le 15.04.2025**

| N° d'échantillon | | 25-048881-09 | 25-048881-09-1 | 25-048881-10 | 25-048881-10-1 |
|---|---|---|---|---|---|
| **Désignation d'échantillon** | **Unité** | ***Aff4889 -BT - gaz CM*** | ***Aff4889 -BT - gaz CC*** | ***Aff4889 -BTR - gaz CM*** | ***Aff4889 -BTR - gaz CC*** |

**Hydrocarbures volatils**

Indice hydrocarbures volatils C5 à C16 - Méthode interne : AIR ACTIF-TPH-COHV-BTEX-GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

| Date d'extraction | | 08/04/2025 | 08/04/2025 | 08/04/2025 | 08/04/2025 |
|---|---|---|---|---|---|
| Type de support / N° de lot | | Anasorb 747 - 23902 | Anasorb 747 - 23902 | Anasorb 747 - 23902 | Anasorb 747 - 23902 |
| Hydrocarbures aromatiques C6-C7 | µg / support | <1,0 | <1,0 | <1,0 | <1,0 |
| Hydrocarbures aromatiques C7-C8 | µg / support | <1,0 | <1,0 | <1,0 | <1,0 |
| Hydrocarbures aromatiques C8-C9 | µg / support | <1,0 | <1,0 | <1,0 | <1,0 |
| Hydrocarbures aromatiques C9-C10 | µg / support | <1,0 | <1,0 | <1,0 | <1,0 |
| Hydrocarbures aromatiques C10-C11 | µg / support | <1,0 | <1,0 | <1,0 | <1,0 |
| Hydrocarbures aromatiques C11-C12 | µg / support | <1,0 | <1,0 | <1,0 | <1,0 |
| Hydrocarbures aromatiques C12-C13 | µg / support | <1,0 | <1,0 | <1,0 | <1,0 |
| Hydrocarbures aromatiques C13-C14 | µg / support | <1,0 | <1,0 | <1,0 | <1,0 |
| Hydrocarbures aromatiques C14-C15 | µg / support | <1,0 | <1,0 | <1,0 | <1,0 |
| Hydrocarbures aromatiques C15-C16 | µg / support | <1,0 | <1,0 | <1,0 | <1,0 |
| Indice Hydrocarbures Aromatiques C6-C16 | µg / support | <5,0 (A) | <5,0 (A) | <5,0 (A) | <5,0 (A) |
| Hydrocarbures aliphatiques C5-C6 | µg / support | <5,0 | <5,0 | <5,0 | <5,0 |
| Hydrocarbures aliphatiques C6-C7 | µg / support | <5,0 | <5,0 | <5,0 | <5,0 |
| Hydrocarbures aliphatiques C7-C8 | µg / support | <5,0 | <5,0 | <5,0 | <5,0 |
| Hydrocarbures aliphatiques C8-C9 | µg / support | <5,0 | <5,0 | <5,0 | <5,0 |
| Hydrocarbures aliphatiques C9-C10 | µg / support | <5,0 | <5,0 | <5,0 | <5,0 |
| Hydrocarbures aliphatiques C10-C11 | µg / support | <5,0 | <5,0 | <5,0 | <5,0 |
| Hydrocarbures aliphatiques C11-C12 | µg / support | <5,0 | <5,0 | <5,0 | <5,0 |
| Hydrocarbures aliphatiques C12-C13 | µg / support | <5,0 | <5,0 | <5,0 | <5,0 |
| Hydrocarbures aliphatiques C13-C14 | µg / support | <5,0 | <5,0 | <5,0 | <5,0 |
| Hydrocarbures aliphatiques C14-C15 | µg / support | <5,0 | <5,0 | <5,0 | <5,0 |
| Hydrocarbures aliphatiques C15-C16 | µg / support | <5,0 | <5,0 | <5,0 | <5,0 |
| Indice Hydrocarbures Aliphatiques C5-C16 | µg / support | <25 (A) | <25 (A) | <25 (A) | <25 (A) |

**Hydrocarbures halogénés volatils (COHV)**

Hydrocarbures halogénés volatils - Méthode interne : AIR ACTIF-TPH-COHV-BTEX-GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

| Date d'extraction | | 08/04/2025 | 08/04/2025 | 08/04/2025 | 08/04/2025 |
|---|---|---|---|---|---|
| Type de support / N° de lot | | Anasorb 747 - 23902 | Anasorb 747 - 23902 | Anasorb 747 - 23902 | Anasorb 747 - 23902 |
| Chlorure de vinyle | µg / support | <0,2 (A) | <0,2 (A) | <0,2 (A) | <0,2 (A) |
| 1,1-Dichloroéthylène | µg / support | <0,2 (A) | <0,2 (A) | <0,2 (A) | <0,2 (A) |
| Dichlorométhane | µg / support | <0,2 (A) | <0,2 (A) | <0,2 (A) | <0,2 (A) |
| trans-1,2-Dichloroéthylène | µg / support | <0,2 (A) | <0,2 (A) | <0,2 (A) | <0,2 (A) |
| 1,1-Dichloroéthane | µg / support | <0,2 (A) | <0,2 (A) | <0,2 (A) | <0,2 (A) |
| cis-1,2-Dichloroéthylène | µg / support | <0,2 (A) | <0,2 (A) | <0,2 (A) | <0,2 (A) |
| Trichlorométhane | µg / support | <0,2 (A) | <0,2 (A) | <0,2 (A) | <0,2 (A) |
| Tétrachlorométhane | µg / support | <0,2 (A) | <0,2 (A) | <0,2 (A) | <0,2 (A) |
| 1,1,1-Trichloroéthane | µg / support | <0,2 (A) | <0,2 (A) | <0,2 (A) | <0,2 (A) |
| Trichloroéthylène | µg / support | <0,2 (A) | <0,2 (A) | <0,2 (A) | <0,2 (A) |
| Tétrachloroéthylène | µg / support | <0,2 (A) | <0,2 (A) | <0,2 (A) | <0,2 (A) |
| Somme des COHV | µg / support | -/- | -/- | -/- | -/- |

Rapport d'essai n°. : ULY25-011904-2
Projet : *Aff 4889 - Gaz*

WESSLING
part of ALS Limited
WESSLING France
ZI de Chesnes Tharabie
40 rue du Ruisseau - BP 50705
38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr - www.wessling.fr

**Le 15.04.2025**

| N° d'échantillon | | 25-048881-09 | 25-048881-09-1 | 25-048881-10 | 25-048881-10-1 |
|---|---|---|---|---|---|
| **Désignation d'échantillon** | **Unité** | ***Aff4889 -BT - gaz CM*** | ***Aff4889 -BT - gaz CC*** | ***Aff4889 -BTR - gaz CM*** | ***Aff4889 -BTR - gaz CC*** |

**Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)**

Benzene et aromatiques (CAV-BTEX) - Méthode interne : AIR ACTIF-TPH-COHV-BTEX-GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Date d'extraction | | 08/04/2025 | 08/04/2025 | 08/04/2025 | 08/04/2025 |
| Type de support / N° de lot | | Anasorb 747 - 23902 | Anasorb 747 - 23902 | Anasorb 747 - 23902 | Anasorb 747 - 23902 |
| Benzène | µg / support | <0,2 (A) | <0,2 (A) | <0,2 (A) | <0,2 (A) |
| Toluène | µg / support | <0,2 (A) | <0,2 (A) | <0,2 (A) | <0,2 (A) |
| Ethylbenzène | µg / support | <0,2 (A) | <0,2 (A) | <0,2 (A) | <0,2 (A) |
| m-, p-Xylène | µg / support | <0,2 (A) | <0,2 (A) | <0,2 (A) | <0,2 (A) |
| o-Xylène | µg / support | <0,2 (A) | <0,2 (A) | <0,2 (A) | <0,2 (A) |
| Cumène | µg / support | <0,2 (A) | <0,2 (A) | <0,2 (A) | <0,2 (A) |
| m-, p-Ethyltoluène | µg / support | <0,2 (A) | <0,2 (A) | <0,2 (A) | <0,2 (A) |
| 1,3,5-Triméthylbenzène (Mésitylène) | µg / support | <0,2 (A) | <0,2 (A) | <0,2 (A) | <0,2 (A) |
| o-Ethyltoluène | µg / support | <0,2 (A) | <0,2 (A) | <0,2 (A) | <0,2 (A) |
| 1,2,4-Triméthylbenzène (Pseudocumène) | µg / support | <0,2 (A) | <0,2 (A) | <0,2 (A) | <0,2 (A) |
| Somme des CAV-BTEX | µg / support | -/- | -/- | -/- | -/- |

< : résultat inférieur à la limite de quantification

**Informations sur les échantillons**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Date de réception : | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 |
| Type d'échantillon : | *Gaz du sol* | *Gaz du sol* | *Gaz du sol* | *Gaz du sol* |
| Date de prélèvement : | *05.04.2025* | *05.04.2025* | *05.04.2025* | *05.04.2025* |
| Heure de prélèvement : | *16:13* | *16:13* | *16:13* | *16:13* |
| Récipient : | CA | CA | CA | CA |
| Température à réception (C°) : | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 |
| Début des analyses : | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 |
| Fin des analyses : | 10.04.2025 | 10.04.2025 | 10.04.2025 | 10.04.2025 |

Rapport d'essai n°. : ULY25-011904-2
Projet : *Aff 4889 - Gaz*

WESSLING
part of ALS Limited
WESSLING France
ZI de Chesnes Tharabie
40 rue du Ruisseau - BP 50705
38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr - www.wessling.fr

**Le 15.04.2025**

**Informations sur vos résultats d'analyses :**

Les résultats fournis et les limites de quantification indiquées ne prennent pas en compte le rendement de désorption du support.
Les seuils sont susceptibles d'être augmentés en fonction d'interférences chimiques.
Seuls les résultats quantifiés (résultats égaux ou supérieurs à la LQ) sont pris en compte dans le calcul des sommes. Dans le cas contraire la somme est rendue "-/-".

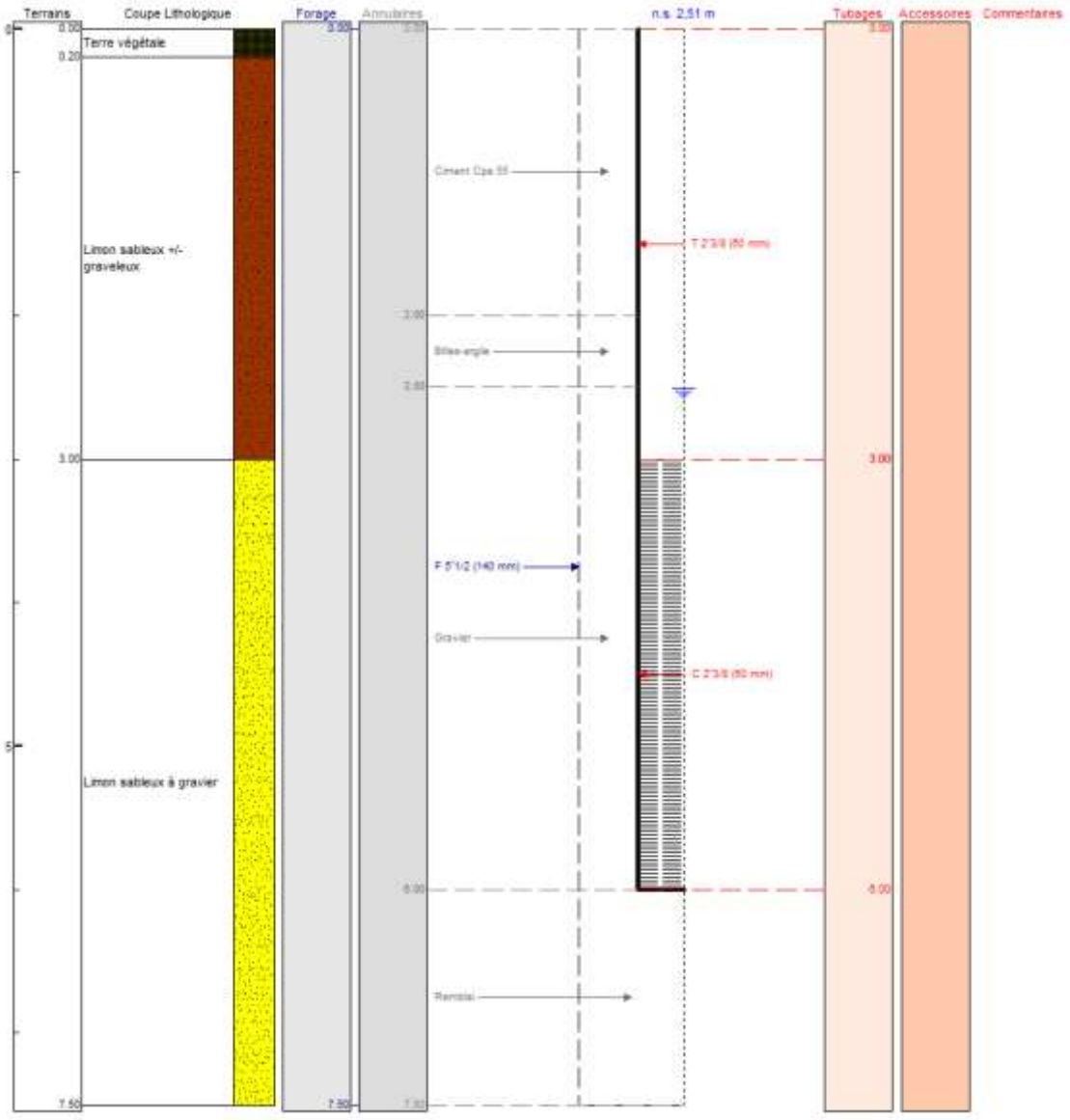
Ce rapport est une version corrigée. Il annule et remplace le rapport d'essai n°ULY25-011904-1 que nous vous demandons de détruire afin d'éviter toute utilisation malencontreuse.

Motif de l'amendement : Modification de la date d'extraction pour tous les échantillons.

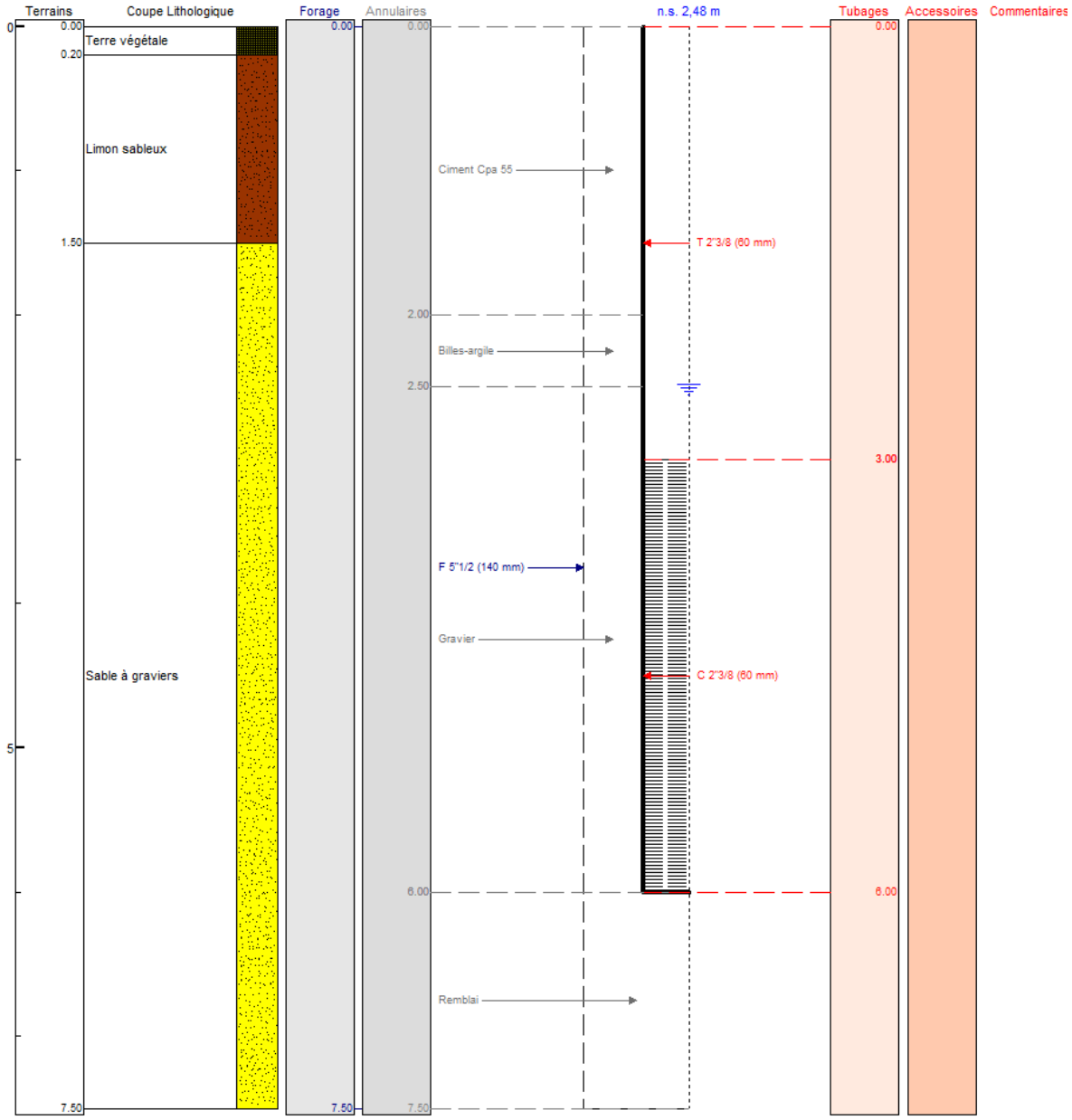
Approuvé par :
Frédéric GEAY
Responsable laboratoire organique

## 14.6 Coupes techniques des piézomètres

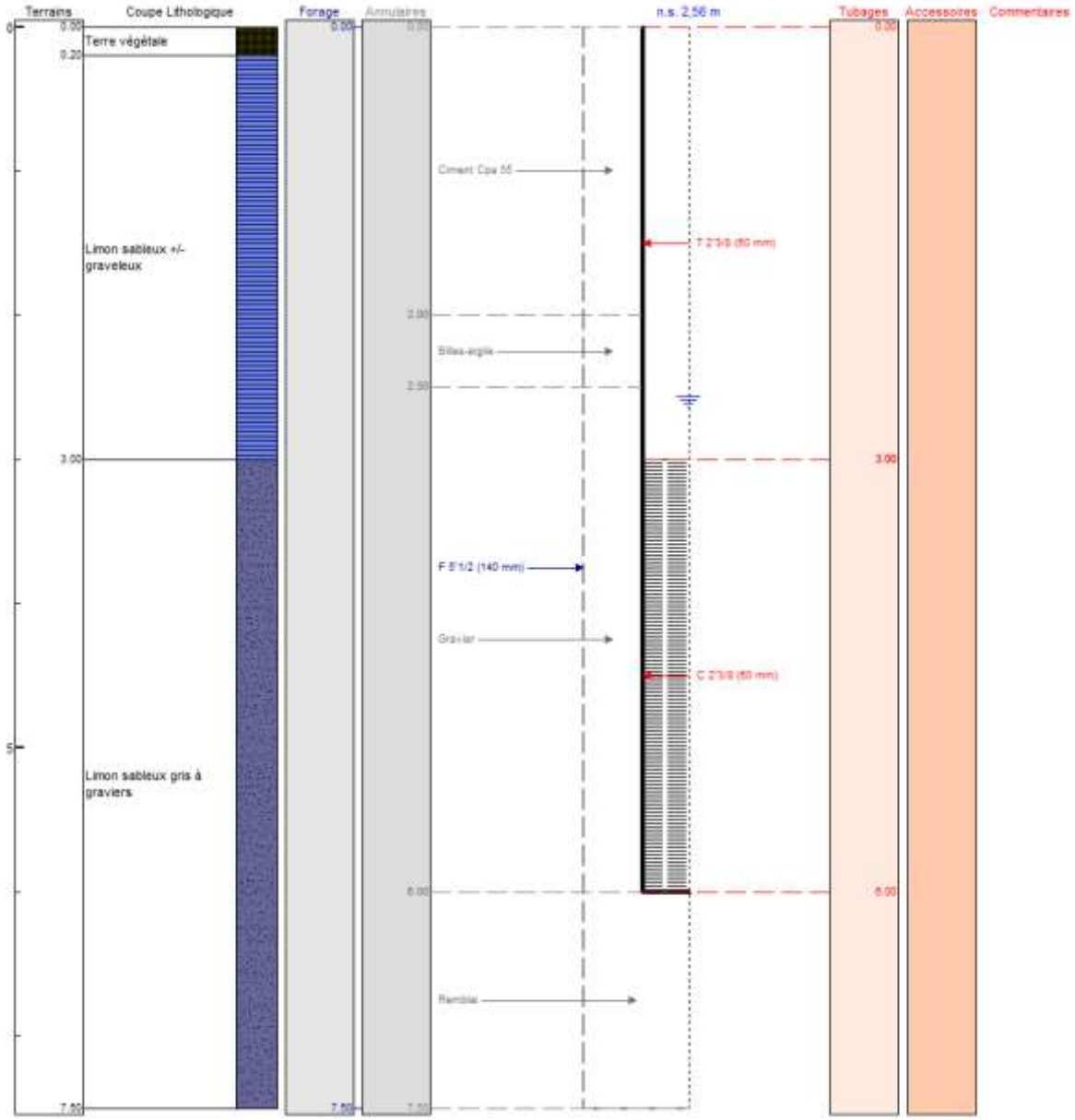
*Pz1*



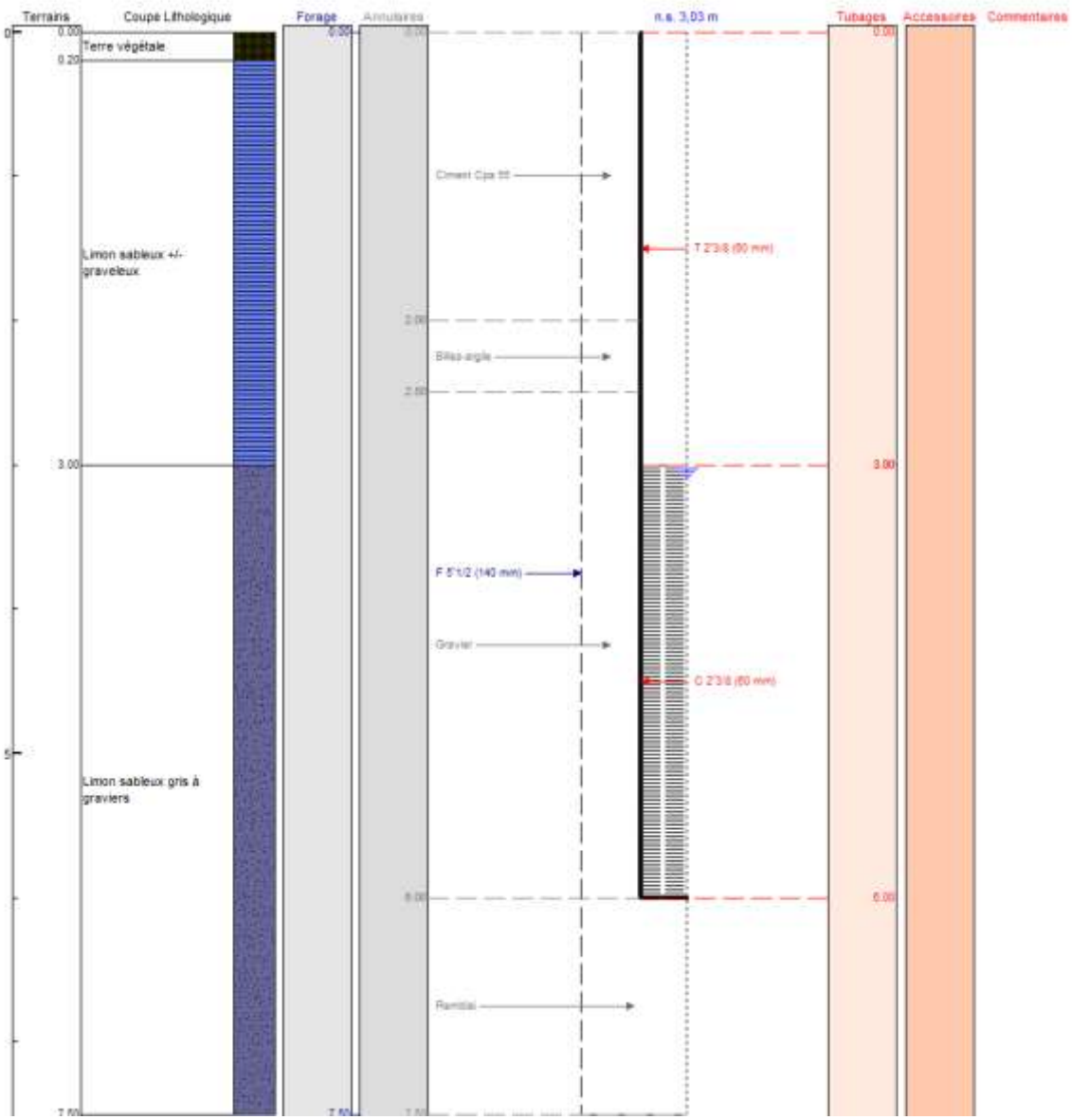
*Pz2*


Terrains
Coupe Lithologique
Forage
Annulaires
n.s. 2,48 m
Tubages
Accessoires
Commentaires
0
0.00
Terre végétale
0.20
Limon sableux
1.50
Sable à graviers
7.50
5
Ciment Cpa 55
T 2"3/8 (60 mm)
2.00
Billes-argile
2.50
3.00
F 5"1/2 (140 mm)
Gravier
C 2"3/8 (60 mm)
6.00
Remblai

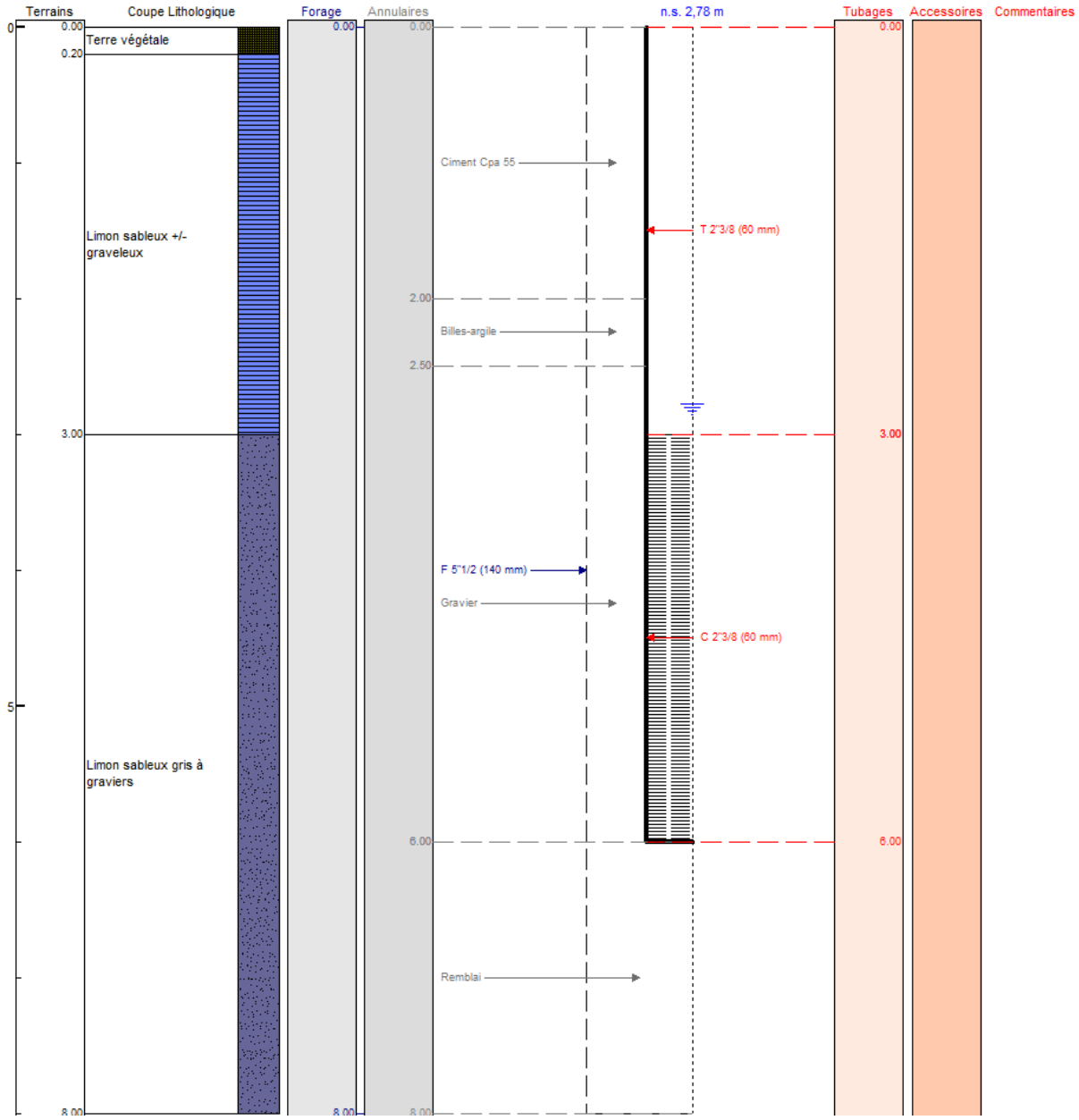
*Pz3*


Terrains
Coupe Lithologique
Forage
Annulaires
n.s. 2,56 m
Tubages
Accessoires
Commentaires
Terre végétale
0.20
Limon sableux +/- graveleux
3.00
Limon sableux gris à graviers
7.00
Ciment Cpa 55
T 2"3/8 (60 mm)
2.00
Billes argile
2.50
F 5"1/2 (140 mm)
Gravier
C 2"3/8 (60 mm)
6.00
Remblai

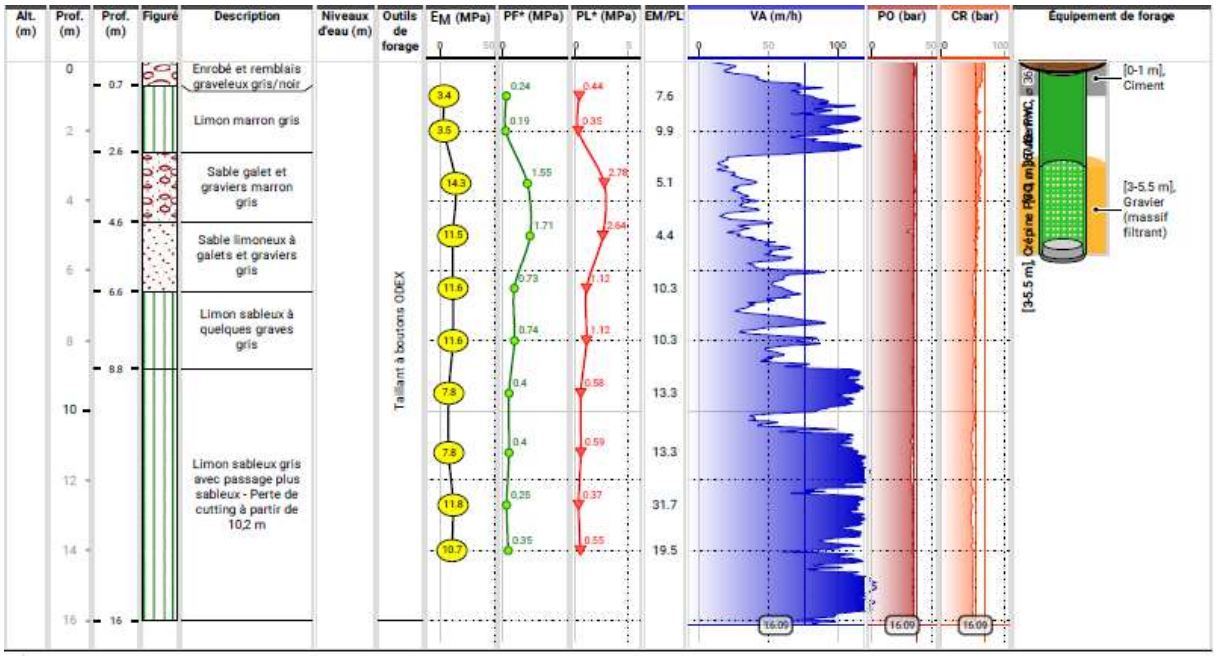
*Pz4*


Terrains
Coupe Lithologique
Forage
Annulaires
n.s. 3,03 m
Tubages
Accessoires
Commentaires
Terre végétale
Limon sableux +/- graveleux
Limon sableux gris à graviers
Ciment Cpa 55
T 2"3/8 (60 mm)
Billes argile
F 5"1/2 (140 mm)
Gravier
C 2"3/8 (60 mm)
Remblai

*Pz5*


Terrains
Coupe Lithologique
Forage
Annulaires
n.s. 2,78 m
Tubages
Accessoires
Commentaires
0.00
Terre végétale
0.20
Limon sableux +/- graveleux
3.00
Limon sableux gris à graviers
8.00
Ciment Cpa 55
T 2"3/8 (60 mm)
2.00
Billes-argile
2.50
F 5"1/2 (140 mm)
Gravier
C 2"3/8 (60 mm)
6.00
Remblai

*Pz6*


Alt. (m)
Prof. (m)
Prof. (m)
Figuré
Description
Niveaux d'eau (m)
Outils de forage
EM (MPa)
PF* (MPa)
PL* (MPa)
EM/PL
VA (m/h)
PO (bar)
CR (bar)
Équipement de forage
Enrobé et remblais graveleux gris/noir
Limon marron gris
Sable galet et graviers marron gris
Sable limoneux à galets et graviers gris
Limon sableux à quelques graves gris
Limon sableux gris avec passage plus sableux - Perte de cutting à partir de 10,2 m
Taillant à boutons ODEX
[0-1 m], Ciment
[3-5.5 m], Gravier (massif filtrant)

## 14.7 Fiches de prélèvements des eaux souterraines

**FICHE PRELEVEMENT EAU**

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **IDENTIFICATION DU PROJET ET DE L'INTERVENTION** | | | | | | | | |
| **n° Affaire** | 4889 | | | **Adresse** | Rue des Communaux, BONNEVILLE (74) | | | |
| **Client** | LIDL | | | | | | | |
| **Opérateur** | AM | | | **Conditions météo** | Beau temps | | | |
| **Date** | 05/04/2025 | | | | | | | |
| **DENOMINATION POINT D'ECHANTILLONNAGE : Pz1** | | | | | | | | |
| ☐ **Puits** | ☒ **Piézomètre** | | ☐ **Autre :** | | | | | |
| **Repère des mesures** | ☐**TN** | ☐**Haut tube** | ☒**Haut capot** | ☐**Autre :** | | | | |
| **Profondeur de l'ouvrage** | 5,95 | | **m/repère** | **Diamètre (intérieur/extérieur) mm** | 52/60 | | | |
| **Equipement de l'ouvrage:** | ☒**PVC** | ☐**Acier** | ☐**Autre** | | | | | |
| **Niveau statique** | 2,95 | | **m/repère** | | | | | |
| **Hauteur capot** | 0,44 | | **m/TN** | **Hauteur tube** | | | | **m/TN** |
| **Hauteur tube lisse** | 2,9 | | **m** | **Hauteur crépines** | 3 | | | **m** |
| **Phase surnageante** | | ☐**oui** | ☒**non** | **épaisseur** | | | | |

**PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES ET ORGANOLEPTIQUES (AVANT PURGE)**

| **pH** | **T°** | **Conductivité (µs/cm)** | **Redox (mV)** | **Couleur** | **Odeur** | **Autre** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 7,17 | 12,9 | 570 | 104 | claire | - | |

**PURGE DE L'OUVRAGE**

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Matériel:** | | ☐**Pompe** | | ☒**Baïler** | | ☐**autre:** | | |
| **Volume d'eau dans l'ouvrage** | 6,3 | | **L** | **Volume de purge** | 19 | | | **L** |
| **Débit de la pompe** | - | | **L/min** | **Lieu du rejet des eaux de purge** | Milieu naturel | | | |
| **Heure début pompage** | 18:05 | | | **Heure fin pompage** | 18:17 | | | |
| **Niveau d'eau avant purge** | 2,95 | | **m/repère** | **Niveau d'eau après purge** | 3,03 | | | **m/repère** |

**PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES ET ORGANOLEPTIQUES (PURGE)**

| **Volume purgé (L)** | **Niveau dynamique (m/repère)** | **pH** | **T°** | **Conductivité (µs/cm)** | **Redox (mV)** | **Couleur** | **Odeur** | **Autre** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | 3,01 | 7,12 | 13,2 | 560 | 77 | grise | - | - |
| 12 | 3,02 | 7,07 | 13,2 | 560 | 64 | grise | - | - |
| 15 | 3,02 | 7,07 | 13,2 | 570 | 59 | grise | - | - |
| 19 | 3,03 | 7,07 | 13,2 | 570 | 56 | grise | - | - |

**PRELEVEMENT DES EAUX**

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Matériel:** | ☐**Pompe** | | | ☒**Baïler** | | ☐**autre** | | |
| **Volume baïler** | 1 | **L** | **Nombre de descente (si baïler)** | | **1** | | | |
| **Heure début prélèvement** | 18:17 | | **Heure fin prélèvement** | 18:19 | | **Durée pompage** | 2 minutes | |
| **Volume prélevé** | 1 | **L** | **Type de flaconnage** | Verre + PEHD | | | | |

**PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES ET ORGANOLEPTIQUES (PRELEVEMENT)**

| **pH** | **T°** | **Conductivité (µs/cm)** | **Couleur** | **Turbidité** | **Odeur** | **Autre** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 7,07 | 13,2 | 570 | grise | oui | - | - |

**Remarques**

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **OPERATEUR** | | | **CHARGE D'AFFAIRE** | | | **CONTRÔLE INTERNE** | | |
| **DATE** | **VISA** | | **DATE** | **VISA** | | **DATE** | **VISA** | |
| 07/04/2025 | RC | | 15/05/2025 | AM | | | | |

# FICHE PRELEVEMENT EAU

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **IDENTIFICATION DU PROJET ET DE L'INTERVENTION** | | | | | | | | |
| **n° Affaire** | 4889 | | | **Adresse** | Rue des Communaux, BONNEVILLE (74) | | | |
| **Client** | LIDL | | | | | | | |
| **Opérateur** | AM | | | **Conditions météo** | Beau temps | | | |
| **Date** | 05/04/2025 | | | | | | | |
| **DENOMINATION POINT D'ECHANTILLONNAGE : Pz2** | | | | | | | | |
| ☐ **Puits** | ☒ **Piézomètre** | | ☐ **Autre :** | | | | | |
| **Repère des mesures** | ☐**TN** | ☐**Haut tube** | ☒**Haut capot** | ☐**Autre :** | | | | |
| **Profondeur de l'ouvrage** | 6,4 | | **m/repère** | **Diamètre (intérieur/extérieur) mm** | 52/60 | | | |
| **Equipement de l'ouvrage:** | ☒**PVC** | ☐**Acier** | ☐**Autre** | | | | | |
| **Niveau statique** | 2,98 | | **m/repère** | | | | | |
| **Hauteur capot** | 0,5 | | **m/TN** | **Hauteur tube** | | | | **m/TN** |
| **Hauteur tube lisse** | 3,4 | | **m** | **Hauteur crépines** | 3 | | | **m** |
| **Phase surnageante** | | ☐**oui** | ☒**non** | **épaisseur** | | | | |

| **PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES ET ORGANOLEPTIQUES (AVANT PURGE)** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **pH** | **T°** | **Conductivité (µs/cm)** | **Redox (mV)** | **Couleur** | **Odeur** | **Autre** |
| 7,26 | 13,1 | 300 | 61 | grise | - | - |

| **PURGE DE L'OUVRAGE** | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Matériel:** | | ☐**Pompe** | | ☒**Baïler** | | ☐**autre:** | | |
| **Volume d'eau dans l'ouvrage** | 7 | | **L** | **Volume de purge** | 21 | | | **L** |
| **Débit de la pompe** | | | **L/min** | **Lieu du rejet des eaux de purge** | Milieu naturel | | | |
| **Heure début pompage** | 18:30 | | | **Heure fin pompage** | 18:50 | | | |
| **Niveau d'eau avant purge** | 2,98 | | **m/repère** | **Niveau d'eau après purge** | 3,02 | | | **m/repère** |

| **PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES ET ORGANOLEPTIQUES (PURGE)** | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Volume purgé (L)** | **Niveau dynamique (m/repère)** | **pH** | **T°** | **Conductivité (µs/cm)** | **Redox (mV)** | **Couleur** | **Odeur** | **Autre** |
| 6 | 3,11 | 7,27 | 13,2 | 290 | 41 | grise | - | - |
| 12 | 3,08 | 7,11 | 12,5 | 580 | 15 | grise | - | - |
| 19 | 3,02 | 7,05 | 12,6 | 600 | 15 | grise | - | - |
| 21 | 3,02 | 7,05 | 12,5 | 600 | 10 | grise | - | - |

| **PRELEVEMENT DES EAUX** | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Matériel:** | ☐**Pompe** | | | ☒**Baïler** | | ☐**autre** | | |
| **Volume baïler** | 1 | **L** | **Nombre de descente (si baïler)** | | 1 | | | |
| **Heure début prélèvement** | 18:50 | | **Heure fin prélèvement** | 18:51 | | **Durée pompage** | 1 minute | |
| **Volume prélevé** | 1 | **L** | **Type de flaconnage** | Verre + PEHD | | | | |

| **PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES ET ORGANOLEPTIQUES (PRELEVEMENT)** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **pH** | **T°** | **Conductivité (µs/cm)** | **Couleur** | **Turbidité** | **Odeur** | **Autre** |
| 7,06 | 12,5 | 590 | grise | oui | - | |

**Remarques**

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **OPERATEUR** | | | **CHARGE D'AFFAIRE** | | | **CONTRÔLE INTERNE** | | |
| **DATE** | **VISA** | | **DATE** | **VISA** | | **DATE** | **VISA** | |
| 07/04/2025 | RC | | 15/05/2025 | AM | | | | |

# FICHE PRELEVEMENT EAU

| IDENTIFICATION DU PROJET ET DE L'INTERVENTION | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| n° Affaire | 4889 | | | Adresse | Rue des Communaux, BONNEVILLE (74) | | | |
| Client | LIDL | | | | | | | |
| Opérateur | AM | | | Conditions météo | Beau temps | | | |
| Date | 05/04/2025 | | | | | | | |
| DENOMINATION POINT D'ECHANTILLONNAGE : Pz3 | | | | | | | | |
| ☐ Puits | ☒ Piézomètre | | ☐ Autre : | | | | | |
| Repère des mesures | ☐TN | ☐Haut tube | ☒Haut capot | ☐Autre : | | | | |
| Profondeur de l'ouvrage | 6 | | m/repère | Diamètre (intérieur/extérieur) mm | 52/60 | | | |
| Equipement de l'ouvrage: | ☒PVC | ☐Acier | ☐Autre | | | | | |
| Niveau statique | 3 | | m/repère | | | | | |
| Hauteur capot | 0,44 | | m/TN | Hauteur tube | | | | m/TN |
| Hauteur tube lisse | 2,8 | | m | Hauteur crépines | 3 | | | m |
| Phase surnageante | | ☐oui | ☒non | épaisseur | | | | |

| PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES ET ORGANOLEPTIQUES (AVANT PURGE) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| pH | T° | Conductivité (µs/cm) | Redox (mV) | Couleur | Odeur | Autre |
| 6,86 | 12,4 | 720 | 54 | grise | HCT | Irisations |

| PURGE DE L'OUVRAGE | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Matériel: | | ☐Pompe | | ☒Baïler | | ☐autre: | | |
| Volume d'eau dans l'ouvrage | 6 | | L | Volume de purge | 18 | | | L |
| Débit de la pompe | | | L/min | Lieu du rejet des eaux de purge | Milieu naturel | | | |
| Heure début pompage | 19:07 | | | Heure fin pompage | 19:30 | | | |
| Niveau d'eau avant purge | 3 | | m/repère | Niveau d'eau après purge | 3,04 | | | m/repère |

| PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES ET ORGANOLEPTIQUES (PURGE) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Volume purgé (L) | Niveau dynamique (m/repère) | pH | T° | Conductivité (µs/cm) | Redox (mV) | Couleur | Odeur | Autre |
| 7 | 3,02 | 6,86 | 12,5 | 720 | 46 | grise | HCT | Irisations |
| 14 | 3,04 | 6,87 | 12,5 | 710 | 45 | grise | HCT | Irisations |
| 18 | 3,04 | 6,85 | 12,6 | 710 | 35 | grise | HCT | Irisations |

| PRELEVEMENT DES EAUX | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Matériel: | ☐Pompe | | | ☒Baïler | | ☐autre | | |
| Volume baïler | 1 | L | Nombre de descente (si baïler) | | 1 | | | |
| Heure début prélèvement | 19:30 | | Heure fin prélèvement | 19:31 | | Durée pompage | 1 minute | |
| Volume prélevé | 1 | L | Type de flaconnage | Verre + PEHD | | | | |

| PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES ET ORGANOLEPTIQUES (PRELEVEMENT) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| pH | T° | Conductivité (µs/cm) | Couleur | Turbidité | Odeur | Autre |
| 6,88 | 12,6 | 710 | grise | oui | HCT | Irisations |

| Remarques |
|---|
| |

| OPERATEUR | | | CHARGE D'AFFAIRE | | | CONTRÔLE INTERNE | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| DATE | VISA | | DATE | VISA | | DATE | VISA | |
| 07/04/2025 | RC | | 15/05/2025 | AM | | | | |
| | | | | | | | | |

# FICHE PRELEVEMENT EAU

| IDENTIFICATION DU PROJET ET DE L'INTERVENTION | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| n° Affaire | 4889 | | | Adresse | Rue des Communaux, BONNEVILLE (74) | | | | |
| Client | LIDL | | | | | | | | |
| Opérateur | AM | | | Conditions météo | Beau temps | | | | |
| Date | 05/04/2025 | | | | | | | | |
| DENOMINATION POINT D'ECHANTILLONNAGE : Pz4 | | | | | | | | | |
| ☐ Puits | ☒ Piézomètre | | ☐ Autre : | | | | | | |
| Repère des mesures | ☐TN | ☐Haut tube | ☒Haut capot | ☐Autre : | | | | | |
| Profondeur de l'ouvrage | 5,5 | | m/repère | Diamètre (intérieur/extérieur) mm | 52/60 | | | | |
| Equipement de l'ouvrage: | ☒PVC | ☐Acier | ☐Autre | | | | | | |
| Niveau statique | 3,69 | | m/repère | | | | | | |
| Hauteur capot | 0,66 | | m/TN | Hauteur tube | | | | | m/TN |
| Hauteur tube lisse | 2,3 | | m | Hauteur crépines | 3 | | | | m |
| Phase surnageante | | ☐oui | ☒non | épaisseur | | | | | |

| PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES ET ORGANOLEPTIQUES (AVANT PURGE) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| pH | T° | Conductivité (µs/cm) | Redox (mV) | Couleur | Odeur | Autre |
| 6,83 | 13 | 700 | 87 | Trouble | - | - |

| PURGE DE L'OUVRAGE | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Matériel: | | ☐Pompe | | ☒Baïler | | ☐autre: | | |
| Volume d'eau dans l'ouvrage | 4 | | L | Volume de purge | 12 | | | L |
| Débit de la pompe | | | L/min | Lieu du rejet des eaux de purge | Milieu naturel | | | |
| Heure début pompage | 20:50 | | | Heure fin pompage | 21:15 | | | |
| Niveau d'eau avant purge | 3,69 | | m/repère | Niveau d'eau après purge | 3,71 | | | m/repère |

| PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES ET ORGANOLEPTIQUES (PURGE) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Volume purgé (L) | Niveau dynamique (m/repère) | pH | T° | Conductivité (µs/cm) | Redox (mV) | Couleur | Odeur | Autre |
| 4 | 3,7 | 6,85 | 13 | 680 | 92 | grise | - | - |
| 6 | 3,71 | 6,88 | 13 | 660 | 94 | grise | | |
| 12 | 3,71 | 6,92 | 13 | 670 | 98 | grise | - | - |

| PRELEVEMENT DES EAUX | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Matériel: | ☐Pompe | | | ☒Baïler | | ☐autre | | |
| Volume baïler | 1 | L | Nombre de descente (si baïler) | | 1 | | | |
| Heure début prélèvement | 21:15 | | Heure fin prélèvement | 21:16 | | Durée pompage | 1 minute | |
| Volume prélevé | 1 | L | Type de flaconnage | Verre + PEHD | | | | |

| PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES ET ORGANOLEPTIQUES (PRELEVEMENT) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| pH | T° | Conductivité (µs/cm) | Couleur | Turbidité | Odeur | Autre |
| 6,92 | 13,1 | 690 | grise | oui | non | - |

| Remarques |
|---|
| |

| OPERATEUR | | | CHARGE D'AFFAIRE | | | CONTRÔLE INTERNE | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| DATE | VISA | | DATE | VISA | | DATE | VISA | |
| 07/04/2025 | RC | | 15/05/2025 | AM | | | | |

# FICHE PRELEVEMENT EAU

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **IDENTIFICATION DU PROJET ET DE L'INTERVENTION** | | | | | | | | |
| **n° Affaire** | **4889** | | | **Adresse** | Rue des Communaux, BONNEVILLE (74) | | | |
| **Client** | **LIDL** | | | | | | | |
| **Opérateur** | **AM** | | | **Conditions météo** | Beau temps | | | |
| **Date** | **05/04/2025** | | | | | | | |
| **DENOMINATION POINT D'ECHANTILLONNAGE : Pz5** | | | | | | | | |
| ☐ **Puits** | ☒ **Piézomètre** | | ☐ **Autre :** | | | | | |
| **Repère des mesures** | ☐**TN** | ☐**Haut tube** | ☒**Haut capot** | ☐**Autre :** | | | | |
| **Profondeur de l'ouvrage** | 5,95 | | **m/repère** | **Diamètre (intérieur/extérieur) mm** | 52/60 | | | |
| **Equipement de l'ouvrage:** | ☒**PVC** | ☐**Acier** | ☐**Autre** | | | | | |
| **Niveau statique** | 3,38 | | **m/repère** | | | | | |
| **Hauteur capot** | 0,6 | | **m/TN** | **Hauteur tube** | | | | **m/TN** |
| **Hauteur tube lisse** | 2,8 | | **m** | **Hauteur crépines** | 3 | | | **m** |
| **Phase surnageante** | | ☐**oui** | ☒**non** | **épaisseur** | | | | |

| **PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES ET ORGANOLEPTIQUES (AVANT PURGE)** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **pH** | **T°** | **Conductivité (µs/cm)** | **Redox (mV)** | **Couleur** | **Odeur** | **Autre** |
| 7,04 | 14 | 620 | 60 | Trouble | - | légères irisations |

| **PURGE DE L'OUVRAGE** | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Matériel:** | | ☐**Pompe** | | ☒**Baïler** | | ☐**autre:** | | |
| **Volume d'eau dans l'ouvrage** | 5 | | **L** | **Volume de purge** | 15 | | | **L** |
| **Débit de la pompe** | | | **L/min** | **Lieu du rejet des eaux de purge** | Milieu naturel | | | |
| **Heure début pompage** | 20:30 | | | **Heure fin pompage** | 20:40 | | | |
| **Niveau d'eau avant purge** | 3,38 | | **m/repère** | **Niveau d'eau après purge** | 4,4 | | | **m/repère** |

| **PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES ET ORGANOLEPTIQUES (PURGE)** | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Volume purgé (L)** | **Niveau dynamique (m/repère)** | **pH** | **T°** | **Conductivité (µs/cm)** | **Redox (mV)** | **Couleur** | **Odeur** | **Autre** |
| 5 | 5,1 | 7,05 | 14 | 620 | 93 | Trouble | - | égères irisation |

| **PRELEVEMENT DES EAUX** | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Matériel:** | ☐**Pompe** | | | ☒**Baïler** | | ☐**autre** | | |
| **Volume baïler** | 1 | **L** | **Nombre de descente (si baïler)** | | 1 | | | |
| **Heure début prélèvement** | 20:40 | | **Heure fin prélèvement** | 20:41 | | **Durée pompage** | 1 minute | |
| **Volume prélevé** | 1 | **L** | **Type de flaconnage** | Verre + PEHD | | | | |

| **PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES ET ORGANOLEPTIQUES (PRELEVEMENT)** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **pH** | **T°** | **Conductivité (µs/cm)** | **Couleur** | **Turbidité** | **Odeur** | **Autre** |
| 7,02 | 14,1 | 620 | grise | oui | non | légères irisations |

**Remarques**

**Rabattement imprtant après 5 litres purés. Arrêt de la purge**

| **OPERATEUR** | | | **CHARGE D'AFFAIRE** | | | **CONTRÔLE INTERNE** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **DATE** | **VISA** | | **DATE** | **VISA** | | **DATE** | **VISA** | |
| 07/04/2025 | RC | | 15/05/2025 | AM | | | | |
| | | | | | | | | |

# FICHE PRELEVEMENT EAU

| IDENTIFICATION DU PROJET ET DE L'INTERVENTION | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| n° Affaire | 4889 | | | Adresse | Rue des Communaux, BONNEVILLE (74) | | | |
| Client | LIDL | | | | | | | |
| Opérateur | AM | | | Conditions météo | Beau temps | | | |
| Date | 05/04/2025 | | | | | | | |
| DENOMINATION POINT D'ECHANTILLONNAGE : Pz6 | | | | | | | | |
| ☐ Puits | ☒ Piézomètre | | ☐ Autre : | | | | | |
| Repère des mesures | ☒TN | ☐Haut tube | ☐Haut capot | ☐Autre : | | | | |
| Profondeur de l'ouvrage | 4,5 | | m/repère | Diamètre (intérieur/extérieur) mm | 36/42 | | | |
| Equipement de l'ouvrage: | ☒PVC | ☐Acier | ☐Autre | | | | | |
| Niveau statique | 2,72 | | m/repère | | | | | |
| Hauteur capot | 0 | | m/TN | Hauteur tube | | | | m/TN |
| Hauteur tube lisse | 2 | | m | Hauteur crépines | 2,5 | | | m |
| Phase surnageante | | ☐oui | ☒non | épaisseur | | | | |

| PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES ET ORGANOLEPTIQUES (AVANT PURGE) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| pH | T° | Conductivité (µs/cm) | Redox (mV) | Couleur | Odeur | Autre |
| 6,7 | 13,8 | 700 | 148 | Trouble | - | - |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Matériel: | | ☐Pompe | | ☒Baïler | | ☐autre: | | |
| Volume d'eau dans l'ouvrage | 1,8 | | L | Volume de purge | 6 | | | L |
| Débit de la pompe | | | L/min | Lieu du rejet des eaux de purge | Milieu naturel | | | |
| Heure début pompage | 19:50 | | | Heure fin pompage | 20:15 | | | |
| Niveau d'eau avant purge | 2,72 | | m/repère | Niveau d'eau après purge | 2,73 | | | m/repère |

| PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES ET ORGANOLEPTIQUES (PURGE) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Volume purgé (L) | Niveau dynamique (m/repère) | pH | T° | Conductivité (µs/cm) | Redox (mV) | Couleur | Odeur | Autre |
| 1 | 2,72 | 6,87 | 13,7 | 700 | 198 | Trouble | - | - |
| 2 | 2,73 | 6,85 | 13,2 | 690 | 260 | Trouble | - | - |
| 4 | 2,73 | 6,85 | 13,1 | 690 | 169 | Claire | - | - |
| 5 | 2,73 | 6,9 | 13,4 | 680 | 161 | Claire | - | - |

| PRELEVEMENT DES EAUX | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Matériel: | ☐Pompe | | | ☒Baïler | | ☐autre | | |
| Volume baïler | 0,25 | L | Nombre de descente (si baïler) | | 4 | | | |
| Heure début prélèvement | 20:15 | | Heure fin prélèvement | 20:20 | | Durée pompage | 5 minutes | |
| Volume prélevé | 1 | L | Type de flaconnage | Verre + PEHD | | | | |

| PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES ET ORGANOLEPTIQUES (PRELEVEMENT) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| pH | T° | Conductivité (µs/cm) | Couleur | Turbidité | Odeur | Autre |
| 6,97 | 13,4 | 680 | Claire | Légère | non | - |

| Remarques |
|---|
| |

| OPERATEUR | | | CHARGE D'AFFAIRE | | | CONTRÔLE INTERNE | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| DATE | VISA | | DATE | VISA | | DATE | VISA | |
| 07/04/2025 | RC | | 15/05/2025 | AM | | | | |

## 14.8 Résultats d'analyses du laboratoire – eaux souterraines

Accréditation n°1-1364
Portée disponible sur www.cofrac.fr

WESSLING
part of ALS Limited
WESSLING France
21 de Chesnes Tharabie
40 rue du Ruisseau - BP 50705
38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr - www.wessling.fr

WESSLING France, 40 rue du Ruisseau, 38070 Saint-Quentin-Fallavier Cedex

*G ENVIRONNEMENT*
*Monsieur Aomar MOKRANE*
*6 Rue des Essarts*
*38610 GIERES*

| | |
|---|---|
| N° rapport d'essai | ULY25-013489-1 |
| N° commande | ULY-12695-25 |
| Interlocuteur (interne) | J. Garambois |
| Téléphone | +33 426 389 565 |
| Courrier électronique | jb.garambois@wessling.fr |
| Date | 23.04.2025 |

# Rapport d'essai

***Aff4889 - Eau***



Les résultats ne se rapportent qu'aux échantillons soumis à l'essai et tels qu'ils ont été reçus (dans le cas où le laboratoire n'a pas prélevé les échantillons).
Les résultats des paramètres couverts par l'accréditation EN ISO/CEI 17025 sont marqués d'un (A).
La portée d'accréditation COFRAC n°1-1364 essais du laboratoire WESSLING de Lyon (St Quentin Fallavier) est disponible sur le site www.cofrac.fr pour les résultats accrédités par ce laboratoire.
Le COFRAC est signataire des accords de reconnaissance mutuels de l'ILAC et de l'EA pour les activités d'essai.
Les organismes d'accréditation signataires de ces accords pour les activités d'essai reconnaissent comme dignes de confiance les rapports couverts par l'accréditation des autres organismes d'accréditation signataires des accords des activités d'essai.
Ce rapport d'essai ne peut être reproduit que sous son intégralité et avec l'autorisation des laboratoires WESSLING.
Les laboratoires WESSLING autorisent leurs clients à extraire tout ou partie des résultats d'essai envoyés à titre indicatif sous format excel uniquement à des fins de retraitement, de suivi et d'interprétation de données sans faire allusion à l'accréditation des résultats d'essai.
Les données fournies par le client sont sous sa responsabilité et identifiées en italique.

Page 1 sur 8

Rapport d'essai n°. : ULY25-013499-1
Projet : *Aff4889 - Eau*

WESSLING part of ALS Limited

Le 23.04.2025

| N° d'échantillon | | 25-048930-01 | 25-048930-02 | 25-048930-03 | 25-048930-04 |
|---|---|---|---|---|---|
| Désignation d'échantillon | Unité | *Aff4889 - Pz1* | *Aff4889 - Pz2* | *Aff4889 - Pz3* | *Aff4889 - Pz4* |
| **Paramètres globaux / Indices** | | | | | |
| Indice hydrocarbures (GC) sur eau / lixiviat (HCT) - NF EN ISO 9377-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Indice hydrocarbure C10-C40 | mg/l E/L | <0,1 (A) | <0,1 (A) | 5,4 (A) | <0,05 (A) |
| Hydrocarbures > C10-C12 | mg/l E/L | <0,1 | <0,1 | <0,2 | <0,05 |
| Hydrocarbures > C12-C16 | mg/l E/L | <0,1 | <0,1 | <0,2 | <0,05 |
| Hydrocarbures > C16-C21 | mg/l E/L | <0,1 | <0,1 | 0,45 | <0,05 |
| Hydrocarbures > C21-C35 | mg/l E/L | <0,1 | <0,1 | 4,5 | <0,05 |
| Hydrocarbures > C35-C40 | mg/l E/L | <0,1 | <0,1 | 0,37 | <0,05 |
| **Préparation d'échantillon** | | | | | |
| Minéralisation à l'eau régale pour métaux totaux - NF EN ISO 15587-1 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Minéralisation à l'eau régale | E/L | 10/04/2025 (A) | 10/04/2025 (A) | 10/04/2025 (A) | 10/04/2025 (A) |
| **Métaux totaux** | | | | | |
| Métaux totaux (ICP/MS) - NF EN ISO 17294-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Chrome (Cr) | µg/l E/L | 18 (A) | <5,0 (A) | <5,0 (A) | 20 (A) |
| Nickel (Ni) | µg/l E/L | 150 (A) | 31 (A) | 110 (A) | 87 (A) |
| Cuivre (Cu) | µg/l E/L | 32 (A) | 6,0 (A) | <5,0 (A) | 68 (A) |
| Zinc (Zn) | µg/l E/L | 200 (A) | <50 (A) | 240 (A) | 420 (A) |
| Arsenic (As) | µg/l E/L | 32 (A) | 3,0 (A) | 65 (A) | 74 (A) |
| Cadmium (Cd) | µg/l E/L | 2,7 (A) | 1,8 (A) | 2,0 (A) | 2,2 (A) |
| Mercure (Hg) | µg/l E/L | <0,5 (A) | <0,5 (A) | <0,5 (A) | <0,5 (A) |
| Plomb (Pb) | µg/l E/L | 31 (A) | <10 (A) | 32 (A) | 220 (A) |
| **Hydrocarbures halogénés volatils (COHV)** | | | | | |
| Hydrocarbures halogénés volatils (COHV) sur eau - NF EN ISO 10301 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Chlorure de vinyle | µg/l E/L | <0,5 (A) | <0,5 (A) | 10 (A) | <0,5 (A) |
| Dichlorométhane | µg/l E/L | <0,5 (A) | <0,5 (A) | <0,5 (A) | <0,5 (A) |
| cis-1,2-Dichloroéthylène | µg/l E/L | 7,7 (A) | 16 (A) | 54 (A) | 78 (A) |
| trans-1,2-Dichloroéthylène | µg/l E/L | <0,5 (A) | <0,5 (A) | <0,5 (A) | <0,5 (A) |
| Trichlorométhane | µg/l E/L | <0,5 (A) | <0,5 (A) | <0,5 (A) | <0,5 (A) |
| 1,1,1-Trichloroéthane | µg/l E/L | <0,5 (A) | <0,5 (A) | <0,5 (A) | <0,5 (A) |
| Tétrachlorométhane | µg/l E/L | <0,5 (A) | <0,5 (A) | <0,5 (A) | <0,5 (A) |
| Trichloroéthylène | µg/l E/L | <0,5 (A) | 1,2 (A) | 50 (A) | 88 (A) |
| Tétrachloroéthylène | µg/l E/L | <0,5 (A) | <0,5 (A) | <0,5 (A) | <0,5 (A) |
| 1,1-Dichloroéthane | µg/l E/L | <0,5 (A) | <0,5 (A) | <0,5 (A) | <0,5 (A) |
| 1,1-Dichloroéthylène | µg/l E/L | <0,5 (A) | <0,5 (A) | <0,5 (A) | <0,5 (A) |
| Somme des COHV | µg/l E/L | 7,7 | 17 | 110 | 170 |

Rapport d'essai n°. : ULY25-013499-1
Projet : *Aff4889 - Eau*

WESSLING
part of ALS Limited
WESSLING France
ZI de Chesnes Tharabie
40 rue du Ruisseau - BP 50705
38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr - www.wessling.fr

**Le 23.04.2025**

| N° d'échantillon | | 25-048930-01 | 25-048930-02 | 25-048930-03 | 25-048930-04 |
|---|---|---|---|---|---|
| **Désignation d'échantillon** | **Unité** | ***Aff4889 - Pz1*** | ***Aff4889 - Pz2*** | ***Aff4889 - Pz3*** | ***Aff4889 - Pz4*** |
| **Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)** | | | | | |
| Benzène et aromatiques (CAV-BTEX) - NF ISO 11423-1 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Benzène | µg/l E/L | <0,5 (A) | <0,5 (A) | <0,5 (A) | <0,5 (A) |
| Toluène | µg/l E/L | <0,5 (A) | <0,5 (A) | <0,5 (A) | <0,5 (A) |
| Ethylbenzène | µg/l E/L | <0,5 (A) | <0,5 (A) | <0,5 (A) | <0,5 (A) |
| o-Xylène | µg/l E/L | <0,5 (A) | <0,5 (A) | <0,5 (A) | <0,5 (A) |
| m-, p-Xylène | µg/l E/L | <0,5 (A) | <0,5 (A) | <0,5 (A) | <0,5 (A) |
| Cumène | µg/l E/L | <0,5 (A) | <0,5 (A) | <0,5 (A) | <0,5 (A) |
| Mésitylène | µg/l E/L | <0,5 (A) | <0,5 (A) | <0,5 (A) | <0,5 (A) |
| o-Ethyltoluène | µg/l E/L | <0,5 (A) | <0,5 (A) | <0,5 (A) | <0,5 (A) |
| m-, p-Ethyltoluène | µg/l E/L | <0,5 (A) | <0,5 (A) | <0,5 (A) | <0,5 (A) |
| Pseudocumène | µg/l E/L | <0,5 (A) | <0,5 (A) | <0,5 (A) | <0,5 (A) |
| Somme des CAV-BTEX | µg/l E/L | -/- | -/- | -/- | -/- |
| **Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)** | | | | | |
| HAP - Méthode interne : HAP-PCB-GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Naphtalène | µg/l | 0,03 (A) | 0,03 (A) | <0,04 (A) | 0,04 (A) |
| Acénaphtylène | µg/l | <0,02 (A) | <0,02 (A) | <0,02 (A) | <0,02 (A) |
| Acénaphtène | µg/l | <0,02 (A) | <0,02 (A) | <0,02 (A) | <0,02 (A) |
| Fluorène | µg/l | <0,02 (A) | <0,02 (A) | <0,02 (A) | <0,02 (A) |
| Phénanthrène | µg/l | 0,04 (A) | <0,02 (A) | <0,05 (A) | <0,02 (A) |
| Anthracène | µg/l | <0,02 (A) | <0,02 (A) | <0,02 (A) | <0,02 (A) |
| Fluoranthène | µg/l | <0,02 (A) | <0,02 (A) | <0,02 (A) | <0,02 (A) |
| Pyrène | µg/l | <0,02 (A) | <0,02 (A) | <0,02 (A) | <0,02 (A) |
| Benzo(a)anthracène | µg/l | <0,02 (A) | <0,02 (A) | <0,02 (A) | <0,02 (A) |
| Chrysène | µg/l | <0,02 (A) | <0,02 (A) | <0,02 (A) | <0,02 (A) |
| Benzo(b)fluoranthène | µg/l | <0,02 (A) | <0,02 (A) | <0,03 (A) | <0,02 (A) |
| Benzo(k)fluoranthène | µg/l | <0,02 (A) | <0,02 (A) | <0,03 (A) | <0,02 (A) |
| Benzo(a)pyrène | µg/l | <0,02 (A) | <0,02 (A) | <0,02 (A) | <0,02 (A) |
| Dibenzo(a,h)anthracène | µg/l | <0,02 (A) | <0,02 (A) | <0,02 (A) | <0,02 (A) |
| Indéno(1,2,3,c,d)pyrène | µg/l | <0,02 (A) | <0,02 (A) | <0,02 (A) | <0,02 (A) |
| Benzo(g,h,i)pérylène | µg/l | <0,02 (A) | <0,02 (A) | <0,02 (A) | <0,02 (A) |
| Somme des 4 HAP | µg/l | -/- | -/- | -/- | -/- |
| Somme des 6 HAP | µg/l | -/- | -/- | -/- | -/- |
| Somme des HAP | µg/l | 0,07 | 0,03 | -/- | 0,04 |

E/L : Eau/lixiviat
< : résultat inférieur à la limite de quantification

Rapport d'essai n°. : ULY25-013499-1
Projet : *Aff4889 - Eau*

WESSLING part of ALS Limited
WESSLING France
ZI de Chesnes Tharabie
40 rue du Ruisseau - BP 50705
38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr - www.wessling.fr

**Le 23.04.2025**

| N° d'échantillon | | 25-048930-01 | 25-048930-02 | 25-048930-03 | 25-048930-04 |
|---|---|---|---|---|---|
| **Désignation d'échantillon** | **Unité** | ***Aff4889 - Pz1*** | ***Aff4889 - Pz2*** | ***Aff4889 - Pz3*** | ***Aff4889 - Pz4*** |
| **Informations sur les échantillons** | | | | | |
| Date de réception : | | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 |
| Type d'échantillon : | | *Eau souterraine* | *Eau souterraine* | *Eau souterraine* | *Eau souterraine* |
| Date de prélèvement : | | *05.04.2025* | *05.04.2025* | *05.04.2025* | *05.04.2025* |
| Heure de prélèvement : | | *21:00* | *21:00* | *21:00* | *21:00* |
| Récipient : | | 100ml PE/HNO3 WES113+250ml V/H2SO4 WES203+250ml Verre WES020+2*HS | 100ml PE/HNO3 WES113+250ml V/H2SO4 WES203+250ml Verre WES020+2*HS | 100ml PE/HNO3 WES113+250ml V/H2SO4 WES203+250ml Verre WES020+2*HS | 100ml PE/HNO3 WES113+250ml V/H2SO4 WES203+250ml Verre WES020+2*HS |
| Température à réception (C°) : | | 6,2 | 6,2 | 6,2 | 6,2 |
| Début des analyses : | | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 |
| Fin des analyses : | | 16.04.2025 | 16.04.2025 | 16.04.2025 | 16.04.2025 |

Rapport d'essai n°. : ULY25-013499-1
Projet : *Aff4889 - Eau*

WESSLING
part of ALS Limited
WESSLING France
ZI de Chesnes Tharabie
40 rue du Ruisseau - BP 50705
38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr - www.wessling.fr

**Le 23.04.2025**

| N° d'échantillon | | 25-048930-05 | 25-048930-06 | 25-048930-07 | 25-048930-08 |
|---|---|---|---|---|---|
| **Désignation d'échantillon** | **Unité** | ***Aff4889 - Pz5*** | ***Aff4889 - Pz6*** | ***Aff4889 - BT eau*** | ***Aff4889 - BTR eau*** |
| **Paramètres globaux / Indices** | | | | | |
| Indice hydrocarbures (GC) sur eau / lixiviat (HCT) - NF EN ISO 9377-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Indice hydrocarbure C10-C40 | mg/l E/L | 0,14 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) | <0,05 (A) |
| Hydrocarbures > C10-C12 | mg/l E/L | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| Hydrocarbures > C12-C16 | mg/l E/L | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| Hydrocarbures > C16-C21 | mg/l E/L | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| Hydrocarbures > C21-C35 | mg/l E/L | 0,09 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| Hydrocarbures > C35-C40 | mg/l E/L | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| **Préparation d'échantillon** | | | | | |
| Minéralisation à l'eau régale pour métaux totaux - NF EN ISO 15587-1 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Minéralisation à l'eau régale | E/L | 10/04/2025 (A) | 10/04/2025 (A) | 10/04/2025 (A) | 10/04/2025 (A) |
| **Métaux totaux** | | | | | |
| Métaux totaux (ICP/MS) - NF EN ISO 17294-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Chrome (Cr) | µg/l E/L | 18 (A) | <5,0 (A) | <5,0 (A) | <5,0 (A) |
| Nickel (Ni) | µg/l E/L | 76 (A) | 13 (A) | <10 (A) | <10 (A) |
| Cuivre (Cu) | µg/l E/L | 72 (A) | 30 (A) | <5,0 (A) | <5,0 (A) |
| Zinc (Zn) | µg/l E/L | 330 (A) | 550 (A) | 54 (A) | <50 (A) |
| Arsenic (As) | µg/l E/L | 45 (A) | 5,0 (A) | <3,0 (A) | <3,0 (A) |
| Cadmium (Cd) | µg/l E/L | 1,9 (A) | <1,5 (A) | <1,5 (A) | <1,5 (A) |
| Mercure (Hg) | µg/l E/L | <0,5 (A) | <0,5 (A) | <0,5 (A) | <0,5 (A) |
| Plomb (Pb) | µg/l E/L | 180 (A) | 34 (A) | <10 (A) | <10 (A) |
| **Hydrocarbures halogénés volatils (COHV)** | | | | | |
| Hydrocarbures halogénés volatils (COHV) sur eau - NF EN ISO 10301 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Chlorure de vinyle | µg/l E/L | <0,5 (A) | <0,5 (A) | <0,5 (A) | <0,5 (A) |
| Dichlorométhane | µg/l E/L | <0,5 (A) | <0,5 (A) | <0,5 (A) | 0,6 (A) |
| cis-1,2-Dichloroéthylène | µg/l E/L | 4,8 (A) | 1,5 (A) | <0,5 (A) | <0,5 (A) |
| trans-1,2-Dichloroéthylène | µg/l E/L | <0,5 (A) | <0,5 (A) | <0,5 (A) | <0,5 (A) |
| Trichlorométhane | µg/l E/L | <0,5 (A) | <0,5 (A) | 54 (A) | 52 (A) |
| 1,1,1-Trichloroéthane | µg/l E/L | <0,5 (A) | <0,5 (A) | <0,5 (A) | <0,5 (A) |
| Tétrachlorométhane | µg/l E/L | <0,5 (A) | <0,5 (A) | <0,5 (A) | <0,5 (A) |
| Trichloroéthylène | µg/l E/L | <0,5 (A) | <0,5 (A) | <0,5 (A) | <0,5 (A) |
| Tétrachloroéthylène | µg/l E/L | <0,5 (A) | <0,5 (A) | <0,5 (A) | <0,5 (A) |
| 1,1-Dichloroéthane | µg/l E/L | <0,5 (A) | <0,5 (A) | <0,5 (A) | <0,5 (A) |
| 1,1-Dichloroéthylène | µg/l E/L | <0,5 (A) | <0,5 (A) | <0,5 (A) | <0,5 (A) |
| Somme des COHV | µg/l E/L | 4,8 | 1,5 | 54 | 53 |

Rapport d'essai n°. : ULY25-013499-1
Projet : *Aff4889 - Eau*

WESSLING
part of ALS Limited
WESSLING France
ZI de Chesnes Tharabie
40 rue du Ruisseau - BP 50705
38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr - www.wessling.fr

Le 23.04.2025

| N° d'échantillon | | 25-048930-05 | 25-048930-06 | 25-048930-07 | 25-048930-08 |
|---|---|---|---|---|---|
| Désignation d'échantillon | Unité | *Aff4889 - Pz5* | *Aff4889 - Pz6* | *Aff4889 - BT eau* | *Aff4889 - BTR eau* |
| **Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)** | | | | | |
| Benzène et aromatiques (CAV-BTEX) - NF ISO 11423-1 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Benzène | µg/l E/L | <0,5 (A) | <0,5 (A) | <0,5 (A) | <0,5 (A) |
| Toluène | µg/l E/L | <0,5 (A) | <0,5 (A) | <0,5 (A) | <0,5 (A) |
| Ethylbenzène | µg/l E/L | <0,5 (A) | <0,5 (A) | <0,5 (A) | <0,5 (A) |
| o-Xylène | µg/l E/L | <0,5 (A) | <0,5 (A) | <0,5 (A) | <0,5 (A) |
| m-, p-Xylène | µg/l E/L | <0,5 (A) | <0,5 (A) | <0,5 (A) | <0,5 (A) |
| Cumène | µg/l E/L | <0,5 (A) | <0,5 (A) | <0,5 (A) | <0,5 (A) |
| Mésitylène | µg/l E/L | <0,5 (A) | <0,5 (A) | <0,5 (A) | <0,5 (A) |
| o-Ethyltoluène | µg/l E/L | <0,5 (A) | <0,5 (A) | <0,5 (A) | <0,5 (A) |
| m-, p-Ethyltoluène | µg/l E/L | <0,5 (A) | <0,5 (A) | <0,5 (A) | <0,5 (A) |
| Pseudocumène | µg/l E/L | <0,5 (A) | <0,5 (A) | <0,5 (A) | <0,5 (A) |
| Somme des CAV-BTEX | µg/l E/L | -/- | -/- | -/- | -/- |
| **Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)** | | | | | |
| HAP - Méthode interne : HAP-PCB-GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Naphtalène | µg/l | 0,06 (A) | 0,03 (A) | <0,02 (A) | <0,02 (A) |
| Acénaphtylène | µg/l | <0,02 (A) | <0,02 (A) | <0,02 (A) | <0,02 (A) |
| Acénaphtène | µg/l | <0,02 (A) | <0,02 (A) | <0,02 (A) | <0,02 (A) |
| Fluorène | µg/l | <0,02 (A) | <0,02 (A) | <0,02 (A) | <0,02 (A) |
| Phénanthrène | µg/l | <0,02 (A) | 0,03 (A) | 0,03 (A) | 0,02 (A) |
| Anthracène | µg/l | <0,02 (A) | <0,02 (A) | <0,02 (A) | <0,02 (A) |
| Fluoranthène | µg/l | <0,02 (A) | <0,02 (A) | <0,02 (A) | <0,02 (A) |
| Pyrène | µg/l | <0,02 (A) | <0,02 (A) | <0,02 (A) | <0,02 (A) |
| Benzo(a)anthracène | µg/l | <0,02 (A) | <0,02 (A) | <0,02 (A) | <0,02 (A) |
| Chrysène | µg/l | <0,02 (A) | <0,02 (A) | <0,02 (A) | <0,02 (A) |
| Benzo(b)fluoranthène | µg/l | <0,02 (A) | <0,02 (A) | <0,02 (A) | <0,02 (A) |
| Benzo(k)fluoranthène | µg/l | <0,02 (A) | <0,02 (A) | <0,02 (A) | <0,02 (A) |
| Benzo(a)pyrène | µg/l | <0,02 (A) | <0,02 (A) | <0,02 (A) | <0,02 (A) |
| Dibenzo(a,h)anthracène | µg/l | <0,02 (A) | <0,02 (A) | <0,02 (A) | <0,02 (A) |
| Indéno(1,2,3,c,d)pyrène | µg/l | <0,02 (A) | <0,02 (A) | <0,02 (A) | <0,02 (A) |
| Benzo(g,h,i)pérylène | µg/l | <0,02 (A) | <0,02 (A) | <0,02 (A) | <0,02 (A) |
| Somme des 4 HAP | µg/l | -/- | -/- | -/- | -/- |
| Somme des 6 HAP | µg/l | -/- | -/- | -/- | -/- |
| Somme des HAP | µg/l | 0,06 | 0,06 | 0,03 | 0,02 |

E/L : Eau/lixiviat
< : résultat inférieur à la limite de quantification

Rapport d'essai n°. : ULY25-013499-1
Projet : *Aff4889 - Eau*

WESSLING part of ALS Limited
WESSLING France
ZI de Chesnes Tharabie
40 rue du Ruisseau - BP 50705
38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr - www.wessling.fr

**Le 23.04.2025**

| N° d'échantillon | | 25-048930-05 | 25-048930-06 | 25-048930-07 | 25-048930-08 |
|---|---|---|---|---|---|
| **Désignation d'échantillon** | **Unité** | ***Aff4889 - Pz5*** | ***Aff4889 - Pz6*** | ***Aff4889 - BT eau*** | ***Aff4889 - BTR eau*** |
| **Informations sur les échantillons** | | | | | |
| Date de réception : | | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 |
| Type d'échantillon : | | *Eau souterraine* | *Eau souterraine* | *Eau souterraine* | *Eau souterraine* |
| Date de prélèvement : | | *05.04.2025* | *05.04.2025* | *05.04.2025* | *05.04.2025* |
| Heure de prélèvement : | | *21:00* | *21:00* | *21:00* | *21:00* |
| Récipient : | | 100ml PE/HNO3 WES113+250ml V/H2SO4 WES203+250ml Verre WES020+2*HS | 100ml PE/HNO3 WES113+250ml V/H2SO4 WES203+250ml Verre WES020+2*HS | 100ml PE/HNO3 WES113+250ml V/H2SO4 WES203+250ml Verre WES020+2*HS | 100ml PE/HNO3 WES113+250ml V/H2SO4 WES203+250ml Verre WES020+2*HS |
| Température à réception (C°) : | | 6,2 | 6,2 | 6,2 | 6,2 |
| Début des analyses : | | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 | 08.04.2025 |
| Fin des analyses : | | 16.04.2025 | 16.04.2025 | 16.04.2025 | 16.04.2025 |

Rapport d'essai n°. : ULY25-013499-1
Projet : *Aff-4889 - Eau*

WESSLING
part of ALS Limited
WESSLING France
ZI de Chesnes Tharabie
40 rue du Ruisseau • BP 50705
38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr • www.wessling.fr

**Le 23.04.2025**

**Informations sur vos résultats d'analyses :**

Pour parfaire la lecture de vos résultats, les seuils sont susceptibles d'être augmentés en fonction de la nature chimique de la matrice.
Seuls les résultats quantifiés (résultats égaux ou supérieurs à la LQ) sont pris en compte dans le calcul des sommes. Dans le cas contraire la somme est rendue "-/-".

La présence d'un dépôt dans l'échantillon a nécessité de réaliser l'extraction dans un autre flacon. Cela peut potentiellement augmenter l'incertitude liée au résultat :
-Indice hydrocarbures (GC) sur eau / Ibiviat (HCT), Indice hydrocarbure C10-C40 : Valable pour les échantillons 25-048930-01, -02, -03, -04, -05, -06
-HAP, Phénanthrène, Fluorène, Anthracène, Fluoranthène, Pyrène, Benzo(g,h,i)pérylène, Indéno(1,2,3,c,d)pyrène, Acénaphtène, Benzo(a)anthracène, Chrysène, Benzo(b)fluoranthène, Benzo(k)fluoranthène, Benzo(a)pyrène, Dibenzo(a,h)anthracène, Acénaphtylène, Naphtalène : Valable pour les échantillons 25-048930-01, -02, -03, -04, -05, -06

Approuvé par :
Jean-Francois CAMPENS
Président

Page 8 sur 8

## 14.9 Photographies des sondages



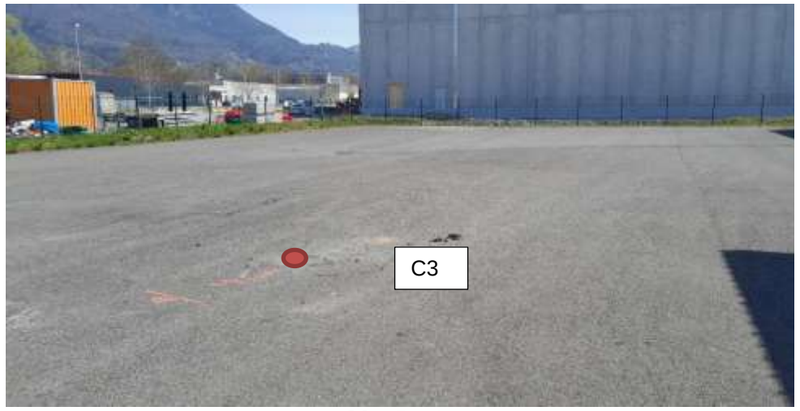

T1




C1




C2



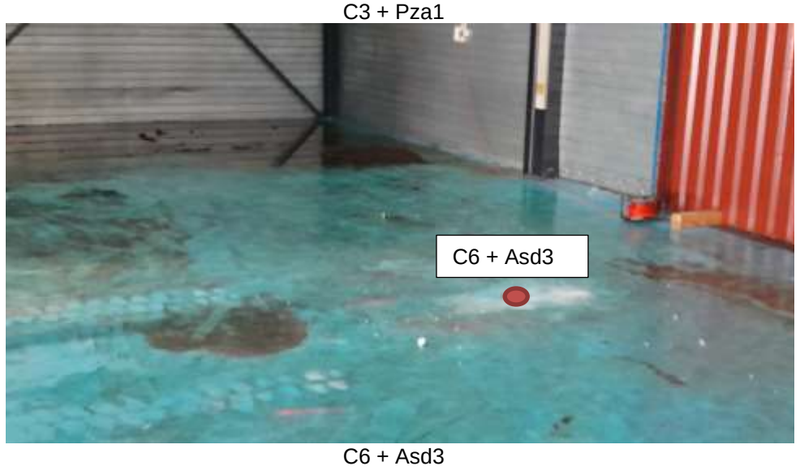

C3 + Pza1




C4




C5 + Asd2




C6 + Asd3




C7




C8



C9



C10+C11



C12 + Pz2



C13


Pz1


Pz3



Pz4



Pz5



Asd3

# C2. Plan de gestion

ALPES CONTROLES – 5 mars 2026

**Agence Environnement Auvergne Rhône-Alpes**
3bis Impasse des Prairies
ANNECY LE VIEUX
74940 ANNECY
Tél : 04 76 91 37 92
environnement.a09@alpes-controles.fr

*ENV-SSP R107 / V8*

| | |
|---|---|
| **Nos références :** | A09P2415/MRH_PG_v3 |
| **Contrat N°:** | A09-P-2024-0020 |
| **Date d'édition** : | 05 Mars 2026 |
| **Nombre de pages** : | 143 (Hors annexes) |
| **Client :** | LIDL |
| **Objet :** | **PG : Plan de Gestion - A320 - A330** |

# PG : PLAN DE GESTION

## A320 : Analyse des enjeux sanitaires
## A330 : Identification des différents scénarios de gestion possibles et réalisation d'un bilan coûts / avantages

## BEROD COLLET
## 54 RUE DES COMMUNAUX
## 74130 BONNEVILLE

**Diffusion :** **Ludovic MILHAVET**

**Modification éventuelle**

Ce rapport annule et remplace le rapport du : 10 juillet 2025

Objet de la modification : Reprise des calculs de risques sanitaires suite aux changements des espaces au droit du futur rez-de-chaussée. Prise en compte dans les calculs du local ménage de 8,25 m².

*Certificat n°35672-3*

**La Cheffe de Projet,**
**Mélodie RICHARD**

**Le Superviseur,**
**Manuel GINISTY**

# PREAMBULE

Ce dossier concerne le futur site de la **société LIDL** localisé **54 Rue des Communaux à BONNEVILLE (74130).**
Ce rapport constitue un plan de gestion dans le cadre de l'acquisition du site pour un projet de construction d'un supermarché LIDL en R+1, sans sous-sol avec des voiries en enrobés, des places de stationnement et des espaces verts.
La mission codifiée PG a été menée selon les exigences des « Prestations de services relatives aux sites et sols pollués » définies dans la norme NF X31-620 (Parties 1 et 2).

La mission comprend les prestations élémentaires suivantes :

- A320 : Analyse des enjeux sanitaires ;
- A330 : Identification des différents scénarios de gestion possibles et réalisation d'un bilan coûts / avantages.

## CLIENT

LIDL
Pré Brun
38530 PONTCHARRA

## SITE D'ETUDE

BEROD COLLET
54 Rue des Communaux
74130 BONNEVILLE

## INTERVENANTS CHEZ BUREAU ALPES CONTROLES

Superviseur : Valéry SOULIER
Cheffe de projet : Mélodie RICHARD

## REFERENCE DE L'OFFRE DE CONTRAT BUREAU ALPES CONTROLES

Contrat n° A09-P-2024-0020 daté du 14/06/2024

# LEXIQUE

| | | | |
|---|---|---|---|
| **ADEME** | Agence de l'environnement et de la maitrise de l'énergie | **HCT** | Hydrocarbures Totaux |
| **ALUR** | Loi pour l'accès au logement et un urbanisme rénové (24 mars 2014) | **ICPE** | Installation Classées pour la Protection de l'Environnement |
| **Anomalie** | Présence de substance non présente naturellement dans les sols | **ISDD** | Installation de Stockage de Déchets Dangereux |
| **ARS** | Agence Régionale de Santé | **ISDI** | Installation de Stockage de Déchets Inertes |
| **CASIAS BASIAS** | Cartographie / Base de données d'Anciens Sites Industriels et Activités de Service | **ISDND** | Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux |
| **Ex-BASOL** | Ancienne base de données sur les sites et sols pollués (ou potentiellement pollués) appelant à une action des pouvoirs publics, à titre préventif ou curatif | **LNE** | Laboratoire National de métrologie et d'Essais |
| **BTEX** | Benzène, Toluène, Ethylbenzène, Xylène | **PCB** | Polychlorobiphényles |
| **BRGM** | Bureau de Recherches Géologiques et Minières | **Piézomètre** | Ouvrage permettant d'accéder à la nappe souterraine depuis la surface afin d'y réaliser des mesures et/ou des prélèvements. |
| **CAP** | Certificat d'Acceptation Préalable, fourni par les installations de stockage et de traitement | **Piézair (piézogaz)** | Ouvrage permettant de réaliser des mesures et/ou des prélèvements des gaz du sol depuis la surface. |
| **CAV** | Composés Aromatiques Volatils (comprends les BTEX) | **Pollution** | Présence de substance non présente naturellement dans les sols entraînant un risque inacceptable pour les cibles à protéger |
| **COHV** | Composés Organo-Halogénés Volatils | **SAGE** | Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux |
| **DREAL** | Direction régionale de l'Environnement de l'Aménagement et du Logement | **SDAGE** | Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux |
| **EQRS** | Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires | **SIS** | Secteur d'Information des Sols |
| **ICPE** | Installation Classée pour la Protection de l'Environnement | **SSP** | Sites et Sols Pollués |
| **IEM** | Interprétation de l'Etat des Milieux | **VRD** | Voirie et Réseau Divers |
| **INRA** | Institut Nationale de la Recherche Agronomique | **ZNIEFF** | Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique |
| **HAP** | Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques | | |

# SOMMAIRE

**PREAMBULE** 2

Client 2
Site D'étude 2
Intervenants chez Bureau Alpes Contrôles 2
Référence de l'offre de contrat Bureau Alpes Contrôles 2

**LEXIQUE** 3
**RESUME NON – TECHNIQUE** 11
**RESUME TECHNIQUE** 13

**1. CONTEXTE** 17
**2. METHODOLOGIE ET REFERENTIEL** 18
**3. DESCRIPTION DU SITE D'ETUDE ET DE SON ENVIRONNEMENT** 19
**4. SYNTHESE DES ETUDES ANTERIEURES** 22

4.1. Rapport INFOS et DIAG – G ENVIRONNEMENT du 16/05/2022 22

4.1.1. A100 – Visite de site 22
4.1.2. A110 – Etude historique 23
4.1.3. A120 – Etude de vulnérabilité 23
4.1.4. Description des investigations menées par G Environnement 24

4.1.4.1 Investigations réalisées – Diagnostic initial 24
4.1.4.2 Description des résultats des investigations menées par G Environnement – Diagnostic initial 26

4.2. Rapport DIAG et EQRS – G ENVIRONNEMENT du 29/09/2023 29

4.2.1.1 Investigations réalisées – Campagne complémentaire 29

4.3. Rapport PLAN DE GESTION – G ENVIRONNEMENT du 27/09/2023 41
4.4. Rapport XPER – Bureau Alpes Contrôles du 26/07/2024 52
4.5. Rapport DIAG et PLAN DE GESTION – G ENVIRONNEMENT du 15/05/2025 59
4.6. Rappel des contaminations en place 61

**5. PROJET D'AMENAGEMENT DU SITE ET HYPOTHESES D'AMENAGEMENT** 62
**6. DETERMINATION DES POLLUTIONS CONCENTREES** 67

6.1.1. Constats de terrain et indices organoleptiques 67
6.1.2. Interpolation cartographique 69

6.1.2.1 Pour les HCT C10-C40 69
6.1.2.2 Pour le TCE 72
6.1.2.3 Pour le 1,2-DCE 75

6.1.3. Analyse statistique 79
6.1.4. Bilan massique 86
6.1.5. Conclusion sur les seuils de coupures théoriques 93
6.1.6. Volumes en gestion 94

6.1.6.1 Volumes de sol selon les seuils de pollutions concentrées 94

**7. A320 : ANALYSE DES ENJEUX SANITAIRES** 96

7.1. Scénarios d'exposition 96

7.1.1. Sélection des voies d'exposition retenues 96
7.1.2. Sélection des substances et concentrations retenues 96
7.1.3. Sélection des cibles retenues 99
7.1.4. Scénarios d'exposition retenus 99

7.2. Schéma conceptuel 100
7.3. Sélection des VTR 100
7.3.1. Méthodologie de choix des VTR 100
7.3.2. VTR retenues pour le projet 101
7.4. Calcul des concentrations dans les milieux d'exposition 103
7.4.1. Présentation et choix des modèles de calcul des concentrations dans les milieux d'exposition 103
7.4.2. Paramètres d'exposition 104
7.4.3. Paramètres constructifs liés au projet 104
7.4.4. Paramètres liés à la source 105
7.4.5. Paramètres liés à la typologie du sol 105
7.5. Quantification des risques sanitaires 106
7.5.1. Niveaux de risques de référence 106
7.5.2. Résultats pour le projet étudié 107
7.6. Comparaison aux valeurs réglementaires et aux valeurs guide de la qualité de l'air intérieur (VGAI) 108
7.7. Evaluation des incertitudes 109
7.7.1. Incertitudes liées à l'échantillonnage 109
7.7.2. Incertitudes liées à l'analyse par le laboratoire 109
7.7.3. Incertitudes liées aux scénarios d'exposition 110
7.7.4. Incertitudes liées au choix des VTR 110
7.7.5. Incertitudes liées aux paramètres de modélisation pour les modèles utilisés 110
7.7.6. Paramètres de modélisation 111
7.7.7. Conclusions sur les incertitudes 112
7.8. Conclusion de l'évaluation des risques résiduels prospective 112
**8. A330 : IDENTIFICATION DES DIFFERENTS SCENARIOS DE GESTION POSSIBLES ET REALISATION D'UN BILAN COUTS-AVANTAGES 113**
8.1. Rappel des objectifs de dépollution 113
8.2. Description des techniques disponibles 116
8.2.1. Mesures visant à éliminer les sources 116
8.2.1.1 Excavation et transfert hors site en installation de stockage de déchets adaptés ou en biocentre 116
8.2.1.2 Excavation et traitement sur site 117
8.2.1.3 Traitement in-situ 118
8.2.2. Mesures visant à désactiver les voies de transfert 120
8.2.2.1 Gestion des COHV en aval du site 120
8.2.2.2 Gestion de la rétention d'huiles sous le groupe 120
8.2.2.3 Recouvrement 121
8.3. Bilan coûts-avantages (BCA) des techniques applicables envisagées 122
8.3.1. Facteurs limitants 122
8.3.2. Solutions retenues pour le BCA et validité sanitaire 122
8.3.3. Analyse qualitative sur la base de critères non économiques 123
8.3.4. Analyses quantitatives sur la base du critère économique 131
8.3.4.1 Synthèse de l'évaluation des différents scénarios pour chaque critère 137
8.3.5. Proposition des scénarios les plus adaptés 138
8.3.6. Recommandations sur les paramètres complémentaires permettant d'assurer la faisabilité technique des scénarios 138
8.3.7. Schémas conceptuels 139

**9. CONCLUSIONS** 140

TABLE DES TABLEAUX

TABLEAU 1 : CARACTERISTIQUES DU SITE D'ETUDE ET DE SON ENVIRONNEMENT.....19
TABLEAU 2 : PRELEVEMENTS DE SOL REALISES SUR SITE LE 04 ET 05 MAI 2022 (SOURCE : G ENVIRONNEMENT).....25
TABLEAU 3 : PRELEVEMENTS DE GAZ DE SOL REALISES SUR SITE LE 04 ET 05 MAI 2022 (SOURCE : G ENVIRONNEMENT).....25
TABLEAU 4 : PRELEVEMENT D'EAU SOUTERRAINE REALISE SUR SITE LE 04 ET 05 MAI 2022 (SOURCE : G ENVIRONNEMENT).....25
TABLEAU 5 : PRELEVEMENTS DE SOL REALISES SUR SITE LE 16, 17 ET 18 AOUT 2023 (SOURCE : G ENVIRONNEMENT).....31
TABLEAU 6 : PRELEVEMENTS DE GAZ DE SOL REALISES SUR SITE LE 16, 17 ET 18 AOUT 2023 (SOURCE : G ENVIRONNEMENT).....31
TABLEAU 7 : RECAPITULATIF DES SONDAGES AYANT MANIFESTE DES CONCENTRATIONS EN POLLUANTS (SOURCE : G ENVIRONNEMENT).....32
TABLEAU 8 : PRESENTATION DES VTR RETENUS POUR LES DIFFERENTS SCENARIOS (SOURCE : G ENVIRONNEMENT).....35
TABLEAU 9 : PARAMETRES MODELISATION INHALATION - TRAVAILLEURS PHASE PERENNE (SOURCE : G ENVIRONNEMENT).....38
TABLEAU 10 : PARAMETRES PHYSIQUES DU MODELE INHALATION (SOURCE : G ENVIRONNEMENT)38
TABLEAU 11 : PARAMETRES DE MODELISATION INGESTION CONTACT DERMIQUE – TRAVAILLEURS PHASE PERENNE (SOURCE : G ENVIRONNEMENT).....38
TABLEAU 12 : PARAMETRES DE MODELISATION INGESTION CONTACT DERMIQUE- TRAVAILLEUR PHASE CHANTIER (SOURCE : G ENVIRONNEMENT).....38
TABLEAU 13 : RISQUES SANITAIRES CALCULEES PAR G ENVIRONNEMENT POUR LES FUTURS TRAVAILLEURS.....39
TABLEAU 14 : IMPACTS NOTABLES IDENTIFIES LORS DE LA PREMIERE CAMPAGNE DE G ENVIRONNEMENT EN MAI 2022 (SOURCE : G ENVIRONNEMENT).....41
TABLEAU 15 : IMPACTS NOTABLES IDENTIFIES LORS DE LA PREMIERE CAMPAGNE DE G ENVIRONNEMENT EN AOUT 2023 (SOURCE : G ENVIRONNEMENT).....42
TABLEAU 16 : RECAPITULATIF DES VOLUMES ET TONNAGES (SOURCE : G ENVIRONNEMENT)47
TABLEAU 17 : ANALYSE MULTICRITERES DES FILIERES ET SOLUTIONS DE TRAITEMENT (SOURCE : G ENVIRONNEMENT).....48
TABLEAU 18 : CONCENTRATIONS RESIDUELLES PRISES EN COMPTE DANS L'ARR (SOURCE : G ENVIRONNEMENT).....49
TABLEAU 19 : RISQUES SANITAIRES CALCULEES PAR G ENVIRONNEMENT POUR LES FUTURS TRAVAILLEURS.....50
TABLEAU 20 : SYNTHESE DE LA MISSION XPER D'ALPES CONTROLES.....53
TABLEAU 21 : ELABORATION D'UN PROGRAMME D'INVESTIGATIONS COMPLEMENTAIRES.....55
TABLEAU 22 : STRATEGIE D'ECHANTILLONNAGE ET D'ANALYSES ENVISAGEES.....57
TABLEAU 23 : SYNTHESE DES RELEVES DE TERRAIN AU REGARD DES RESULTATS ANALYTIQUES POUR LES COMPOSES POTENTIELLEMENT VOLATILS.....67
TABLEAU 24 : ANALYSE STATISTIQUE DES DONNEES POUR LES HCT.....80
TABLEAU 25 : ANALYSE STATISTIQUE DES DONNEES POUR LE TCE.....82
TABLEAU 26 : ANALYSE STATISTIQUE DES DONNEES POUR LE 1,2-DCE.....84
TABLEAU 27 : SURFACES DES MAILLES.....87
TABLEAU 28 : BILAN MASSIQUE POUR LES HCT PAR GAMME DE CONCENTRATION.....90
TABLEAU 29 : BILAN MASSIQUE POUR LE TCE PAR GAMME DE CONCENTRATION.....91

TABLEAU 30 : BILAN MASSIQUE POUR LE 1,2-DCE PAR GAMME DE CONCENTRATION.....92
TABLEAU 31 : SYNTHESE DES SEUILS DEFINIS .....93
TABLEAU 32 : VOLUMES LIE AUX POLLUTIONS CONCENTREES IDENTIFIEES.....94
TABLEAU 33 : SYNTHESE DES VOIES D'EXPOSITION DU SITE .....96
TABLEAU 34 : SYNTHESE DES TENEURS DANS LES GAZ DU SOL RETENUES DANS L'ARR PREDICTIVE (EN MG/M$^3$) .....98
TABLEAU 35 : SYNTHESE DES CIBLES DU SITE .....99
TABLEAU 36 : SYNTHESE DES SCENARIOS D'EXPOSITION POTENTIELLE RETENUS .....99
TABLEAU 37 : SYNTHESE DES VTR RETENUES .....102
TABLEAU 38 : PARAMETRES D'EXPOSITION POUR LE SCENARIO N°1 .....104
TABLEAU 39 : PARAMETRES CONSTRUCTIFS LIES AU PROJET.....104
TABLEAU 40 : PARAMETRES LIES A LA TYPOLOGIE DU SOL .....105
TABLEAU 41 : RESULTATS DES CALCULS DE RISQUES SANITAIRES POUR LE SCENARIO N°1.107
TABLEAU 42 : COMPARAISON DES CONCENTRATIONS MODELISEES AVEC LES VGAI .....108
TABLEAU 43 : SYNTHESE DES VOLUMES DE POLLUTIONS CONCENTREES A PRENDRE EN CHARGE115
TABLEAU 44 : ANALYSE DES CRITERES ENVIRONNEMENTAUX .....124
TABLEAU 45 : ANALYSE DES CRITERES JURIDIQUES ET REGLEMENTAIRES.....125
TABLEAU 46 : ANALYSE DES CRITERES TECHNIQUES LIES AU PROJET .....126
TABLEAU 47 : ANALYSE DES CRITERES TECHNIQUES LIES AUX POLLUANTS .....127
TABLEAU 48 : ANALYSE DES CRITERES TECHNIQUES LIES AU SITE .....128
TABLEAU 49 : ANALYSE DES CRITERES TECHNIQUES LIES AUX TRAITEMENTS ENVISAGES.....129
TABLEAU 50 : SYNTHESE DE L'ANALYSE DES CRITERES NON ECONOMIQUES ET CLASSEMENT DES SOLUTIONS .....130
TABLEAU 51 : ANALYSES DES CRITERES ECONOMIQUES POUR LES DIFFERENTS SCENARIOS .132

TABLES DES FIGURES ET PLANS

FIGURE 1 : LOCALISATION DU SITE (CARTE IGN AU 1/25 000) ..... 20
FIGURE 2 : LOCALISATION DU SITE SUR VUE AERIENNE (GEOPORTAIL) ..... 20
FIGURE 3 : SITUATION CADASTRALE DU SITE ..... 21
FIGURE 4 : IMPLANTATION DES INVESTIGATIONS REALISEES PAR G ENVIRONNEMENT EN MAI 2022 (SOURCE : G ENVIRONNEMENT) ..... 24
FIGURE 5 : IMPLANTATION DES INVESTIGATIONS REALISEES PAR G ENVIRONNEMENT EN AOUT 2023 (SOURCE : G ENVIRONNEMENT) ..... 30
FIGURE 6 : SYNTHESE DES RESULTATS DES 2 DIAGNOSTICS (SOURCE : G ENVIRONNEMENT) 43
FIGURE 7 : SCHEMA CONCEPTUEL INITIAL (SOURCE : G ENVIRONNEMENT) ..... 44
FIGURE 8 : ÉVOLUTION DU POURCENTAGE DE VOLUME DE SOL ET DU POURCENTAGE DE LA MASSE DE POLLUANT CONTENUE DANS CHAQUE PLAGE DE CONCENTRATION (SOURCE : G ENVIRONNEMENT) ..... 45
FIGURE 9 : DELIMITATION DES ZONES DE POLLUTIONS CONCENTREES – TRANCHE 0-1M (SOURCE : G ENVIRONNEMENT) ..... 46
FIGURE 10 : DELIMITATION DES ZONES DE POLLUTIONS CONCENTREES – TRANCHE 1-2M (SOURCE : G ENVIRONNEMENT) ..... 46
FIGURE 11 : DELIMITATION DES ZONES DE POLLUTIONS CONCENTREES – TRANCHE 2-3M .... 47
FIGURE 12 : PLAN D'IMPLANTATION PREVISIONNEL POUR LES INVESTIGATIONS COMPLEMENTAIRES ..... 56
FIGURE 13 : IMPLANTATION PREVISIONNELLE DES PIEZOMETRES VALIDEE PAR LA DREAL .... 58
FIGURE 4 : PLAN GENERAL DE PROJET D'AMENAGEMENT DU SITE D'ETUDE ..... 64
FIGURE 5 : PLAN DU RDC 1:200 ..... 65
FIGURE 6 : PLAN DES FAÇADES ..... 66
FIGURE 17 : MODELISATION CARTOGRAPHIQUE DES IMPACTS EN HCT – TRANCHE 0-1M ..... 70
FIGURE 18 : MODELISATION CARTOGRAPHIQUE DES IMPACTS EN HCT – TRANCHE 1-2M ..... 70
FIGURE 19 : MODELISATION CARTOGRAPHIQUE DES IMPACTS EN HCT – TRANCHE 2-3M ..... 71
FIGURE 20 : MODELISATION CARTOGRAPHIQUE DES IMPACTS EN HCT – TRANCHE 3-4M ..... 71
FIGURE 21 : MODELISATION CARTOGRAPHIQUE DES IMPACTS EN HCT – TRANCHE 4-5M ..... 72
FIGURE 22 : MODELISATION CARTOGRAPHIQUE DES IMPACTS EN TCE – TRANCHE 0-1M..... 73
FIGURE 23 : MODELISATION CARTOGRAPHIQUE DES IMPACTS EN TCE – TRANCHE 1-2M..... 73
FIGURE 24 : MODELISATION CARTOGRAPHIQUE DES IMPACTS EN TCE – TRANCHE 2-3M..... 74
FIGURE 25 : MODELISATION CARTOGRAPHIQUE DES IMPACTS EN TCE – TRANCHE 3-4M..... 74
FIGURE 26 : MODELISATION CARTOGRAPHIQUE DES IMPACTS EN TCE – TRANCHE 4-5M..... 75
FIGURE 27 : MODELISATION CARTOGRAPHIQUE DES IMPACTS EN 1,2-DCE – TRANCHE 0-1M 76
FIGURE 28 : MODELISATION CARTOGRAPHIQUE DES IMPACTS EN 1,2-DCE – TRANCHE 1-2M 76
FIGURE 29 : MODELISATION CARTOGRAPHIQUE DES IMPACTS EN 1,2-DCE – TRANCHE 2-3M 77
FIGURE 30 : MODELISATION CARTOGRAPHIQUE DES IMPACTS EN 1,2-DCE – TRANCHE 3-4M 77
FIGURE 31 : MODELISATION CARTOGRAPHIQUE DES IMPACTS EN 1,2-DCE – TRANCHE 4-5M 78
FIGURE 32 : PLAN DES MAILLES – POLYGONE DE VORONOÏ ..... 88
FIGURE 33 : IMPLANTATION DES POLLUTIONS CONCENTREES ..... 95
FIGURE 34 : SCHEMA CONCEPTUEL APRES MISE EN PLACE DES MESURES DE GESTION (SOURCE : G ENVIRONNEMENT) ..... 100
FIGURE 35 : PRINCIPE DU MODELE JOHNSON & ETTINGER ..... 103
FIGURE 34 : ZONE EXTERIEURE DE RETENTION D'HUILES ..... 120

TABLE DES ANNEXES

ANNEXE 1 : CODIFICATION SELON LA NORME NFX31-620-2 ..... 144
ANNEXE 2 : PLU / PPRI ..... 146
ANNEXE 3 : SYNTHESE DES PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES ..... 147
ANNEXE 4 : VALEURS TOXICOLOGIQUE DE REFERENCE DES SUBSTANCES ET POTENTIEL DANGER 149
ANNEXE 5 : RESULTATS DES CALCULS DE RISQUES SANITAIRES ..... 161

# RESUME NON – TECHNIQUE

Ce rapport constitue un plan de gestion dans le cadre de l'acquisition du site par la société LIDL pour la construction d'un supermarché LIDL en R+1, sans sous-sol avec des voiries en enrobé, des places de stationnement et des espaces verts.

Les objectifs sont de :

- De valider la compatibilité des terres en place avec l'usage futur des bâtiments,
- De définir les modalités de réhabilitation et d'aménagement du site,
- D'évaluer les risques sanitaires pour le futur projet.

L'évaluation des risques sanitaires a mis en évidence des risques qualifiés d'acceptables pour le scénario d'inhalation d'air intérieur pour les futurs travailleurs sous respect des recommandations ci-dessous.

Le bilan coûts-avantages, quant à lui a mis en évidence 5 options de gestion qui peuvent être appliquées au projet :

- Solution N°1 : Excavation de la zone non saturée (0-3 m) et évacuation hors site pour traitement biologique ; traitement in-situ de la zone saturée,
- Solution N°2 : excavation du spot de pollution en HCT et évacuation en filière spécifique ; excavation de la zone non saturée (0-3 m) et traitement biologique sur site ; traitement in-situ de la zone saturée,
- Solution N°3 : excavation de la zone non saturée (0-3 m) et traitement thermique sur site ; traitement in-situ de la zone saturée,
- Solution N°4 : Excavation du spot de pollution en HCT et évacuation en filière spécifique ; Traitement in-situ biodégradation dynamisée (gestion de la ZS),
- Solution N°5 : Excavation du spot de pollution en HCT et évacuation en filière spécifique ; Traitement in-situ venting/biosparging (gestion de la ZS).

Les scénarios 4 & 5 sont légèrement plus viables techniquement et financièrement mais devront faire l'objet d'un plan de conception de travaux avec la réalisation de test sur site du fait de la présence de nombreuses incertitudes.

En conclusion, le site dans son état actuel est compatible avec l'usage futur projeté sous respect des recommandations suivantes.

BUREAU ALPES CONTROLES recommande :

- La réalisation d'un diagnostic au droit de la dalle béton afin d'appréhender la qualité de ce milieu ;
- La mise en œuvre des travaux pour la gestion des pollutions concentrées en HCT et COHV ;
- L'accompagnement par un AMO Sites et Sols Pollués, lors des travaux de traitement du site, afin de garantir la bonne prise en compte de ces recommandations et de conserver la traçabilité des travaux effectués, puis de réaliser des contrôles au droit des matériaux traités ;
- De prévoir des contraintes d'aménagement pour la gestion des pollutions résiduelles ;
    - Taux de renouvellement d'air minimal de 1,3 volume / heure pour les pièces au RDC ;
    - Dallage à minima de 20 cm ;
    - Au rez-de-chaussée : Local utilisé par les employés de dimensions minimales 3,2 m x 2,58 m avec hauteur sous plafond minimale de 2,2 m ;
    - A l'extérieur, recouvrement des zones non imperméabilisées par des revêtements de tout type (enrobés, bétons, dalles, pavés, …) ou par apport de 30 cm matériaux sains (avec géotextile ou grillage avertisseur à l'interface terres en place / terres d'apport) ;
    - Interdiction des plantations en pleine terre destinées à la consommation (potagers, arbres fruitiers, baies) ;
    - Interdiction d'utilisation des eaux souterraines au droit du site dans l'état actuel du milieu concerné ;
    - Mise en place des réseaux AEP dans des tranchées saines et/ou matériaux garantissant l'absence de perméation (acier, fonte, multicouche) au droit des zones de pollution concentrée traitées en fonction des teneurs résiduelles en contaminants ;
    - Installation des noues d'infiltration hors des zones de pollutions résiduelles.
- De mettre à jour les analyses de risques sanitaires en fonction de l'atteinte des seuils de coupure et des zones d'impacts résiduelles,
- En fonction des concentrations résiduelles après travaux, la réalisation de prélèvements d'air ambiant au droit des locaux utilisés par les futurs travailleurs au rez-de-chaussée (local ménage, local TGBT, local informatique) pour analyses du Trichloroéthylène,
- La réalisation d'une attestation ATTES-ALUR prévue à l'article R 556-3 du Code de l'Environnement à joindre au dossier de demande de permis de construire,
- De prévoir un dispositif de transmission des informations et de conservation de la mémoire relatif à la pollution des sols.

# RESUME TECHNIQUE

| Description du site d'étude | |
|---|---|
| Localisation site d'étude | 54 rue des Communaux – 74130 BONNEVILLE |
| Contexte de l'étude | Acquisition du site en vue d'un projet de construction de grande surface (LIDL) |
| Cadastre | Parcelles n°93, 94 129, 130, 131, 132, 135, 250, 251, 252, 253, 327, 330 et 332 de la section cadastrale AO |
| Surface | 9 306 m² |
| **A320 : Analyse des enjeux sanitaires** | |
| Scénario étudié | Déconstructions des bâtiments actuels et des superstructures<br>Recouvrement ou revêtement sur l'ensemble des espaces extérieurs<br>SCENARIO 1 « Inhalation de composés volatils en intérieur » : exposition de travailleurs adultes dans le futur local ménage au rez-de-chaussée, par inhalation de vapeurs provenant des gaz de sol |
| Cibles | • Employés adultes<br>• Publics enfants et adultes non retenus car moins exposés |
| Substances et teneurs retenues | Hydrocarbures totaux (HCT)<br>Composés Organiques Halogénés Volatils (COHV)<br>Composés aromatiques volatils (CAV-BTEX) |
| Risques sanitaires | Les niveaux de risque sanitaires liés aux effets à seuil (substances toxiques) et aux effets sans seuil (substances cancérigènes) sont inférieurs aux seuils de référence, pour les employés adultes. Au vu de l'exposition plus faible, du public adultes et enfants, le site est également compatible pour cette cible.<br><br>Les pollutions mises en évidence dans les sols sont donc compatibles avec l'aménagement du site.<br><br>La concentration modélisée en Trichloroéthylène dans l'air intérieur du futur bâtiment est supérieure à la valeur de qualité d'air intérieur recommandée.<br>Au vu de ce dépassement potentiel, il est recommandé la mise en œuvre de mesures de gestion décrites ci-dessous.<br>Il est ainsi recommandé d'augmenter le taux de ventilation au droit du rez-de-chaussée à minima à 1,3 vol/h au droit de l'ensemble des pièces présentes. De plus, il est recommandé de réaliser des prélèvements d'air ambiant au droit des pièces du rez-de-chaussée lors de la construction du bâtiment pour vérifier les concentrations en présence notamment en Trichloroéthylène. |
| Incertitudes | Plusieurs facteurs d'incertitudes mais d'une manière globale, les calculs de risques sanitaires ont été réalisés en choisissant des hypothèses réalistes ou sécuritaires. |

A330 : Identification des différents scénarios de gestion possibles et réalisation d'un bilan coûts avantages

| | |
|---|---|
| Solutions proposées | Zones de pollution concentrée à traiter selon les seuils de coupure suivants :<br>▪ HCT : 2000 mg/kg ;<br>▪ TCE : 0,6 mg/kg ;<br>▪ 1,2-DCE : 3 mg/kg.<br>Pour le traitement des pollutions concentrées :<br>▪ Solution N°1 : Excavation de la zone non saturée (0-3 m) et évacuation hors site pour traitement biologique ; traitement in-situ de la zone saturée,<br>▪ Solution N°2 : excavation du spot de pollution en HCT et évacuation en filière spécifique ; excavation de la zone non saturée (0-3 m) et traitement biologique sur site ; traitement in-situ de la zone saturée,<br>▪ Solution N°3 : excavation de la zone non saturée (0-3 m) et traitement thermique sur site ; traitement in-situ de la zone saturée,<br>▪ Solution N°4 : Excavation du spot de pollution en HCT et évacuation en filière spécifique ; Traitement in-situ biodégradation dynamisée,<br>▪ Solution N°5 : Excavation du spot de pollution en HCT et évacuation en filière spécifique ; Traitement in-situ venting/biosparging.<br>Lors de la campagne d'investigations réalisée par G Environnement le 02/04/2025, il a été mis en évidence la création d'une zone de stockage d'huiles à ras de sol sous le groupe froid. Cette zone ne peut être laissée en l'état pour éviter toute fuites ou débordements. Il est ainsi nécessaire de gérer ces huiles par pompage et évacuation de celles-ci en filière spécifique.<br><br>La réalisation d'un diagnostic au droit de la dalle béton afin d'appréhender la qualité de ce milieu. Il est suspecté que ces matériaux soit impactés et ne pourront être réutilisés sur site mais devront être évacués en filière agréée.<br><br>Gestion des pollutions résiduelles par :<br>▪ La mise en œuvre des travaux pour la gestion des pollutions concentrées en priorité sur les zones de pollution concentrées en HCT et COHV ;<br>▪ L'accompagnement par un AMO Sites et Sols Pollués, lors des travaux de traitement du site, afin de garantir la bonne prise en compte de ces recommandations et de conserver la traçabilité des travaux effectués;<br>▪ La réalisation de contrôles analytiques en fin de chantier ;<br>▪ De prévoir des contraintes d'aménagement pour la gestion des pollutions résiduelles :<br>▪ Taux de renouvellement d'air minimal de 0,7 volume / heure pour les pièces au RDC ;<br>▪ Dallage à minima de 20 cm ;<br>▪ Au rez-de-chaussée : Local utilisé par les employés de dimensions minimales 6,13 x 5,47 m avec hauteur sous plafond minimale de 2,5 m ;<br>▪ A l'extérieur, recouvrement des zones non imperméabilisées par des revêtements de tout type (enrobés, bétons, dalles, pavés, …) ou par apport de 30 cm matériaux sains (avec géotextile ou grillage avertisseur à l'interface terres en place / terres d'apport) ;<br>▪ Interdiction des plantations en pleine terre destinées à la consommation (potagers, arbres fruitiers, baies) ;<br>▪ Interdiction d'utilisation des eaux souterraines au droit du site ; |

| | |
|---|---|
| | ▪ Les eaux pluviales ne seront pas infiltrées au droit des zones où des concentrations résiduelles seront présentes ;<br>▪ Mise en place des réseaux AEP dans des tranchées saines et/ou matériaux garantissant l'absence de perméation (acier, fonte, multicouche) au droit des zones de pollution concentrée traitées en fonction des teneurs résiduelles en contaminants. |
| Critères étudiés | Les critères évalués sont les suivants : Environnementaux, Juridiques et réglementaires, Techniques liées au projet, aux polluants, au site, aux traitements envisagés, Economiques. |
| Analyse | Pour les critères non économiques : D'une manière globale, les solutions in-situ n°4 ou n°5 paraissent les plus adaptées au site et au projet. Ces 2 solutions présentent néanmoins une légère « insécurité » en termes de résultats car il est nécessaire de réaliser quelques un plan de conception de travaux avec la réalisation de tests préalables en laboratoire pour valider l'efficacité. Quelques aléas peuvent être rencontrés avec cette technique : aléas liés à un mauvais dimensionnement de l'installation ou lié à la réponse réelle du traitement (efficacité, durée).<br>Pour le critère économique : 2 solutions (Scénario n°4 biodégradation dynamisée in-situ et Scénario n°5 venting/biospaging in situ) sont plus économiques mais présentent de nombreuses incertitudes. 2 autres solutions se valent (Scénario n°1 évacuation hors site et Scénario n°2 biotertre sur site). En revanche, le scénario n°3 (désorption thermique sur site) est la plus onéreuse. |

| Conclusions et recommandations de BUREAU ALPES CONTROLES | |
|---|---|
| Conclusions | En conclusion, le site sera compatible avec l'usage futur projeté sous respect des recommandations des mesures de gestion suivantes.<br>L'enveloppe financière des travaux est comprise entre 521 k€ HT et 857 k€ HT en considérant les solutions 4 ou 5 qui se valent au bilan coûts-avantages :<br>- Solution N°4 : Excavation du spot de pollution en HCT et évacuation en filière spécifique ; Traitement in-situ biodégradation dynamisée,<br>- Solution N°5 : Excavation du spot de pollution en HCT et évacuation en filière spécifique ; Traitement in-situ venting/biosparging.<br>Néanmoins, ces scénarios présentent de nombreuses incertitudes et devront faire l'objet d'un plan de conception de travaux avec la réalisation de tests (faisabilité, traitabilité, essais-pilotes) en amont afin de s'assurer de l'efficacité du scénario. |
| Recommandations | BUREAU ALPES CONTROLES recommande :<br>▪ La réalisation d'un diagnostic au droit de la dalle béton afin d'appréhender la qualité de ce milieu ;<br>▪ La mise en œuvre des travaux pour la gestion des pollutions concentrées en HCT et COHV ;<br>▪ L'accompagnement par un AMO Sites et Sols Pollués, lors des travaux de traitement du site, afin de garantir la bonne prise en compte de ces recommandations et de conserver la traçabilité des travaux effectués, puis de réaliser des contrôles au droit des matériaux traités ;<br>▪ De prévoir des contraintes d'aménagement pour la gestion des pollutions résiduelles ;<br>o Taux de renouvellement d'air minimal de 1,3 volume / heure pour les pièces au RDC ;<br>o Dallage à minima de 20 cm ;<br>o Au rez-de-chaussée : Local utilisé par les employés de dimensions minimales 3,2 m x 2,58 m avec hauteur sous plafond minimale de 2,2 m ;<br>o A l'extérieur, recouvrement des zones non imperméabilisées par des revêtements de tout type (enrobés, bétons, dalles, pavés, …) ou par apport de 30 cm matériaux sains (avec géotextile ou grillage avertisseur à l'interface terres en place / terres d'apport) ;<br>o Interdiction des plantations en pleine terre destinées à la consommation (potagers, arbres fruitiers, baies) ;<br>o Interdiction d'utilisation des eaux souterraines au droit du site dans l'état actuel du milieu concerné ;<br>o Mise en place des réseaux AEP dans des tranchées saines et/ou matériaux garantissant l'absence de perméation (acier, fonte, multicouche) au droit des zones de pollution concentrée traitées en fonction des teneurs résiduelles en contaminants ;<br>o Installation des noues d'infiltration hors des zones de pollutions résiduelles.<br>▪ De mettre à jour les analyses de risques sanitaires en fonction de l'atteinte des seuils de coupure et des zones d'impacts résiduelles,<br>▪ En fonction des concentrations résiduelles après travaux, la réalisation de prélèvements d'air ambiant au droit des locaux utilisés par les futurs travailleurs au rez-de-chaussée (local ménage, local TGBT, local informatique) pour analyses du Trichloroéthylène,<br>▪ La réalisation d'une attestation ATTES-ALUR prévue à l'article R 556-3 du Code de l'Environnement à joindre au dossier de demande de permis de construire,<br>▪ De prévoir un dispositif de transmission des informations et de conservation de la mémoire relatif à la pollution des sols. |

# 1. CONTEXTE

La société **LIDL** souhaite acquérir un site, localisé 54 rue des Communaux à BONNEVILLE (74130), d'une superficie de 9 306 m², afin de construire un supermarché LIDL en R+1, sans sous-sol avec des voiries en enrobé, des places de stationnement et des espaces verts. Le bâtiment comprendra la surface de vente, les bureaux, les pièces de vies, les locaux techniques…

Le site est actuellement occupé par les ateliers de la société BEROD COLLET, dont l'activité principale est la fabrication de pièces mécaniques de précision.

Plusieurs études environnementales ont été réalisées par G Environnement au droit du site. Plusieurs impacts au droit des SOLS, GAZ DE SOL et EAUX SOUTERRAINES ont ainsi été identifiées.

C'est dans ce contexte que BUREAU ALPES CONTROLES a été missionné pour la réalisation d'un PG (Plan de Gestion).

Selon le guide présentant la « Méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués » datant d'Avril 2017, le plan de gestion se définit globalement comme suit.

Il s'agit d'un document de synthèse des études réalisées permettant d'identifier et de caractériser la pollution d'un site et de son environnement. En prenant en compte ses données, et le projet d'aménagement futur, il vise à définir la stratégie de gestion à appliquer en vue de la réalisation des travaux dans une phase ultérieure.

Le processus d'élaboration d'un plan de gestion est itératif, il évolue en fonction des données acquises sur le milieu souterrain comme sur le projet d'aménagement.

Son rôle est de :

- Définir des modalités de réhabilitation et d'aménagement d'un site pollué ;
- Supprimer ou, à défaut, maîtriser les sources de pollution et leurs impacts.

Il convient de rappeler que la priorité consiste d'abord à extraire les pollutions concentrées généralement circonscrites à des zones limitées.

Les deux objectifs principaux à prendre en compte lors de l'élaboration d'un plan de gestion sont donc :

### 1. La suppression ou maitrise des sources de pollution

La maitrise des sources de pollution participe à la démarche globale d'amélioration continue des milieux et à la réduction d'exposition des populations aux substances présentant un risque sanitaire.

La politique de gestion des risques suivant l'usage des milieux ne dispense pas de rechercher les possibilités de suppression des pollutions compte tenue des techniques disponibles et de leurs coûts économiques.

Ainsi, en tout premier lieu, les possibilités de suppression des pollutions et de leurs impacts doivent être recherchées.

La maitrise des impacts suppose la maîtrise préalable des sources de pollution et des pollutions concentrées.

### 2. La suppression ou maitrise des impacts

Dans le cas où la suppression totale des sources de pollution n'est pas atteignable (techniquement ou économiquement), l'objectif du plan de gestion est de garantir la maitrise des impacts pour la population et les milieux aux sources d'exposition résiduelles suspectées ou avérées.
Ainsi, le plan de gestion devra déterminer les mesures nécessaires afin de permettre à la fois de :

- Remédier à l'exposition des populations à des risques excessifs en limitant leur exposition ou en améliorant la qualité des milieux voire en restreignant l'usage des milieux si nécessaire ;
- Limiter le processus de dégradation des milieux.

# 2. METHODOLOGIE ET REFERENTIEL

La méthodologie proposée par Alpes Contrôles est conforme à la politique nationale en matière de gestion des sites et sols pollués. Elle est basée sur les documents réglementaires et prendra en compte notamment les recommandations des documents normatifs et guides présentés au tableau suivant.

| Document | Version | Contenu |
| --- | --- | --- |
| Note ministérielle | 19 avril 2017 | « Sites et sols pollués - Mise à jour des textes méthodologiques de gestion des sites et sols pollués de 2007 » |
| Norme NF X 31-620 – 1 | Décembre 2021 | « Qualité du sol - Prestations de services relatives aux sites et sols pollués - Partie 1 : exigences générales » |
| Norme NF X 31-620 – 2 | Décembre 2021 | « Qualité du sol - Prestations de services relatives aux sites et sols pollués - Partie 2 : exigences dans le domaine des prestations d'études, d'assistance et de contrôle » |
| Les guides ministériels | Avril 2017 | « Introduction à la méthodologie nationale de gestion des sites et sol pollués »<br>« Méthodologie nationale de gestion des sites et sol pollués » |
| Les guides ministériels pertinents | Février 2007 | Le guide version 0 : « La démarche d'Analyse des Risques Résiduels » |
| | Avril 2023 | Le guide version 1 : « Diagnostics des sites et sols pollués » |

Les prestations réalisées dans le cadre de la présente étude répondent aux exigences définies selon la norme NF X 31-620-2, et sont codifiées comme présenté dans l'**Annexe 1**.

# 3. DESCRIPTION DU SITE D'ETUDE ET DE SON ENVIRONNEMENT

Les caractéristiques du site d'étude et de son environnement sont présentées dans le Tableau 1 suivant.

*Tableau 1 : Caractéristiques du site d'étude et de son environnement*

| | |
|---|---|
| Localisation du site (Figure 1) | 54 rue des Communaux – 74130 BONNEVILLE |
| Occupation actuelle du site (Figure 2) | Bâtiment industriel |
| Activité actuelle | Fabrication de pièces mécaniques de précision (activité de décolletage) |
| Coordonnées et altitude du site | Référentiel Lambert 93 (centre du site) :<br>- X = 963 699 m<br>- Y = 6 558 316 m<br>- Z = 445 et 446 m NGF |
| Référence cadastrale (Figure 3) | Parcelles : n° 93, 94 129, 130, 131, 132, 135, 250, 251, 252, 253, 327, 330 et 332 de la section cadastrale AO<br>Surface du site d'étude : 9 306 m² |
| Situation administrative source : client, DREAL | ICPE : Le site est classé ICPE sous le régime de déclaration sous la rubrique 2560 (travail mécanique des métaux et alliages). |
| Environnement proche du site (Figure 2) | Le site est localisé dans une zone d'activités. Il est bordé :<br>- Au Nord, par une entreprise de location de véhicules puis par l'Arve ;<br>- A l'Est, par une entreprise de cosmétique puis d'autres activités commerciales ;<br>- A l'Ouest, par une menuiserie et l'ONF puis d'autres activités commerciales ;<br>- Au Sud, par la Route de Cluses puis par des |
| Plan Local d'Urbanisme - PLU (extrait du zonage en Annexe 2) source : bonneville.fr | Date d'approbation du PLU : 21/03/2023<br>La zone du PLU concernée par le site : UXc : Zone à vocation dominante d'activités commerciales. |
| Plan de Prévention des Risques Inondations (PPRI) (extrait du zonage en Annexe 2) source : haute-savoie.gouv.fr | Le PPRI de l'Arve a été approuvé le 19/11/2001.<br>Le site est localisé en zone de risque modéré. |

*Figure 1 : Localisation du site (carte IGN au 1/25 000)*

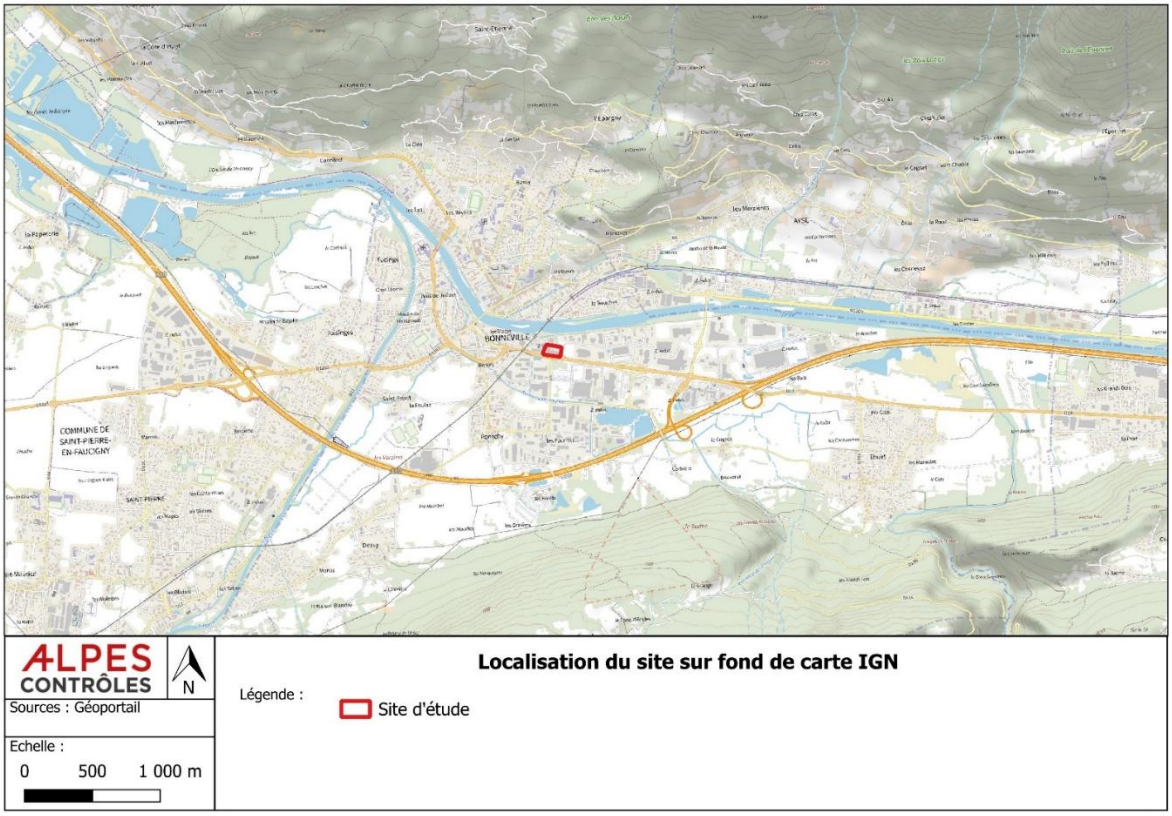
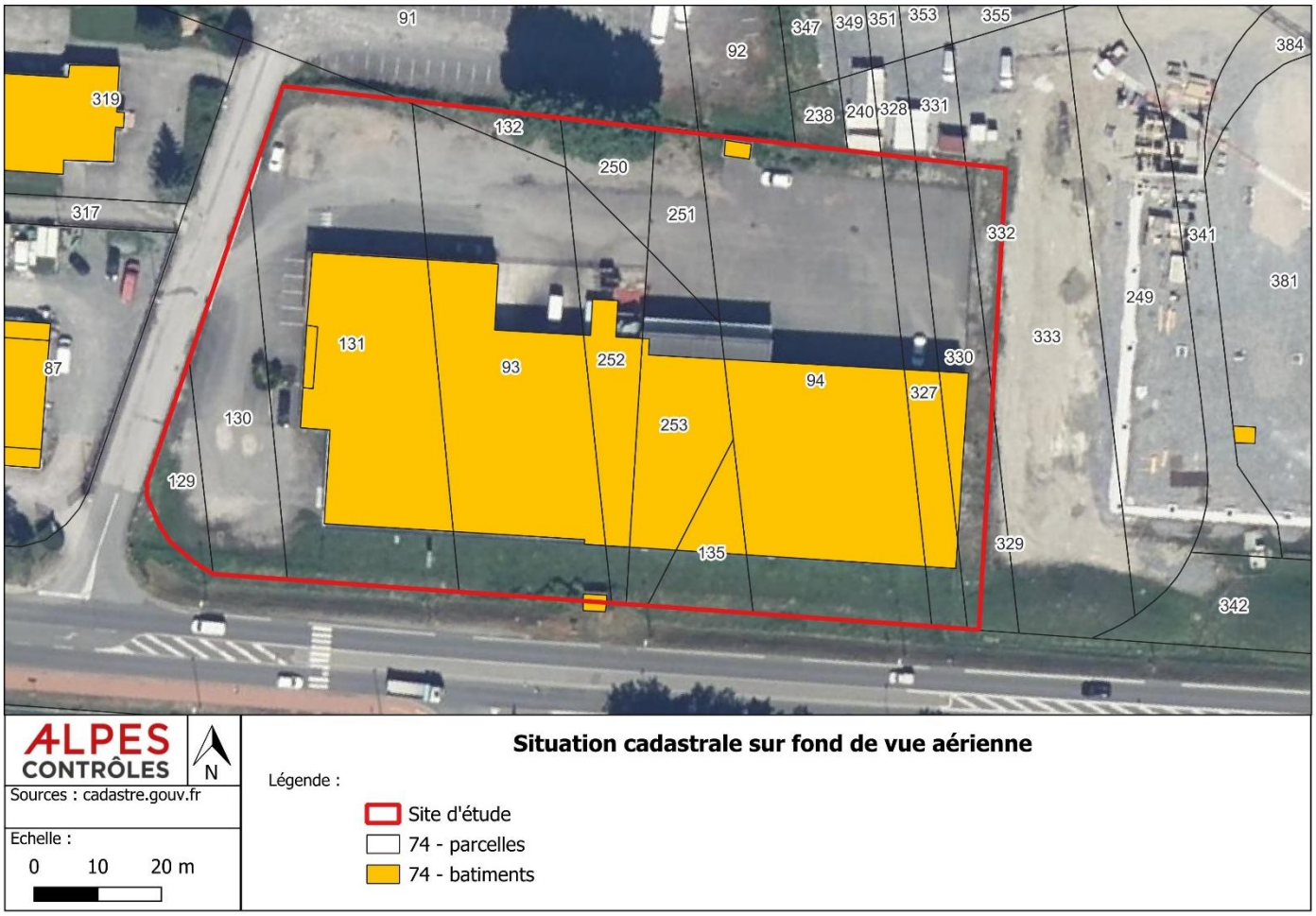



*Figure 2 : Localisation du site sur vue aérienne (Géoportail)*



*Figure 3 : Situation cadastrale du site*



# 4. SYNTHESE DES ETUDES ANTERIEURES

## 4.1. RAPPORT INFOS ET DIAG – G ENVIRONNEMENT DU 16/05/2022

Ces éléments sont présentés dans le rapport suivant : Diagnostic de pollution INFOS/DIAG – G ENVIRONNEMENT – Affaire 4889 – Référence 2022.5.16 Aff 4889-Rap V0 TD chrono 14420 – 24/05/2022.

Dans le cadre d'un projet de construction d'un magasin, LIDL a mandaté la société G Environnement pour procéder aux prestations suivantes :

- A100 : Visite de site
- A110 : Etude historiques, documentaires et mémorielles
- A120 : Etude de vulnérabilité des milieux
- A200 : Prélèvements, mesures, observations, et / ou analyses sur les sols
- A210 : Prélèvements, mesures, observations, et / ou analyses sur les eaux souterraines
- A230 : Prélèvements, mesures, observations, et / ou analyses sur les gaz du sol
- A270 : Interprétation des résultats

### 4.1.1. A100 – Visite de site

Une visite de site a été réalisée le 17/03/2022 par G Environnement conjointement avec EG SOL pour le volet géotechnique. Le questionnaire de visite de site et un reportage photographique ont été fournis dans le rapport.
Eléments de la visite de site décris par G Environnement :

- Site du projet : Il présente une superficie de 9 306 m². Le site est relativement plat et se trouve sur une côte altimétrique de 446 m NGF.
- Visite : Le site, est actuellement occupé par l'entreprise Berod Collet, une entreprise spécialisée dans l'usinage de pièces métalliques de précision. Le site lui-même renferme le bâtiment de l'entreprise entouré par un parking en enrobés. Le site était en activité lors de la visite. Une tache grasse en limite nord-est du bâtiment a été identifiée.
- Activités présentes :
  A l'intérieur du bâtiment se trouve :
  - Une zone dédiée aux bureaux et pièces de vie ;
  - Des quais de chargement et déchargement des pièces ;
  - Un atelier de fabrication de pièces retenu comme source potentielle de pollution ;
  - Une dalle bétonnée qui ne présente pas de dégradations ou fissurations flagrantes, toutefois recouverte par des huiles ;
  - Une zone pour le lavage des copeaux ;
  - Une zone de stockage d'huiles sur rétention retenu comme source potentielle de pollution ;
  - Des récipients de stockage de déchet métallique.

En extérieur, aux alentours du bâtiment se trouvent :

- Des voies de circulation et d'aires de de stationnement retenu comme source potentielle de pollution;
- Un local pour le stockage d'huiles retenu comme source potentielle de pollution ;
- Des bennes de stockage de déchets métalliques situées au-dessus d'un bac de rétention enterré retenu comme source potentielle de pollution ;
- Un transformateur électrique à la limite nord du site retenu comme source potentielle de pollution ;
- Une cuve à fioul enterrée à l'ouest du bâtiment retenu comme source potentielle de pollution.

### 4.1.2. A110 – Etude historique

Les ressources citées pour la réalisation de l'étude historique sont : Base de données (BASIAS, ex-BASOL, SIS, ICPE), photographies aériennes, photographies Street View.
Le rapport présente les sites adjacents référencés sur CASIAS, les photographies aériennes entre 1937 et 2020 et les vues panoramique Street View entre 2009 et 2019.
La prestation A110 a montré que le site était un terrain agricole jusqu'en 1973, date d'apparition du bâtiment qui connaitra par la suite des extensions jusqu'en 2004.
Il a été identifié sur site des potentiels dépôts (déchets, remblais/déblais) entre 1991 et 2004 en limite Nord de la parcelle. Cet élément a ainsi été retenu comme une potentielle source de pollution supplémentaire.

### 4.1.3. A120 – Etude de vulnérabilité

Les ressources citées pour la réalisation de l'étude de vulnérabilité sont : DREAL, DDT, BRGM, SDAGE. Les informations présentent dans le rapport proviennent du PLU, PPRI, Infoterre-BRGM, ARS AURA.
Eléments de l'étude de vulnérabilité décrits par G Environnement :

- PLU : zone Uxc, qui correspond à un secteur d'activité économique à dominante d'activités commerciale.
- Risques : La commune est concernée par un PPRI de l'Arve prescrit le 20/10/2006 et par un PPRN établi en Juin 2000. La commune est également soumise au Territoire à Risque important d'Inondation (TRI) Annemasse-Cluses. Le site est localisé en zone inondable.
- Contexte géologique : Le site se situe au droit de la formation Fz, Alluvions modernes de la vallée composés de sables (argileux, fins) et des argiles morainiques, couverte de terre végétale et de limons argileux d'une épaisseur supérieure à 2 m, la rendant potentiellement vulnérable aux pollutions.
- Contexte hydrogéologique : Le site se situe au droit de la masse d'eau superficielle « Alluvions de l'Arve » (FRDG364). L'aquifère est principalement libre en ce qui concerne la nappe superficielle. La recharge s'effectue par l'infiltration des précipitations (600 mm/an) et par les apports des bordures. L'écoulement des eaux souterraines s'effectue dans l'axe des vallées, vers l'ouest. L'épaisseur moyenne de la nappe superficielle est comprise entre 10 et 20 m. Les prélèvements réalisés depuis l'aquifère se répartissent entre 94% pour l'AEP, 0.2 % pour les carrières et 5.8 % pour l'industrie. Les éléments disponibles semblent donc montrer un écoulement de nappe en direction de l'Arve, avec un niveau d'eau compris entre -2,19 et -2,6 m par rapport au terrain naturel.

- Captages AEP : aucun périmètre de protection des captages d'AEP ne se trouve dans un rayon de 500 m du site d'étude.

### 4.1.4. Description des investigations menées par G Environnement

#### 4.1.4.1 Investigations réalisées – Diagnostic initial

L'élaboration du programme d'investigation n'a pas été réalisé (mission A130).

Sur la base des éléments collectés, la société G Environnement a réalisé des investigations en Mai 2022. Au droit du site d'étude, les investigations suivantes ont été menées :

- La réalisation de 7 sondages (S1, S3, S4, S5, S6, S7 et S8) pour le prélèvement de 7 échantillons (ES1, ES3, ES4, ES5, ES6, ES7 et ES8) réalisés au moyen d'un carottier battu au marteau HILTI TE3000 équipé d'une gouge de prélèvement de diamètre 40 mm et de longueur 1,0 m ;
- Le prélèvement de 3 échantillons (ES2, ES9 et ES10) aux droit des puits à la pelle mécanique (PM2, PM5 et PM3) de la société EGSOL (géotechnique) ;
- Le prélèvement de 4 échantillons de gaz de sol au droit des sondages S4, S6, S7 et S8 ;
- Le prélèvement d'un échantillon d'eau souterraine dans un des puits réalisé (PM5) à la pelle mécanique par EG-SOL.

La figure suivante présente le plan de localisation de l'ensemble des investigations réalisées sur le site d'étude.

*Figure 4 : Implantation des investigations réalisées par G Environnement en Mai 2022 (Source : G Environnement)*



*Tableau 2 : Prélèvements de sol réalisés sur site le 04 et 05 mai 2022 (Source : G Environnement)*

| Localisation | Sondage/ Echantillon | Référence de l'échantillon | Profondeur du sondage |
|---|---|---|---|
| Parking ouest (en aval de la cuve à fioul enterrée) | S1/ES1 | 2022.5.2 Aff 4889-ES1 TD chrono 14379 | 2,00 – 3,00 m/TN |
| Près du transformateur côté ouest | PM2/ES2 | 2022.5.2 Aff 4889-ES2 TD chrono 14380 | 0,00 – 1,80 m/TN |
| En face du bac de rétention enterré et des bennes à déchets métalliques (côté est) | S3/ES3 | 2022.5.2 Aff 4889-ES3 TD chrono 14381 | 2,00 – 3,00 m/TN |
| En face du bac de rétention enterré et des bennes à déchets métalliques (côté ouest) | S4/ES4 | 2022.5.2 Aff 4889-ES4 TD chrono 14382 | 1,50 – 2,50 m/TN |
| Local de stockage des futs d'huiles | S5/ES5 | 2022.5.2 Aff 4889-ES5 TD chrono 14383 | 1,00 – 1,70 m/TN |
| Aire de lavage des copeaux à l'intérieur du bâtiment | S6/ES6 | 2022.5.2 Aff 4889-ES6 TD chrono 14384 | 0,50 – 1,50 m/TN |
| Au droit de la tâche grasse en limite Nord-Est du bâtiment | S7/ES7 | 2022.5.2 Aff 4889-ES7 TD chrono 14385 | 0,50 –1,50 m/TN |
| En face de l'atelier machines en extérieur | S8/ES8 | 2022.5.2 Aff 4889-ES8 TD chrono 14386 | 0,50 – 1,50 m/TN |
| Limite sud-est du bâtiment côté extérieur | PM5/ES9 | 2022.5.2 Aff 4889-ES9 TD chrono 14396 | 0,00 – 2,50 m/TN |
| Vers la limite nord du site (forte odeur d'hydrocarbure) côté est du transformateur | PM3/ES10 | 2022.5.6 Aff 4889-ES10 AM chrono 14399 | 0,00 – 2,75 m/TN |

*Tableau 3 : Prélèvements de gaz de sol réalisés sur site le 04 et 05 mai 2022 (Source : G Environnement)*

| Sondage / Zone | Prélèvement | Référence de l'échantillon | Temps de prélèvement |
|---|---|---|---|
| **S4** / En face du bac de rétention enterré et des bennes à déchets métalliques côté ouest | EG1 | 2022.5.2 Aff 4889-EG1 TD chrono 14392 | 65 minutes |
| **S6** / Atelier de lavage des copeaux à l'intérieur du bâtiment | EG2 | 2022.5.2 Aff 4889-EG2 TD chrono 14393 | 60 minutes |
| **S7** / Au droit de la tâche grasse (limite Nord-Est du bâtiment) | EG3 | 2022.5.2 Aff 4889-EG3 TD chrono 14394 | 60 minutes |
| **S8/** En face de l'atelier machines en extérieur | EG4 | 2022.5.2 Aff 4889-EG4 TD chrono 14395 | 60 minutes |

*Tableau 4 : Prélèvement d'eau souterraine réalisé sur site le 04 et 05 mai 2022 (Source : G Environnement)*

| Sondage / Zone | Prélèvement | Référence de l'échantillon | Profondeur du sondage |
|---|---|---|---|
| **PM5** / Limite sud-est du bâtiment côté extérieur | EE1 | 2022.5.2 Aff 4889-EE1 TD chrono 14397 | 0,00 – 2,50 m/TN |

#### 4.1.4.2 Description des résultats des investigations menées par G Environnement – Diagnostic initial

A. Résultats des analyses de sols

Le programme analytique réalisé par G Environnement est : les hydrocarbures totaux (HCT C10-C40), les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP), les Composés Aromatiques Volatils (CAV/BTEX) ainsi que les Composés Organo-Halogénés Volatils (COHV), les Polychlorobiphényles (PCB), les 8 métaux lourds ainsi qu'au test de lixiviation selon l'arrêté du 12/12/2014.

Les résultats d'analyses sont comparés aux critères seuils en filière ISDI, ISDND et ISDD et pour les métaux aux valeurs de fond géochimique retenues.

En synthèse, les analyses de sol ont mis en évidence :

- Pour l'échantillon ES6 0,5-1,5m de fortes anomalies en Chrome 180 mg/kg MS, Cuivre 120 mg/kg MS et Plomb 190 mg/kg MS ;
- Des impacts en hydrocarbures C10-C40 dans les échantillons ES4 1,5-2,5m (2 800 mg/kg MS), ES6 0,5-1,5m (36 000 mg/kg MS), ES7 0,5-1,5m (550 mg/kg MS), ES9 0-2,5m (14 000 mg/kg MS) et ES10 0-2,75m (10 000 mg/kg MS).
- Huit des dix échantillons analysés ES1 2-3m, ES2 0-1,8m, ES3 2-3m, ES4 1,5-2,5m, ES5 1-1,7m, ES6 0,5-1,5m, ES8 0,5-1,5m, et ES9 0-2,5m présentent des concentrations supérieures aux limites de quantification du laboratoire en Trichloroéthylène et cis-1,2-Dichloroéthène, avec un maximum en Trichloroéthylène de 85 mg/kg MS au droit de ES4 1,5-2,5met un maximum en cis-1,2- Dichloroéthène de 130 mg/kg MS au droit de ES6 0,5-1,5m. L'échantillon ES6 0,5-1,5mprésente également une teneur supérieure aux limites de quantification du laboratoire en Chlorure de Vinyle 0,1 mg/kg MS.
- L'échantillon ES1 2-3m ne se conforme pas aux critères ISDI en raison du dépassement du paramètre Antimoine dans les lixiviats.

B. Résultats des analyses de gaz de sol

Les résultats d'analyses ont révélé :

- Pour les 4 échantillons, des teneurs supérieures aux limites de quantification du laboratoire pour tous les congénères des BTEX sauf pour le Cumène dans EG1. La plupart des valeurs maximales sont détectées au droit de EG3 sauf pour la teneur en benzène qui est plus élevée sur EG4.
- Pour les 4 échantillons des teneurs supérieures aux limites de quantification du laboratoire pour tous les hydrocarbures aromatiques C6-C10 et même C6-C11 pour EG3. Pour les 4 échantillons, il a également été détecté des hydrocarbures aliphatiques fractions C5-C8 et C10-C11 pour EG1, fraction C8-C9 pour EG2, fraction C5-C9 pour EG3 et fraction C5-C9 et C10-C11 pour EG4.
- Les échantillons EG1 et EG2 montrent des concentrations supérieures aux limites de quantification du laboratoire en Chlorure de vinyle, 1,1-Dichloroéthylène, Trans-1,2-dichloroéthylène, cis-1,2-Dichloroéthylène, Trichlorométhane, Trichloroéthylène et Tétrachloroéthylene. L'échantillon EG3 montre des concentrations supérieures aux limites de quantification du laboratoire en cis-1,2-Dichloroéthylène,

Trichloroéthylène et Tétrachloroéthylene. L'échantillon EG4 montre des concentrations supérieures aux limites de quantification du laboratoire en Chlorure de vinyle, 1,1-Dichloroéthylène, Trans-1,2-dichloroethylene, cis-1,2-Dichloroéthylène, Trichloroéthylène et Tétrachloroéthylene.

Il est précisé que « le Chlorure de vinyle a produit une saturation de la couche de mesure et une contamination de la couche de contrôle dépassant 5% de la couche de mesure (massique). Le prélèvement n'a donc pas permis d'échantillonner l'ensemble de la matière liée à ce composé précis. Les valeurs réelles dans les gaz de sol pour ce composé sont donc indéfinies mais indiscutablement supérieures à la concentration calculée (> 2,0 mg/m$^3$ en EG1 et >13,5 mg/m$^3$ en EG2). »

C. Résultats des analyses des eaux souterraines

Pour l'échantillon d'eaux souterraines prélevé au droit d'un puits d'EGSOL, il a été analysé les HCT, les COHV et les BTEX.

G Environnement utilise les valeurs de référence de l'arrêté du 11 janvier 2007, relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine mentionnées aux articles R. 1321-2, R. 1321-3, R. 1321-7 et R. 1321-38 du code de la santé publique. Ce texte est encore d'actualité aujourd'hui et peut être conservé comme référentiel.

Les résultats d'analyse des eaux souterraines révèlent : des concentrations supérieures aux valeurs guides pour : le Plomb (35 µg/l pour 10 µg/l), l'indice hydrocarbure (C10-C40) (56 mg/l pour 1 mg/l) et le manganèse (260 µg/l pour 50 µg/l).

D. Conclusions et recommandations G Environnement

Pour les sols, sur la base de son étude G Environnement concluait principalement sur :

- Des teneurs en Chrome, Cuivre et Plomb au droit de l'aire de lavage de copeaux à l'intérieur du bâtiment (ES6 0,5-1,5m), dignes de fortes anomalies naturelles et supérieures au bruit du fond anthropique urbain.
- Des concentrations supérieures aux limites de quantification du laboratoire en solvants chlorés (Trichloroéthylène et cis-1,2-Dichloroéthène) pour la plupart des échantillons (hors S7 0,5-1,5m et S10 0-2,75m), avec un maximum en Trichloroéthylène de 85 mg/kg MS dans le sondage en face de la benne à déchets métalliques (ES4 1,5-2,5m) et un maximum en cis-1,2- Dichloroéthène de 130 mg/kg MS dans le sondage réalisé à l'intérieur du bâtiment vers l'aire de lavage des copeaux (ES6 0,5-1,5m).
- Des concentrations significatives dépassant le bruit de fond anthropique urbain en hydrocarbures C10-C40 au droit des emplacements suivants :
    - En face des bennes à déchets métalliques et du bac de rétention (ES4 1,5-2,5m) avec une concentration de 2 800 mg/kg MS ;
    - À l'intérieur du bâtiment vers l'aire de lavage des copeaux (ES6 0,5-1,5m) avec une concentration de 36 000 mg/kg MS ;
    - En limite nord-est du bâtiment (ES7 0,5-1,5m) avec une concentration de 550 mg/kg MS ;

- En limite sud-est du bâtiment côté extérieur (ES9 0-2,5m) avec une concentration de 14 000 mg/kg MS ;
- En limite nord du site côté est du transformateur (ES10 0-2,75m) avec une concentration de 10 000 mg/kg MS.

Les échantillons de gaz de sols prélevés dans les sondages réalisés en face des bennes à déchets (S4 / EG1), de l'aire de lavage de copeaux à l'intérieur du bâtiment (S6 / EG2), en limite nord-est côté extérieur (S7 / EG3) et en face de l'atelier machine côté extérieur (S8 / EG4), montrent la présence de BTEX, d'hydrocarbures et de solvants chlorés (COHV) à des teneurs supérieures aux limites de quantification du laboratoire. Ces teneurs sont potentiellement significatives.

L'échantillon d'eaux souterraines prélevé sur site montre la présence de plomb (35 µg/l), d'hydrocarbures C10 – C40 (56 mg/l) et de manganèse (260 µg/l) à des teneurs supérieures aux valeurs guides de qualité des eaux souterraines.

Lors de la réalisation de l'étude, les recommandations de G environnement étaient les suivantes :

- Réalisation d'investigations et analyses complémentaires de sols afin de cerner les extensions verticales et latérales ;
- Réalisation d'une analyse des risques sanitaires afin d'établir la compatibilité de l'état du sol avec l'usage futur considéré d'un point de vue sanitaire ;
- En cas d'excavation et d'évacuation, la gestion spécifique des terres situées :
    - En face des bennes à déchets côté ouest (S4), en limite nord-est du bâtiment (S7) et en aval de la cuve à fioul (S1) qui pourront être prises en charge en filière ISDND (Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux).
    - En limite nord du site côté est du transformateur (S10) qui pourront être prises en charge en filière ISDND catégorie B2 biotraitement.
    - A l'intérieur du bâtiment vers l'aire de lavage des copeaux et en limite sud-est du bâtiment côté extérieur pourront être prises en charge en filière ISDD (Installation de Stockage de Déchets Dangereux).
- Une gestion adaptée de la cuve à fioul actuellement enterrée par dégazage (après vidange de celle-ci si nécessaire), puis ferraillage, enlèvement et évacuation (ou inertage sur place) devra être réalisée ;
- Enfin, tout usage de la nappe d'eaux souterraines pour la consommation humaine ou l'arrosage de plantes destinées à la consommation est à proscrire.

## 4.2. RAPPORT DIAG ET EQRS – G ENVIRONNEMENT DU 29/09/2023

Ces éléments sont présentés dans le rapport suivant : Diagnostic de pollution DIAG – G ENVIRONNEMENT – Affaire 4889 – Référence 2022.5.16 Aff 4889-Rap V0 TD chrono 14420 – 29/09/2023.

Dans le cadre d'un projet de construction d'un magasin, LIDL a mandaté la société G Environnement pour procéder à un diagnostic complémentaire reprenant les prestations suivantes :

- A200 : Prélèvements, mesures, observations, et / ou analyses sur les sols ;
- A210 : Prélèvements, mesures, observations, et / ou analyses sur les eaux souterraines ;
- A270 : Interprétation des résultats ;
- A320 : Analyse des enjeux sanitaires.

#### 4.2.1.1 Investigations réalisées – Campagne complémentaire

La société G Environnement a réalisé des investigations complémentaires en Août 2023. Au droit du site d'étude, les investigations suivantes ont été menées :

- La réalisation de 14 sondages (S1 à S14) entre 0 et 3 m de profondeur pour le prélèvement de 41 échantillons réalisés par prélèvement par carottier battu au marteau MAKITA HM1812 équipé d'une gouge de prélèvement de diamètre 40 mm et de longueur 1,0 m ;
- Le prélèvement de quatre échantillons de gaz de sol (EG1 à EG4) au droit des sondages S1, S6, S10 et S13.

La figure suivante présente le plan de localisation de l'ensemble des investigations réalisées sur le site d'étude.

Il est précisé que « certains sondages ont été déplacés par rapport à l'implantation prévisionnelle présentée dans l'offre technique et financière. Ces modifications ont été rendues nécessaires soit en raison d'une impossibilité d'accès (bande sud du terrain) soit en raison de refus lors du sondage (en intérieur, la dalle de béton n'a pas pu être traversée pour le sondage central dans l'atelier est) ».

*Figure 5 : Implantation des investigations réalisées par G Environnement en Août 2023 (Source : G Environnement)*

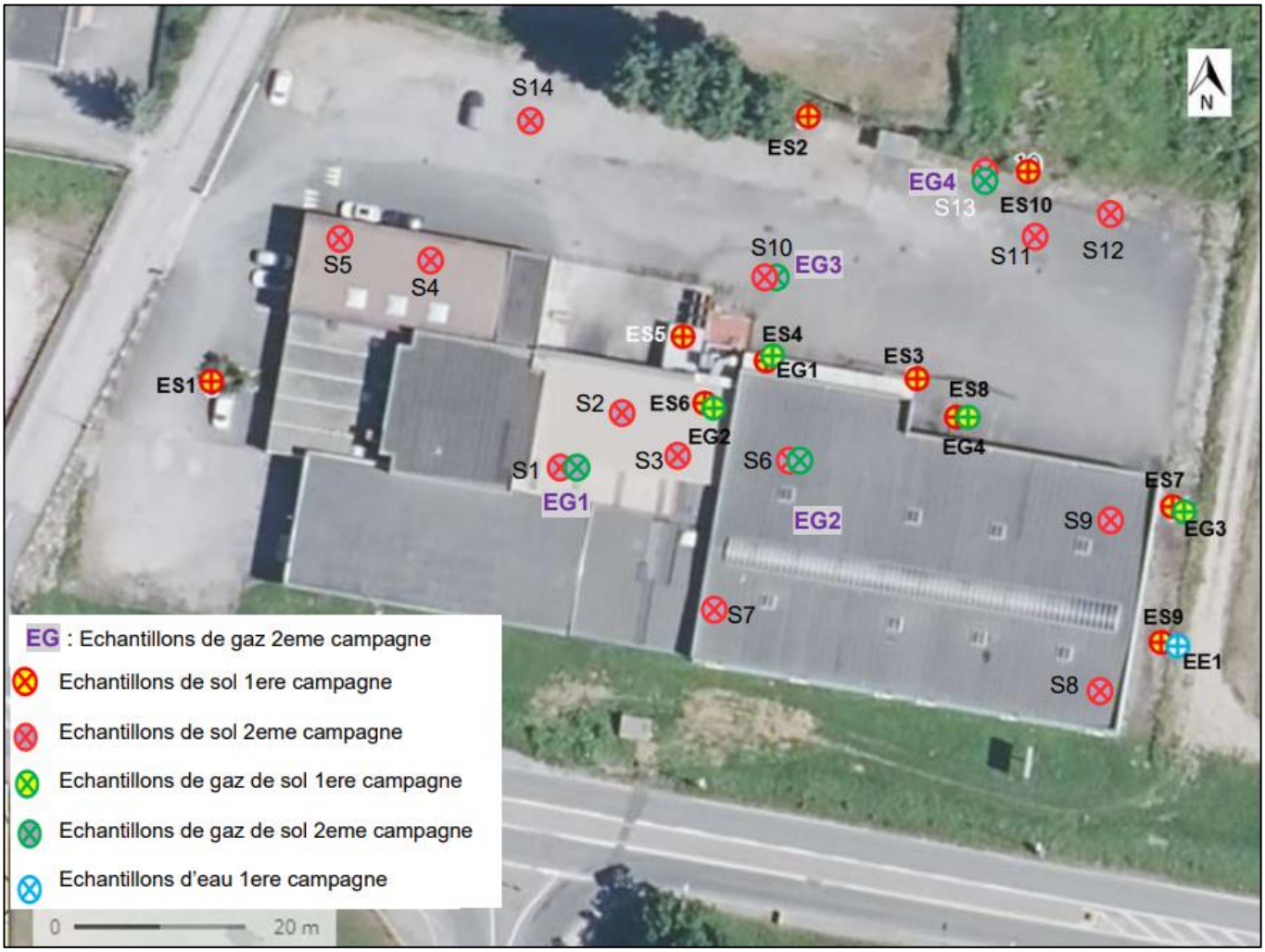


*Tableau 5 : Prélèvements de sol réalisés sur site le 16, 17 et 18 août 2023 (Source : G Environnement)*

| Localisation | Sondage | Prélèvement | Référence de l'échantillon | Profondeur (m/TN) |
|---|---|---|---|---|
| Quai | S1 | ESC1-1<br>ESC1-2<br>ESC1-3 | Aff 4889-ESC1-1 AM chrono 15610<br>Aff 4889-ESC1-2 AM chrono 15611<br>Aff 4889-ESC1-3 AM chrono 15640 | 0,0 – 1,0<br>1,0 – 2,0<br>2,0 – 3,0 |
| Quai | S2 | ESC2-1<br>ESC2-2<br>ESC2-3 | Aff 4889-ESC2-1 AM chrono 15612<br>Aff 4889-ESC2-2 AM chrono 15613<br>Aff 4889-ESC2-3 AM chrono 15641 | 0,0 – 1,0<br>1,0 – 2,0<br>2,0 – 3,0 |
| Quai | S3 | ESC3-1<br>ESC3-2<br>ESC3-3 | Aff 4889-ESC3-1 AM chrono 15614<br>Aff 4889-ESC3-2 AM chrono 15615<br>Aff 4889-ESC3-3 AM chrono 15642 | 0,0 – 1,0<br>1,0 – 2,0<br>2,0 – 3,0 |
| Atelier reprise Est | S4 | ESC4-1<br>ESC4-2<br>ESC4-3 | Aff 4889-ESC4-1 AM chrono 15616<br>Aff 4889-ESC4-2 AM chrono 15617<br>Aff 4889-ESC4-3 AM chrono 15643 | 0,0 – 1,0<br>1,0 – 2,0<br>2,0 – 3,0 |
| Atelier reprise ouest | S5 | ESC5-1<br>ESC5-2<br>ESC5-3 | Aff 4889-ESC5-1 AM chrono 15618<br>Aff 4889-ESC5-2 AM chrono 15619<br>Aff 4889-ESC5-3 AM chrono 15644 | 0,0 – 1,0<br>1,0 – 2,0<br>2,0 – 3,0 |
| Atelier Nord-ouest | S6 | ESC6-1<br>ESC6-2<br>ESC6-3 | Aff 4889-ESC6-1 AM chrono 15620<br>Aff 4889-ESC6-2 AM chrono 15621<br>Aff 4889-ESC6-3 AM chrono 15645 | 0,0 – 1,0<br>1,0 – 2,0<br>2,0 – 3,0 |
| Atelier Sud-ouest | S7 | ESC7-1<br>ESC7-2<br>ESC7-3 | Aff 4889-ESC7-1 AM chrono 15622<br>Aff 4889-ESC7-2 AM chrono 15623<br>Aff 4889-ESC7-3 AM chrono 15646 | 0,0 – 1,0<br>1,0 – 2,0<br>2,0 – 3,0 |
| Atelier Sud-est | S8 | ESC8-1<br>ESC8-2<br>ESC8-3 | Aff 4889-ESC8-1 AM chrono 15624<br>Aff 4889-ESC8-2 AM chrono 15625<br>Aff 4889-ESC8-3 AM chrono 15647 | 0,0 – 1,0<br>1,0 – 2,0<br>2,0 – 3,0 |
| Atelier Nord-est | S9 | ESC9-1<br>ESC9-2<br>ESC9-3 | Aff 4889-ESC9-1 AM chrono 15626<br>Aff 4889-ESC9-2 AM chrono 15627<br>Aff 4889-ESC9-3 AM chrono 15648 | 0,0 – 1,0<br>1,0 – 2,0<br>2,0 – 3,0 |
| Extérieur nord<br>Proche benne à déchets | S10 | ESC10-1<br>ESC10-2<br>ESC10-3 | Aff 4889-ESC10-1 AM chrono 15628<br>Aff 4889-ESC10-2 AM chrono 15629<br>Aff 4889-ESC10-3 AM chrono 15649 | 0,0 – 1,0<br>1,0 – 2,0<br>2,0 – 3,0 |
| Extérieur nord<br>Sud impact sondage S10 initial | S11 | ESC11-1<br>ESC11-2<br>ESC11-3 | Aff 4889-ESC11-1 AM chrono 15630<br>Aff 4889-ESC11-2 AM chrono 15631<br>Aff 4889-ESC11-3 AM chrono 15650 | 0,0 – 1,0<br>1,0 – 2,0<br>2,0 – 3,0 |
| Extérieur nord<br>Est impact sondage S10 initial | S12 | ESC12-1<br>ESC12-2<br>ESC12-3 | Aff 4889-ESC12-1 AM chrono 15632<br>Aff 4889-ESC12-2 AM chrono 15633<br>Aff 4889-ESC12-3 AM chrono 15651 | 0,0 – 1,0<br>1,0 – 2,0<br>2,0 – 3,0 |
| Extérieur nord<br>Ouest impact sondage S10 initial | S13 | ESC13-1<br>ESC13-2<br>ESC13-3 | Aff 4889-ESC13-1 AM chrono 15634<br>Aff 4889-ESC13-2 AM chrono 15635<br>Aff 4889-ESC13-3 AM chrono 15652 | 0,0 – 1,0<br>1,0 – 2,0<br>2,0 – 3,0 |
| Extérieur nord-ouest<br>Aire gravillonée | S14 | ESC14-1<br>ESC14-2 | Aff 4889-ESC14-1 AM chrono 15636<br>Aff 4889-ESC14-2 AM chrono 15637 | 0,0 – 1,0<br>1,0 – 2,0 |

*Tableau 6 : Prélèvements de gaz de sol réalisés sur site le 16, 17 et 18 août 2023 (Source : G Environnement)*

| Sondage | Prélèvement | Référence de l'échantillon | Temps de prélèvements | Débit de pompage |
|---|---|---|---|---|
| S1 | EG1 | Aff 4889-EG1 AM chrono 15662 | 69 min | 0,5 l/s |
| S6 | EG2 | Aff 4889-EG2 AM chrono 15663 | 60 min | 0,5 l/s |
| S10 | EG3 | Aff 4889-EG3 AM chrono 15664 | 60 min | 0,5 l/s |
| S13 | EG3 | Aff 4889-EG4 AM chrono 15665 | 75 min | 0,5 l/s |

A. Résultats des analyses de sols

Le programme analytique réalisé par G Environnement est : les paramètres de l'arrêté du 12/12/2014 étendu aux 8 métaux lourds ainsi que les Composés Organo-Halogénés Volatils (COHV) pour les échantillons de sol.

Les résultats d'analyses sont comparés aux critères seuils en filière ISDI, ISDND et ISDD et pour les métaux aux valeurs de fond géochimique retenues.

En synthèse, les analyses de sol ont mis en évidence :

- Seuls les échantillons ES3-1 et ES10-1 présentent de fortes anomalies en cuivre, et dépassent la gamme anthropique urbaine. Le reste des échantillons présente des concentrations en métaux comparables à celles du fond géochimique naturel voire à des anomalies naturelles modérées.
- Des teneurs supérieures au fond anthropique urbain pour certains congénères d'HAP ont été relevées dans plusieurs échantillons.
- De fortes concentrations en hydrocarbures C10 – C40 ont été relevées dans plusieurs échantillons.
- Plusieurs échantillons présentent des concentrations supérieures aux limites de quantification du laboratoire en Trichloroéthylène, cis-1,2-Dichloroéthène, trans-1,2-Dichloroéthylène et chlorure de Vinyle.

Un tableau de synthèse a été réalisé. Celui-ci est repris ci-dessous.

*Tableau 7 : Récapitulatif des sondages ayant manifesté des concentrations en polluants (Source : G Environnement)*

| Sondage | Niveau m/TN | TCE | Cis-1,2-Dichloroéthène | Trans-1,2-Dichloroéthylène | Chlorure de Vinyle | HCT C10-C40 | Filière |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | |
| S1 | 0-1 | 0.27 | 0.045 | / | / | 3100 | ISDND |
| | 1-2 | 0.2 | 0.21 | / | / | 1300 | |
| | 2-3 | 0.2 | 0.12 | / | / | 700 | |
| S2 | 0-1 | 0.12 | 0.061 | / | / | 750 | |
| | 1-2 | 0.11 | 0.21 | 0.031 | / | / | ISDI |
| | 2-3 | 0.07 | 0.23 | 0.055 | / | 1300 | ISDND |
| S3 | 0-1 | / | 0.039 | / | / | 250 | ISDI |
| | 1-2 | / | 0.42 | / | / | 970 | ISDND |
| | 2-3 | / | 0.63 | / | / | 7900 | |
| S4 | 2-3 | 0.27 | 0.1 | / | / | / | ISDI |
| S5 | 0-1 | 0.07 | / | / | / | 340 | |
| | 1-2 | 0.16 | 0.16 | / | / | / | |
| | 2-3 | 0.22 | 0.13 | / | / | / | |
| S6 | 0-1 | / | / | / | / | 200 | |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1-2 | 0.08 | / | / | / | / | |
| | 2-3 | 0.06 | / | / | / | 1400 | ISDND |
| S8 | 0-1 | / | / | / | / | 350 | ISDI |
| | 1-2 | / | / | / | / | 3300 | ISDND |
| | 2-3 | / | / | / | / | 1800 | |
| S10 | 0-1 | / | / | / | / | 590 | |
| | 1-2 | / | 0.22 | / | / | 320 | ISDI |
| | 2-3 | 0.07 | 0.41 | 0.064 | 0.2 | 570 | ISDND |
| S11 | 0-1 | 0.1 | | | | / | ISDI |
| | 1-2 | 0.27 | 3.2 | 0.049 | 0.03 | / | |
| | 2-3 | 0.18 | 6 | 0.08 | 0.1 | / | |
| S13 | 0-1 | / | / | / | / | 3800 | ISDND |
| | 1-2 | 0.59 | 1.5 | 0.062 | / | / | ISDI |
| | 2-3 | 1.1 | 3.1 | 0.11 | / | 8100 | ISDND |

B. Résultats des analyses de gaz de sol

Les résultats d'analyses ont révélé :

- Les 4 échantillons montrent la présence des dix CAV analysés (Benzène, toluène, éthylbenzène, m-, p-xylène, o-xylène, m-, p-ethyltoluène, 1,3,5-Trimethylbenzène, 1,2,4-triméthylbenzène, Cumène et o-éthyltoluène) à l'exclusion du Cumène qui n'a pas été détecté en EG1, EG2 et EG3 et du Mésitylène et o-Ethyltoluène en EG2 et EG3.
- Pour les 4 échantillons des hydrocarbures volatils ont été mis en évidence par les analyses dans les échantillons de gaz de sol :
    - Pour EG1, des hydrocarbures aliphatiques C6-C7, C8-C9 et C10-C11 et aromatiques C6 à C10 ;
    - Pour EG2 des hydrocarbures aliphatiques C6 à C11 et aromatiques C7 à C10 ;
    - Pour EG3 des hydrocarbures aliphatiques C5 à C12 et aromatiques C6 à C10 ;
    - Pour EG4 des hydrocarbures aliphatiques C5 à C12 et aromatiques C6 à C12.
- Pour les COHV, présence dans :
    - EG1 de Trans-1.2-dichloroethylene, de cis-1.2-Dichloroéthylène, de Trichlorométhane, de Trichloroéthylène et Tétrachloroéthylene.
    - EG2 de 1.1-Dichloroéthylène, de Trans-1.2-dichloroethylene et de cis-1.2-Dichloroéthylène, de Trichlorométhane, de Trichloroéthylène et Tétrachloroéthylene
    - EG3 de 1.1-Dichloroéthylène, de Trans-1.2-dichloroethylene et de cis-1.2-Dichloroéthylène et de Trichloroéthylène.
    - EG4 de Trans-1.2-dichloroethylene, de cis-1.2-Dichloroéthylène et 1.1-Dichloroéthane.

Il est précisé que « Concernant les trois échantillons EG1, EG2 et EG3 le Chlorure de Vinyle a produit une saturation de la couche de mesure et une contamination de la couche de contrôle dépassant 5% de la couche de mesure (massique). Les valeurs réelles dans les trois échantillons de gaz de sol pour ce composé sont donc indéfinies mais indiscutablement supérieures aux concentrations calculées (EG1 > 0.0148 mg/m$^3$, EG2> 0.0513 mg/m$^3$ et EG3> 0.8333 mg/m$^3$). »

C. Evaluation quantitative des risques sanitaires

Les VTR sont sélectionnées parmi 8 bases de données selon l'ordre de priorité suivant :

- La VTR construite par l'ANSES ;
- La VTR la plus récente parmi les bases de données US EPA, ATSDR ou OMS ;
- La dernière VTR proposée par Santé Canada, RIVM, l'OEHHA ou l'EFSA.

Pour les hydrocarbures totaux correspond aux VTR calculées par le « Total Petroleum Hydrocarbon Criteria Working Group » dans le cas le plus défavorable (1997).

Le calcul des risques a été réalisé à l'aide du logiciel RISC 5.0, distribué par WATERLOO HYDROGEOLOGIC et développé par Lynn R. Spence et BP OIL INTERNATIONAL. Le logiciel réalise une modélisation sur la base d'un modèle dit de « Johnson & Ettinger », incluant les transports diffusif et convectif des composés. Les équations du logiciel sont spécifiées dans la norme ASTM E1739-95.

Le choix des paramètres d'entrée comprend :

- Le choix des scénarios d'exposition (ingestion, contact dermique, inhalation) avec sélection des milieux contaminés (sols, gaz/air ambiant, eaux) et voies d'exposition associées ;
- Dans certains cas, la définition de la géométrie de la source de pollution et des installations sur site ;
- La détermination des polluants et de leur concentration ;
- La détermination des VTR associées (base de données modifiable) ;
- La définition des cibles (adulte résident ou travailleur, enfant ou passant) ;

Le logiciel renvoie en sortie un tableau par cible et par type de risque listant les QD ou ERI individuels pour chaque scénario d'exposition ainsi que la valeur d'additivité des risques par scénario.
Les scénarios d'exposition retenus pour cette étude sont :

- Ingestion de sol et poussières de sol ;
- Contact dermique avec les sols ;
- Inhalation de gaz de sol.

L'évaluation des risques sanitaires a été réalisée sur la base des concentrations maximales mesurées sur site pour chaque substance. Ces concentrations maximales sont entendues tous diagnostics confondus, à moins du retrait justifié d'une valeur, par exemple dans le cas de l'évolution temporelle d'un impact en un point donné ou d'un effet pépite. Ces concentrations maximales et les VTR retenues sont présentées dans les tableaux ci-dessous.
Notes :

- Le chrome et le plomb n'ont été détectés que lors du premier diagnostic et dans le seul sondage ES6. Ceci laisse penser à un effet pépite non représentatif de l'état général. Ils ne seront donc pas pris dans l'analyse des risques sanitaires.
- Les teneurs prises pour les hydrocarbures sont celles de l'échantillon ES13-3, car c'est celui où l'on a détecté l'ensemble des coupes des hydrocarbures.

Les VTR retenus dans le cadre de l'étude sont présentés dans les tableaux suivants :

*Tableau 8 : Présentation des VTR retenus pour les différents scénarios (Source : G Environnement)*

| Métaux | Concentration (mg/kg MS) | Echantillon | VTR seuil (mg/kg/jour) (organisme) | VTR sans seuil (mg/kg/jour)$^{-1}$ organisme) | N° CAS |
|---|---|---|---|---|---|
| Cuivre | 120 | ES6 | 0,15 (EFSA) | - | 7440-50-8 |

| COHV | Concentration (mg/kg MS) | Echantillon | VTR seuil (mg/kg/jour) (organisme) | VTR sans seuil (mg/kg/jour)$^{-1}$ organisme) | N° CAS |
|---|---|---|---|---|---|
| Cis-1,2-Dichloroéthène | 43 | ES4 | 0,002 (US EPA) | - | 156-59-2 |
| Trichloroéthylène | 85 | ES4 | 0,00146 (ANSES) | 0,046 (US EPA) | 79-01-6 |
| Trans-1,2-Dichloroéthylène | 0.11 | ES13-3 | 0,017 (OMS) | - | 540-59-0 |
| Chlorure de Vinyle | 0.2 | ES10-3 | - | 0,625 (ANSES) | 75-01-4 |

| PCB | Concentration (mg/kg MS) | Echantillon | VTR seuil (mg/kg/jour) (organisme) | VTR sans seuil (mg/kg/jour)$^{-1}$ (organisme) | N° CAS |
|---|---|---|---|---|---|
| PCB | 0,035 | ES2-3 | 1,3x10-4 (Santé Canada) | 2 (US EPA) | 1336-36-3 |

| Hydrocarbures totaux | Concentration (mg/kg MS) | Echantillon | VTR seuil (mg/kg/jour) (organisme) | VTR sans seuil (mg/kg/jour) -(organisme) | N° CAS |
|---|---|---|---|---|---|
| TPH Aromatiques C10-C12 | 620 | ES13-3 | 0.04(TPHCWG) | - | - |
| TPH Aromatiques C12-C16 | 110 | | 0.04(TPHCWG) | - | - |
| TPH Aromatiques C16-C20 | 590 | | 0.03(TPHCWG) | - | - |
| TPH Aromatiques C20-C35 | 6620 | | 0.03(TPHCWG) | - | - |

| COHV | Concentration (mg/m³) | Echantillon | VTR seuil (µg/ m³) (organisme) | VTR sans seuil (µg/ m³/jour) - (organisme) | N° CAS |
|---|---|---|---|---|---|
| Trichloroéthylène | 461.54 | EG1 première campagne | 3200 (ANSES) | 0.000001 (ANSES) | 79-01-6 |
| Chlorure de vinyle | >13,5 | EG2 première campagne | 100 (US EPA) | 0.0038 $10^{-3}$ (ANSES) | 75-01-4 |
| 1.1-Dichloroéthylène | 0.043 | EG3 | 200 (US EPA) | - | 75-35-4 |
| Trans-1.2-dichloroethylene | 0.14 | EG1 | - | - | 540-59-0 |
| 1.1-Dichloroéthane | 0.007 | EG4 | - | 0.0000016 (OEHHA) | 75-34-3 |
| cis-1.2-Dichloroéthylène | 175,4 | EG1 première campagne | 60 (RIVM) | - | 156-59-2 |
| Trichlorométhane (chloroforme) | 0.42 | EG2 première campagne | 63 (ANSES) | 0.000023 (US EPA) | 67-66-3 |
| Tétrachloroéthylène | 0.087 | EG1 | 400 (ANSES) | 0.00000026 (ANSES) | 127-18-4 |

| Composés Aromatique Volatils | Concentration (mg/m³) | Echantillon | VTR seuil (µg/ m³) (organisme) | VTR sans seuil (µg/ m³/jour) - (organisme) | N° CAS |
|---|---|---|---|---|---|
| Benzène | 0.8267 | EG4 | 10 (ANSES) | 2,6e-05 (ANSES) | 71-43-2 |
| Toluène | 0.8000 | EG4 | 19000 (ANSES) | - | 108-88-3 |
| Ethylbenzène | 0.1253 | EG4 | 1500 (RIVM) | 2,5e-06 (OEHHA) | 100-41-4 |
| Somme Xylènes | 0.3867 | EG4 | 100 (US EPA) | - | 1330-20-7 |
| Cumène | 0.0507 | EG4 | 400 (US EPA) | - | 98-82-8 |
| 1,3,5-Triméthylbenzène (Mésitylène) | 0.0907 | EG4 | 60 (USEPA) | - | 108-67-8 |
| 1,2,4-Triméthylbenzène (Pseudocumène) | 0.1627 | EG4 | 60 (USEPA) | - | 95-63-6 |
| m-, p-Ethyltoluène | 0.1840 | EG4 | - | - | 25550-14-5 |
| o-Ethyltoluène | 0.0960 | EG4 | - | - | 611-14-3 |

| TPH | Concentration ($mg/m^3$) | Echantillon | VTR seuil ($\mu g/ m^3$) (organisme) | VTR sans seuil ($\mu g/m^3$/jour)- (organisme) | N° CAS |
|---|---|---|---|---|---|
| Hydrocarbures aliphatiques C5-C6 | 1.57 | EG4 | 18 400 (TPHCWG) | - | - |
| Hydrocarbures aliphatiques C6-C7 | 3.47 | EG4 | 18 400 (TPHCWG) | - | - |
| Hydrocarbures aliphatiques C7-C8 | 5.6 | EG4 | 18 400 (TPHCWG) | - | - |
| Hydrocarbures aliphatiques C8-C9 | 21.8 | EG2 | 1 000 (TPHCWG) | - | - |
| Hydrocarbures aliphatiques C9-C10 | 19.7 | EG3 | 1 000 (TPHCWG) | - | - |
| Hydrocarbures aliphatiques C10-C11 | 6.7 | EG4 | 1 000 (TPHCWG) | - | - |
| Hydrocarbures aliphatiques C11-C12 | 0.69 | EG4 | 1 000 (TPHCWG) | - | - |
| Hydrocarbures aromatiques C6-C7 | 0.83 | EG4 | 10 (Correspond au benzène) | - | - |
| Hydrocarbures aromatiques C7-C8 | 0.8 | EG4 | 400 (ANSES) | - | - |
| Hydrocarbures aromatiques C8-C9 | 0.51 | EG4 | 200 (TPHCWG) | - | - |
| Hydrocarbures aromatiques C9-C10 | 0.64 | EG4 | 200 (TPHCWG) | - | - |
| Hydrocarbures aromatiques C10-C11 | 0.088 | EG4 | 200 (TPHCWG) | - | - |
| Hydrocarbures aromatiques C11-C12 | 0.035 | EG4 | 200 (TPHCWG) | - | - |

Le projet sera la construction d'un magasin LIDL, l'usage retenu sera donc usages tertiaires au sens du décret n° 2022-1588 du 19 décembre 2022 relatif à la définition des types d'usages dans la gestion des sites et sols pollués.

Les paramètres pris en compte sont rappelés dans les tableaux suivants :

*Tableau 9 : Paramètres modélisation inhalation - travailleurs phase pérenne (Source : G Environnement)*

| Paramètres | Valeur |
|---|---|
| Durée d'exposition théorique | 25 ans |
| Nombre de jours d'exposition théorique par an | 250 jours |
| Poids corporel | 70 kg |
| Période de temps sur laquelle est moyennée l'exposition | 70 ans |
| Temps journalier d'exposition | 8 heures |
| Taux d'inhalation | 0,83 $m^3$/heure |

*Tableau 10 : Paramètres physiques du modèle inhalation (Source : G Environnement)*

| Paramètres | Valeur |
|---|---|
| Taille de la boîte pour la modélisation du dégazage | 5 x 5 x 2 mètres |
| Epaisseur de la dalle bétonnée | 20 cm |
| Taux de renouvellement de l'air ambiant | 0,5 volume/heure |

*Tableau 11 : Paramètres de modélisation ingestion contact dermique – travailleurs phase pérenne (Source : G Environnement)*

| Paramètres modélisation ingestion-travailleur phase pérenne | Valeur |
|---|---|
| Durée d'exposition théorique | 25 ans |
| Nombre de jours d'exposition théorique par an | 250 jours |
| Poids corporel | 70 kg |
| Période de temps sur laquelle est moyennée l'exposition | 70 ans |
| Taux d'ingestion de sol journalier | 100 mg/jour |
| Surface de peau exposée | 5300 $cm^2$ |

*Tableau 12 : Paramètres de modélisation ingestion contact dermique- travailleur phase chantier (Source : G Environnement)*

| Paramètres modélisation ingestion-travailleur phase chantier | Valeur |
|---|---|
| Durée d'exposition théorique | 2 ans |
| Nombre de jours d'exposition théorique par an | 250 jours |
| Poids corporel | 70 kg |
| Période de temps sur laquelle est moyennée l'exposition | 70 ans |
| Surface de peau exposée | 5300 $cm^2$ |
| Taux d'ingestion de sol journalier | 330 mg/jour |

Note : les travailleurs en phase chantier ne seront pas concernés par le scénario d'inhalation de gaz de sol car il est considéré qu'ils ne travailleront pas en environnement fermé.

Les calculs des risques sanitaires est présenté en synthèse dans le tableau suivant :

*Tableau 13 : Risques sanitaires calculées par G Environnement pour les futurs travailleurs*

| | QD | ERI |
|---|---|---|
| Employés (phase pérenne) – Ingestion de sol | 3,1E-01 | 1,4E-06 |
| Employés (phase pérenne) – Contact cutané | 1,2 | 5,2E-06 |
| Employés (phase pérenne) – Inhalation | 1,3E-02 | 4,0E-06 |
| | | |
| Employés (phase chantier) – Ingestion de sol | 3,1E-01 | 1,2E-07 |
| Employés (phase chantier) – Contact cutané | 3,3 | 1,2E-06 |

Au regard de l'analyse des risques sanitaires réalisée pour les travailleurs en phase chantier et les travailleurs pérennes, l'état des milieux révèle :

- L'absence de risque sanitaire pour le scénario « ingestion de sol et poussière de sol » ;
- L'existence de risque sanitaire pour le scénario « contact dermique » et l'élément influençant est le Trichloréthylène.

Au regard de l'analyse des risques sanitaires réalisée pour les travailleurs en phase pérenne, l'état des milieux révèle l'absence de risque sanitaire pour le scénario « d'inhalation d'air ambiant provenant du dégazage de sols ».

D. Conclusions et recommandations G Environnement

Le diagnostic de pollution complémentaire réalisé par G Environnement a confirmé la présence d'impacts en hydrocarbures et en solvants, au droit des spots identifiés lors de la première étude.

Les impacts étaient détectés entre 0-3m de profondeur, avec des teneurs variables, et sont essentiellement localisés :

- En limite nord-est de la parcelle, s'agissant d'une aire en enrobé ;
- A l'intérieur du bâtiment au sud-est, qui renferme l'atelier machine de l'actuelle activité, rappelant que la campagne de 2022 avait également révélé un impact dans la même zone mais du côté extérieur ;
- A l'intérieur et à l'extérieur du bâtiment vers l'aire de lavage des copeaux à l'entrée nord.

Plusieurs échantillons manifestent une non-conformité aux seuils d'acceptabilité en ISDI en raison de leurs teneurs en hydrocarbures.

Concernant les gaz de sol, les prélèvements ont mis en évidence la présence d'hydrocarbure, de BTEX et de solvants.

Au vu des résultats d'analyses des deux campagnes d'investigations, une évaluation quantitative des risques sanitaires a été réalisée, dans le but d'estimer la compatibilité du site avec l'usage prévu (tertiaire) ainsi que l'existence du risque sur les travailleurs en phase chantier, l'état des milieux révèle : Pour les travailleurs en phase pérenne et en phase chantier :

- L'absence de risque sanitaire pour les scénarii « ingestion de sol et poussière de sol » et « l'inhalation d'air ambiant » ;
- L'existence de risque sanitaire pour le scénario « contact dermique » et l'élément influençant est et le Trichloréthylène.

En l'état, le site peut donc être considéré comme compatible avec l'usage envisagé, toutefois il est, impératif de prendre quelques mesures de précaution pour éviter le risque dû au contact dermique.

Lors de la réalisation de l'étude, les recommandations étaient les suivantes :

- De purger les spots de pollution concentrée (hydrocarbures et solvants). Les terres pourront être prises en charge en filière ISDND ;
- De maintenir la pérennité d'un recouvrement au droit des ZPC après traitement, afin d'éviter tout contact avec les sols (pollution résiduelle) et de couper la voix de transfert ;
- De mettre en place une dalle béton étanche d'une épaisseur de 20 cm à minima. L'étanchéité de la dalle peut être renforcée par la pose d'une membrane imperméable ou par ajout d'adjuvants ferreux au béton ;
- De garder un taux de renouvellement d'air intérieur convenable dans les locaux, ou le cas échéant, renforcer l'aération naturelle ou mettre en place une ventilation mécanique adaptée (taux de renouvellement 0,5 v/l) ;
- De rester vigilant lors des terrassements, et notamment surveiller tout indice organoleptique (odeurs, tâches, …) suspect ;
- De respecter les bonnes pratiques inhérentes à ce type de chantier : port d'EPI (gants, tenues de travail spécifiques, chaussures de sécurité, lunettes, si nécessaire masque à poussières type FFP2, etc.), mise en place d'EPC et de méthodes de travail adéquates (arrosage des pistes, bâchage des camion-benne, nettoyage des voiries, etc.) ;
- A noter enfin que toute utilisation de la nappe d'eau souterraine (arrosage, espaces d'agrément, …) sera assujettie à la réalisation d'analyses physico-chimiques concluant à une absence de risque.

## 4.3. RAPPORT PLAN DE GESTION – G ENVIRONNEMENT DU 27/09/2023

Ces éléments sont présentés dans le rapport : Plan de gestion PG – G ENVIRONNEMENT – Affaire 4889 – Référence 2023.09.25 Aff 4889-Rap V0 TD chrono 15783 – 27/09/2023.

Le plan de gestion reprend une synthèse des informations du site dont les résultats significatifs des diagnostics repris dans le tableau suivant :

*Tableau 14 : Impacts notables identifiés lors de la première campagne de G Environnement en Mai 2022 (Source : G Environnement)*

| Milieu : sol | | |
|---|---|---|
| **Sondage / échantillon** | **Polluant** | **Concentration (mg/kg)** |
| S4/ ES4 | Trichloroéthylène<br>Cis-1,2-Dichloroéthène<br>Hydrocarbures C10-C40 | 85<br>43<br>2 800 |
| S6/ ES6 | Chrome<br>Cuivre<br>Plomb<br>Cis-1,2-Dichloroéthène<br>Hydrocarbures C10-C40 | 180<br>120<br>190<br>130<br>36 000 |
| S7/ ES7 | Hydrocarbures C10-C40 | 550 |
| PM5/ ES9 | Hydrocarbures C10-C40 | 14 000 |
| PM3/ ES10 | Hydrocarbures C10-C40 | 10 000 |
| **Milieu : gaz de sol** | | |
| **Sondage / échantillon** | **Polluant** | **Concentration (mg/m³)** |
| S4/EG1 | CAV – BTEX<br>Hydrocarbures aliphatiques<br>Hydrocarbures aromatiques<br>COHV | 0,6095<br>3,3846<br>0,6154<br>646,15 |
| S6/EG2 | CAV – BTEX<br>Hydrocarbures aromatiques<br>COHV | 1,8250<br>1,8590<br>137,82 |
| S7/EG3 | CAV – BTEX<br>Hydrocarbures aliphatiques<br>Hydrocarbures aromatiques<br>COHV | 9,0470<br>8,6667<br>9,3333<br>28,67 |
| S8/EG4 | CAV – BTEX<br>Hydrocarbures aliphatiques<br>Hydrocarbures aromatiques<br>COHV | 2,2623<br>8,3333<br>2,3000<br>8,67 |
| **Milieu : eau souterraine** | | |
| **Sondage / échantillon** | **Polluant** | **Concentration (µg/l)** |
| PM5/EE1 | Plomb<br>Hydrocarbure C10-C40 | 35<br>56 |

Ce diagnostic a mis en évidence 3 zones de pollution concentrée en hydrocarbures et solvants :

- Limite Nord-Est au niveau d'une zone en enrobés présentant des odeurs d'hydrocarbures ;
- A l'intérieur du bâtiment au Sud-Est au niveau de l'atelier machines ;
- En intérieur et en extérieur du bâtiment au niveau de l'aire de lavage de copeaux.

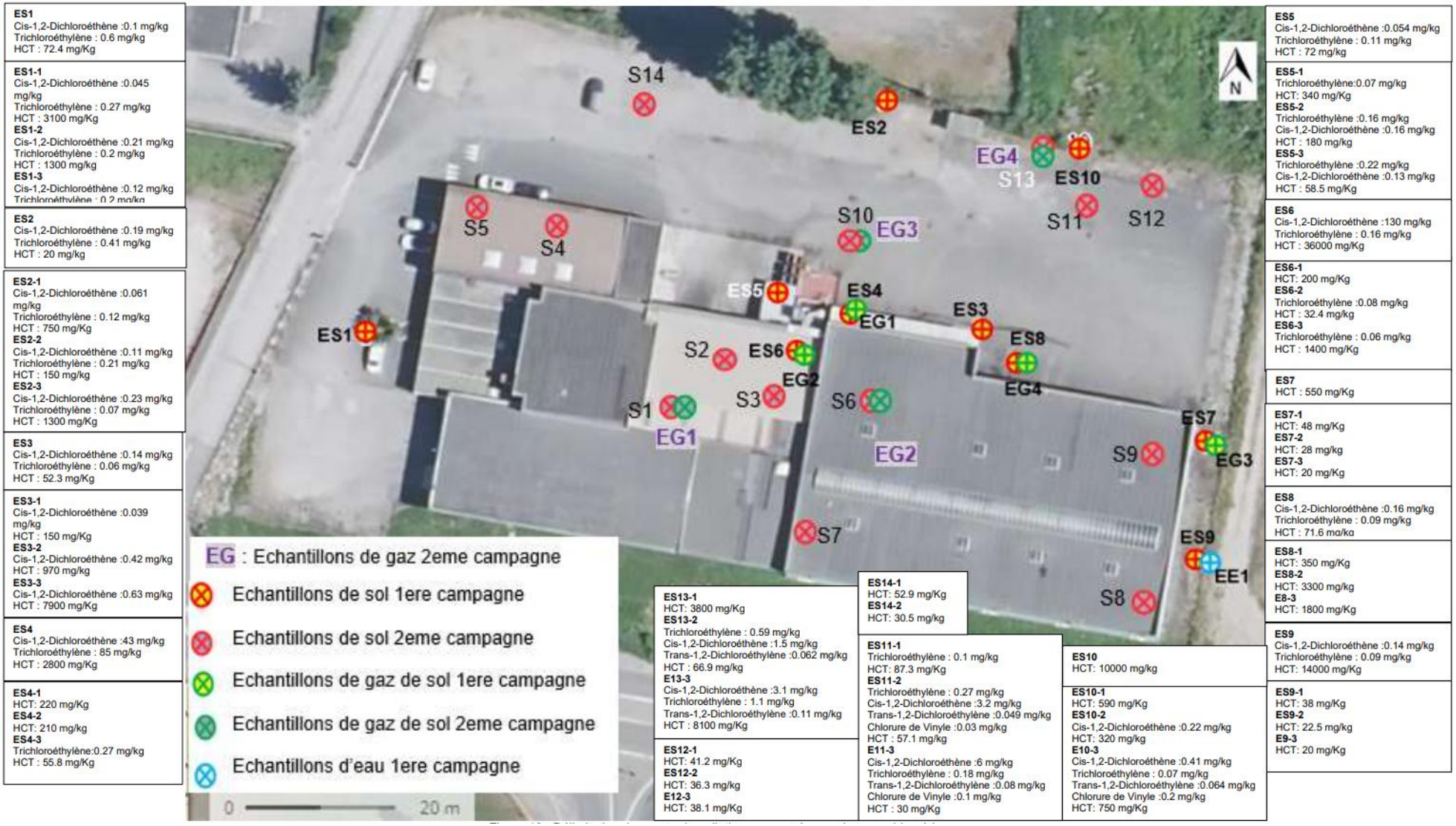
Il a donc été réalisé un diagnostic complémentaire afin de cerner les extensions verticales et horizontales suivie d'une évaluation des risques sanitaires dont les résultats synthétiques sont repris ci-dessous :

*Tableau 15 : Impacts notables identifiés lors de la première campagne de G Environnement en Août 2023 (Source : G Environnement)*

| Sondage | Niveau (m/TN) | TCE (mg/kg) | Cis-1,2-Dichloroéthène (mg/kg) | Trans-1,2-Dichloroéthylène (mg/kg) | Chlorure de Vinyle (mg/kg) | HCT C10-C40 (mg/kg) | ISDI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| S1 | 0-1 | 0.27 | 0.045 | / | / | 3100 | ISDND |
| | 1-2 | 0.2 | 0.21 | / | / | 1300 | |
| | 2-3 | 0.2 | 0.12 | / | / | 700 | |
| S2 | 0-1 | 0.12 | 0.061 | / | / | 750 | |
| | 1-2 | 0.11 | 0.21 | 0.031 | / | / | ISDI |
| | 2-3 | 0.07 | 0.23 | 0.055 | / | 1300 | ISDND |
| S3 | 0-1 | / | 0.039 | / | / | 250 | ISDI |
| | 1-2 | / | 0.42 | / | / | 970 | ISDND |
| | 2-3 | / | 0.63 | / | / | 7900 | |
| S4 | 2-3 | 0.27 | 0.1 | / | / | / | ISDI |
| S5 | 0-1 | 0.07 | / | / | / | 340 | |
| | 1-2 | 0.16 | 0.16 | / | / | / | |
| | 2-3 | 0.22 | 0.13 | / | / | / | |
| S6 | 0-1 | / | / | / | / | 200 | |
| | 1-2 | 0.08 | / | / | / | / | |
| | 2-3 | 0.06 | / | / | / | 1400 | ISDND |
| S8 | 0-1 | / | / | / | / | 350 | ISDI |
| | 1-2 | / | / | / | / | 3300 | ISDND |
| | 2-3 | / | / | / | / | 1800 | |
| S10 | 0-1 | / | / | / | / | 590 | |
| | 1-2 | / | 0.22 | / | / | 320 | ISDI |
| | 2-3 | 0.07 | 0.41 | 0.064 | 0.2 | 570 | ISDND |
| S11 | 0-1 | 0.1 | | | | / | ISDI |
| | 1-2 | 0.27 | 3.2 | 0.049 | 0.03 | / | |
| | 2-3 | 0.18 | 6 | 0.08 | 0.1 | / | |
| S13 | 0-1 | / | / | / | / | 3800 | ISDND |
| | 1-2 | 0.59 | 1.5 | 0.062 | / | / | ISDI |
| | 2-3 | 1.1 | 3.1 | 0.11 | / | 8100 | ISDND |

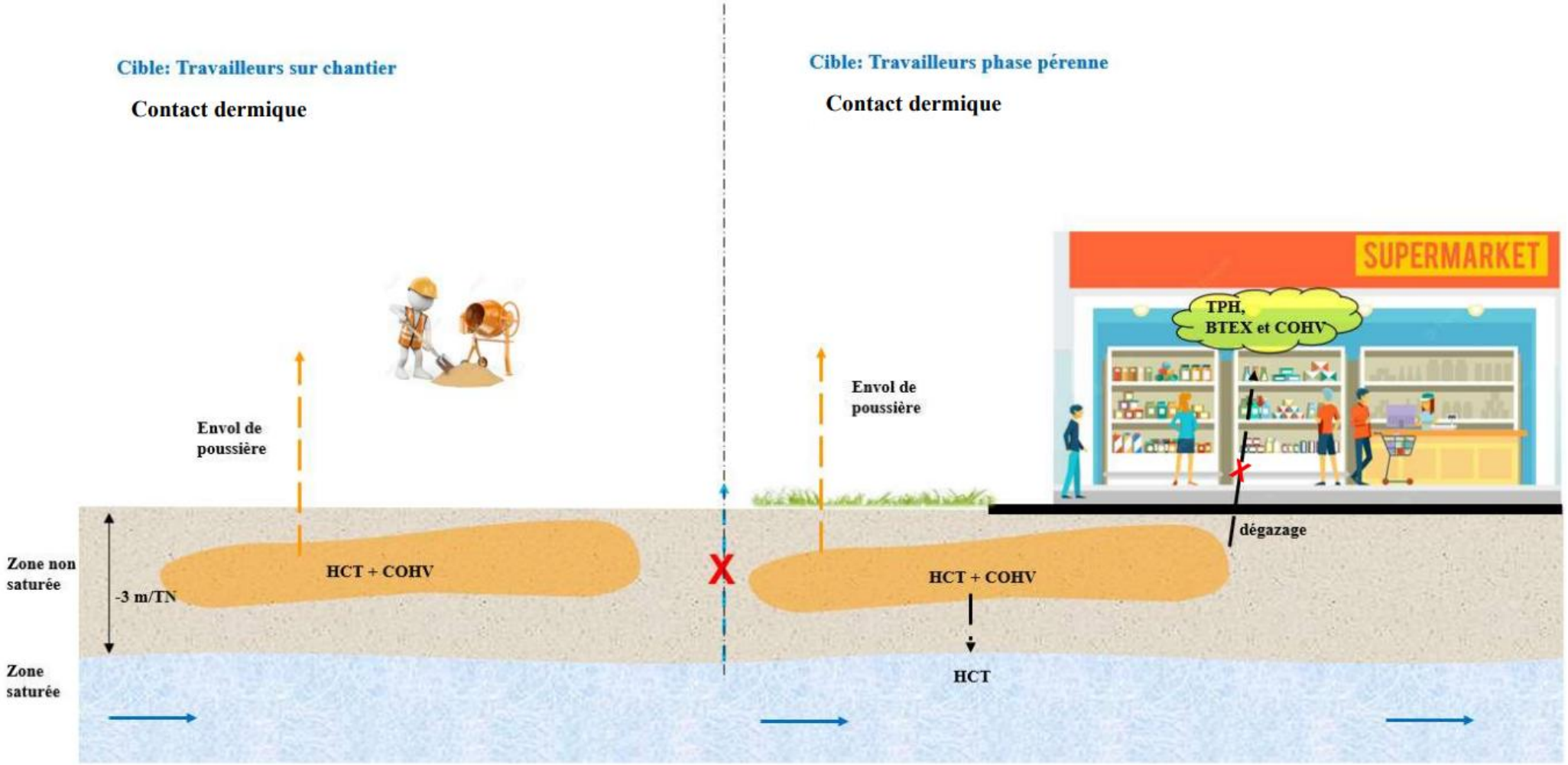
L'ensemble des résultats est présenté dans la figure suivante.

*Figure 6 : Synthèse des résultats des 2 diagnostics (Source : G Environnement)*



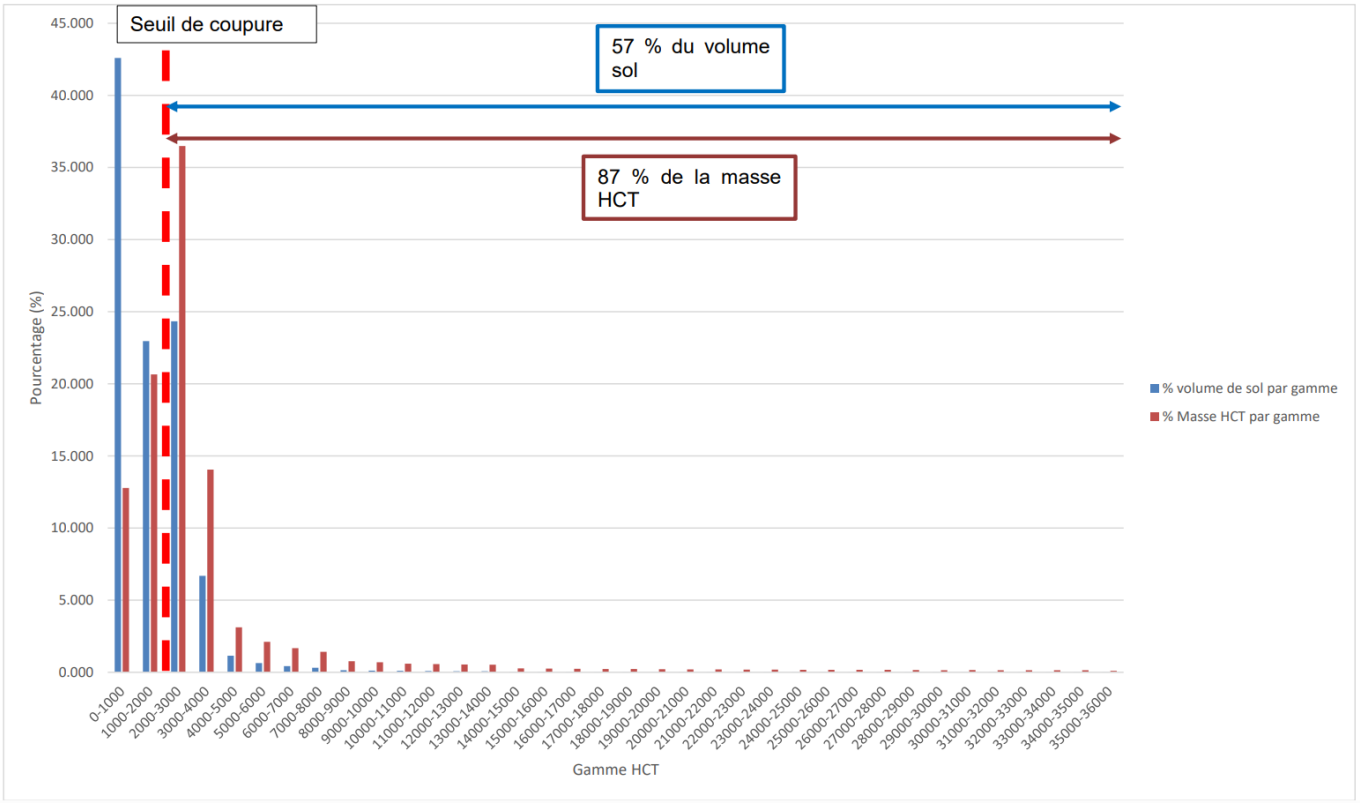
Le schéma conceptuel résultant est repris ci-dessous :

*Figure 7 : Schéma conceptuel initial (Source : G Environnement)*



Afin de déterminer des seuils de pollutions concentrées, il a été réalisé un bilan massique selon les concentrations en HCT C10-C40 dont le bilan est repris ci-dessous :

*Figure 8 : Évolution du pourcentage de volume de sol et du pourcentage de la masse de polluant contenue dans chaque plage de concentration (Source : G Environnement)*




La figure ci-dessus montre que :

- Le traitement de 57 % du volume du sol permet de traiter 87 % de la pollution ;
- Au-dessus de 2000 mg/kg de HCT, le pourcentage de polluant est bien supérieur à celui du volume du sol.

G Environnement a ainsi retenu un seuil de coupure général de 2 000 mg/kg. Cela signifie que les zones présentant des concentrations supérieures à 2 000 mg/kg en HCT C10-C40 au droit du site seront considérées comme des zones de pollution concentrée.

Ainsi, G Environnement a estimé que 3 zones de pollution concentrée ont été identifiées par interpolation numérique:

• En limite nord-est de la parcelle, s'agissant d'une aire en enrobé présentant des odeurs en HCT ;

• A l'intérieur du bâtiment au sud-est, qui renferme l'atelier machine de l'actuelle activité ;

• A l'intérieur et à l'extérieur du bâtiment vers l'aire de lavage des copeaux à l'entrée nord.

Les zones à prendre en charge par tranche de 1m sont reprises ci-dessous :

*Figure 9 : Délimitation des zones de pollutions concentrées – Tranche 0-1m (Source : G Environnement)*

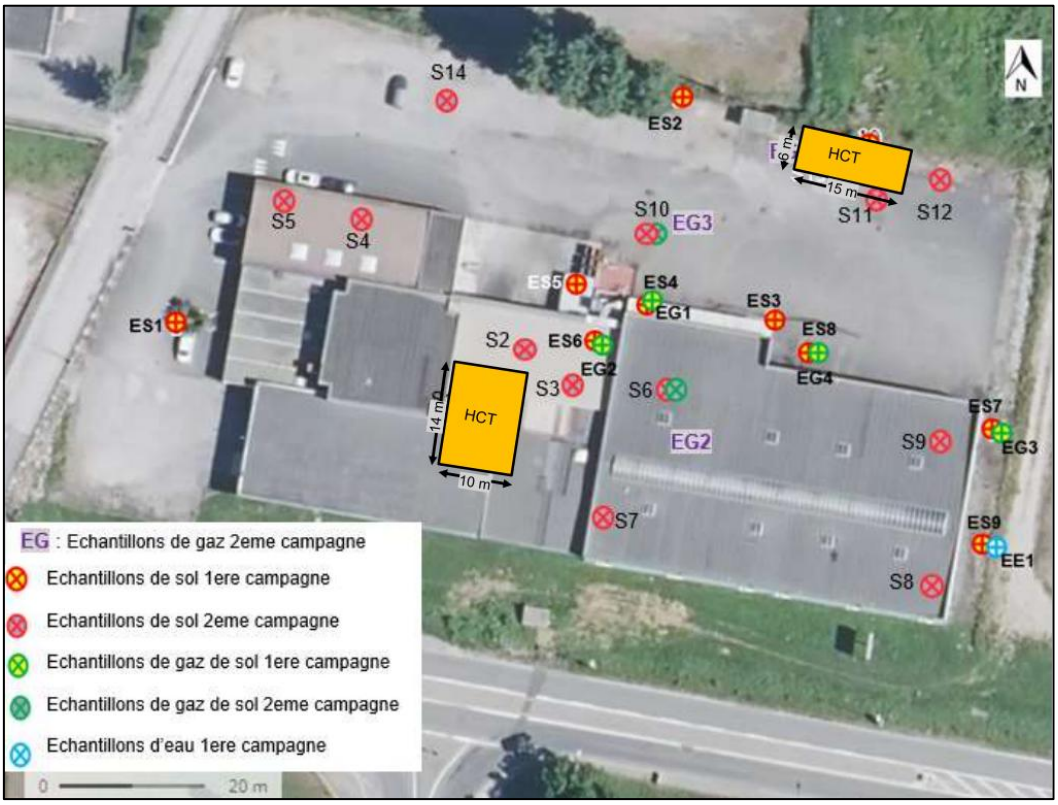



*Figure 10 : Délimitation des zones de pollutions concentrées – Tranche 1-2m (Source : G Environnement)*



*Figure 11 : Délimitation des zones de pollutions concentrées – Tranche 2-3m*




Ainsi les volumes et tonnages ont été estimés :

*Tableau 16 : Récapitulatif des volumes et tonnages (Source : G Environnement)*

| Zone | | Aire en enrobé (limite nord-est de la parcelle) | Sud-est de la parcelle et du bâtiment | Intérieur du bâtiment | Total |
|---|---|---|---|---|---|
| Niveau 0 à 1 m | Surface (m²) | 90 | / | 140 | **230** |
| | Volume (m³) | 90 | / | 140 | **230** |
| | Tonnage (T) | 162 | / | 252 | **252** |
| Niveau 1 à 2 m | Surface (m²) | / | 256 | 306 | **562** |
| | Volume (m³) | / | 256 | 306 | **562** |
| | Tonnage (T) | / | 461 | 551 | **1012** |
| Niveau 2 à 3 m | Surface (m²) | 90 | 140 | 551 | **781** |
| | Volume (m³) | 90 | 140 | 551 | **781** |
| | Tonnage (T) | 162 | 252 | 992 | **1406** |

G Environnement a ensuite réalisé l'analyse de différents critères (techniques et organisationnels, économiques, environnementaux) pour la gestion de ces pollutions concentrées. Le tableau ci-dessous reprend la synthèse :

*Tableau 17 : Analyse multicritères des filières et solutions de traitement (Source : G Environnement)*

| Procédé | Critères | | | | Note globale |
|---|---|---|---|---|---|
| | Technique, organisationnelles, délais | Economiques | Environnementaux | Contraintes sur les futurs aménagements | |
| Bioventing /venting | 1 | 1 | 3 | 1 | 6 |
| | Durée de traitement important, des essais pilotes doivent être réalisés afin de définir le rayon d'action et le nombre de forage, la zones doit être accessibles durant la période de traitement pour permettre un suivi. | Cout élevé en raison de la durée et du suivi. | Nécessite relativement peu d'énergie. Il n'y a pas de déplacement de la pollution. | Contraintes potentielles si concentrations résiduelles. Les zones doivent être accessibles durant la période de traitement. | |
| Excavation et évacuation ISDND | 3 | 1 | 1 | 3 | 8 |
| | Technique rapide à mettre en œuvre, applicable au site après démolition du bâtiment existant, mais nécessite un remblaiement des zones excavées et des essais de portance. | Coût assez élevé | Bilan carbone mauvais et génère des nuisances en phase excavation | Aucune car sources évacuées, et concentrations résiduelles restreintes. | |
| Biotertre (biopile) | 1 | 2 | 2 | 2 | 7 |
| | Durée de traitement important et nécessite de la place (10 à 16 mois). Les zones doivent également être accessibles durant la période de traitement pour permettre un suivi. Un remblaiement des zones excavées et des essais de portance doivent être faits. | Peu onéreuse | Nécessite relativement peu d'énergie mais génère des nuisances en phase excavation. | Elle permet un rabattement des concentrations des polluants et leur élimination totale mais elle prend plus de temps. | |
| | 3 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| Confinement in situ | Nécessite la mise en place de système étanche (alvéole). Mise en place plutôt rapide. Les zones doivent également être accessibles pour permettre un suivi à long terme afin de prévenir toute dispersion de la pollution. | Solution onéreuse et nécessite une maintenance importante afin de garantir la pérennité de l'ouvrage. | Nécessite relativement peu d'énergie mais la pollution n'est pas traitée et reste sur site. | Pollution non traitée. | |

Il en ressort que l'excavation et l'évacuation des terres ainsi que le Biotertre sont les solutions les plus avantageuses pour ce site.

Du fait de la présence de la nappe à 3 m de profondeur, lors des opérations d'excavation, et notamment dans la zone de battement de nappe, une libération importante d'hydrocarbures risque de se produire et entraîner une dégradation de la qualité des eaux souterraines.

Une solution de traitement des eaux souterraine est également proposée. Ce traitement pourra se faire par ajout d'oxydant sous forme de cristaux et malaxage à la pelle mécanique sous eaux, afin d'éliminer rapidement la contamination résiduelle dans la zone de battement de nappe.

Le coût total du traitement des eaux en fond de fouilles est estimé entre 125 k€ et 170 k€ HT. Ce montant sera ajouté aux solutions précédentes.

Au terme de cette analyse, il a été retenu :

- La solution 1 : Excavation et évacuation hors site suivit d'un traitement des eaux en fond de fouilles, dont le cout serait compris entre 320 et 440 k€ HT. Pour l'avantage de dépollution qu'elle offre et la rapidité du procédé.
- En second lieu la solution 2 : Biopile suivi d'un traitement des eaux en fond de fouilles dont le cout serait compris entre 279 et 324 k€ HT. Pour son avantage de dépollution et son moindre coût.

Les restrictions d'usage définies par G Environnement sont les suivantes :

Pour les sols :

• Maintien de la pérennité d'un recouvrement au droit des ZPC après traitement (revêtement de surface ou apport de terres végétales saines). En cas de travaux ponctuels nécessitant des terrassements (poses/retraits de conduites, extractions de cuves…), le recouvrement devra être renouvelé conformément à l'état d'origine a l'issue des travaux.

• Interdiction de toute plantation de végétaux ou d'arbres à fruit comestible.

Pour le sous-sol :

• Interdiction de mise en œuvre de canalisations d'eau potable en PEHD dans les sols impactés ;

• Mise en place de canalisations d'eau potable métalliques ou équivalent afin de s'affranchir de tout risque de perméation des polluants. Ces canalisations seront installées dans du matériau sain (sablon) ;

• Gestion appropriée des déblais en cas de terrassement, et maintien du recouvrement des terres impactées.

Pour les eaux souterraines :

• Tout usage de l'eau souterraine au droit du site, sera assujettie à la réalisation de nouvelles analyses physico-chimiques (après dépollution), concluant à une absence de risque.

Une ARR a été réalisée compte-tenu de la présence de concentrations résiduelles dans les terrains restant en place après prise en charge des pollutions concentrées et mise en œuvre des mesures de gestion, la compatibilité sanitaire du site avec son usage futur doit être validée au moyen d'une Analyse des Risques Résiduels (ARR) prédictive.

Les concentrations résiduelles prises en compte sont rappelées ci-dessous :

*Tableau 18 : Concentrations résiduelles prises en compte dans l'ARR (Source : G Environnement)*

| COHV | Concentration (mg/kg MS) | Echantillon | VTR seuil (mg/kg/jour) (organisme) | VTR sans seuil (mg/kg/jour)$^{-1}$ organisme) | N° CAS |
|---|---|---|---|---|---|
| Cis-1,2-Dichloroéthène | 6 | E11-3 | 0,002 (US EPA) | - | 156-59-2 |
| Trichloroéthylène | 0.6 | ES1 | 0,00146 (ANSES) | 0,046 (US EPA) | 79-01-6 |
| Trans-1,2-Dichloroéthylène | 0.08 | E11-3 | 0,017 (OMS) | - | 540-59-0 |
| Chlorure de Vinyle | 0.1 | E11-3 | - | 0,625 (ANSES) | 75-01-4 |

| Hydrocarbures totaux | Concentration (mg/kg MS) | Echantillon | VTR seuil (mg/kg/jour) (organisme) | VTR sans seuil (mg/kg/jour) -(organisme) | N° CAS |
|---|---|---|---|---|---|
| TPH Aromatiques C10-C16 | 1000 | Seuil de dépollution | 0.04(TPHCWG) | - | - |
| TPH Aromatiques C16-C35 | 1000 | | 0.03(TPHCWG) | - | - |

Les résultats de l'ARR sont repris ci-dessous.

*Tableau 19 : Risques sanitaires calculées par G Environnement pour les futurs travailleurs*

| | QD | ERI |
|---|---|---|
| Employés (phase pérenne) – Ingestion de sol | 5,8E-02 | 3,2E-08 |
| Employés (phase pérenne) – Contact cutané | 0,22 | 1,2E-07 |
| | | |
| Employés (phase chantier) – Ingestion de sol | 5,8E-02 | 2,5E-09 |
| Employés (phase chantier) – Contact cutané | 0,61 | 2,7E-08 |

Au regard de l'analyse des risques sanitaires réalisée pour les travailleurs en phase chantier et les travailleurs pérennes, l'état des milieux révèle : L'absence de risque sanitaire pour le scénario « ingestion de sol et poussière de sol » et « contact dermique ».

Conclusion G Environnement :

Le site d'étude a fait l'objet de diagnostics environnementaux (diagnostic de pollution réalisé en 2022 et 2023). Ces 2 études ont investigué les milieux sols, gaz du sol et eau souterraine et ont principalement amené à conclure à la présence de solvants chlorés et d'hydrocarbures dans 3 zones définies comme des zones de pollution concentrée (ZPC).

Une étude statistique et un bilan massique appliqués aux concentrations en HCT C10- C40 ont permis de déterminer un seuil de coupure de 2000 mg/kg. Ce seuil est sanitairement acceptable (analyse des risques résiduels). Il est utilisé pour définir les limites des zones de pollution concentrée et pour quantifier les volumes pollués à gérer via une interpolation et/ou extrapolation numérique.

G ENVIRONNEMENT a recommandé la gestion des ZPC.

Un bilan coûts-avantages a été développé sur la base de différents critères et a permis de retenir deux scénarios :

• Traitement hors site par excavation et évacuation ;

• Traitement sur site par biopile (biotertre).

C'est deux solutions devront être combinées au traitement de fond de fouille, au vu de la présence de la nappe à 3 m de profondeur. Selon la solution retenue, le coût de la dépollution du site serait compris entre 279 et 440 k€ HT

Ainsi, les mesures de gestion suivantes seront à mettre en place dans le cadre du projet de reconversion du site :

• Gestion des zones de pollution concentrée (ZPC) par excavation et évacuation hors site ou par biopile,

• Maintien de la pérennité d'un recouvrement au droit des ZPC après traitement,

• Gestion des déblais générés par le projet (évacuation hors site vers une filière de stockage ou de traitement adaptée à la qualité des déblais),

• Garder un taux de renouvellement d'air intérieur convenable dans les locaux, ou le cas échéant, renforcer l'aération naturelle ou mettre en place une ventilation mécanique adaptée (taux de renouvellement 0,5 v/l),

• Mise en place d'une dalle béton étanche d'une épaisseur de 20 cm à minima. L'étanchéité de la dalle peut être renforcée par la pose d'une membrane imperméable ou par ajout d'adjuvants ferreux au béton,
• Mise en place de canalisations d'eau potable anti-perméation,
• Tout usage de l'eau souterraine au droit du site, sera assujettie à la réalisation de nouvelles analyses physico-chimiques (après dépollution) concluant à une absence de risque.

De plus, G ENVIRONNEMENT a établi des prescriptions pour la mise en œuvre des mesures de gestion et la protection des travailleurs. Conformément à la méthodologie nationale, un suivi de la bonne application des mesures de gestion préconisées devra être réalisé par un prestataire indépendant des entreprises en charge de la réalisation des opérations de gestion de la pollution. Malgré les mesures de gestion préconisées, des voies d'exposition résiduelles persisteront.

Une Analyse des Risques Résiduels (ARR) prédictive a donc été menée sur la base d'hypothèses jugées sécuritaires mais réalistes. Cette ARR a montré l'absence de risque, quel que soit l'usage considéré (travailleur adulte du magasin, travailleur sur chantier).

## 4.4. RAPPORT XPER – BUREAU ALPES CONTROLES DU 26/07/2024

Ces éléments sont présentés dans le rapport suivant : Rapport XPER – BUREAU ALPES CONTROLES – Référencé A09P2415/MRH en date du 29/07/2024.
La mission XPER d'Alpes Contrôles relève de l'expertise des 3 documents mentionnés ci-dessus et de la réalisation d'une visite de site.

En synthèse, l'examen des incertitudes liées aux études réalisées est synthétisé dans le tableau suivant :

*Tableau 20 : Synthèse de la mission XPER d'Alpes Contrôles*

| Milieu | Synthèse des connaissances du site dans son état actuel | Mesures de gestion prévues par le PG de G Environnement | Pollution résiduelle en place après travaux | Incertitudes non levées | Recommandations Alpes Contrôles |
|---|---|---|---|---|---|
| Sol | Les sols du site sont impactés par : les HCT C10-C40, les COHV et ponctuellement par les métaux. L'impact le plus important est identifié pour :<br>- Les HCT C10-C40 au droit de ES6 avec 36 000 mg/kg ;<br>- Le TCE au droit de ES4 avec 85 mg/kg ;<br>- Le Cis-1,2-DCE au droit de ES6 avec 130mg/kg | La purge des zones impactées dont les concentrations en HCT C10-C40 sont supérieures à 2000 mg/kg. | En l'absence de dimensionnement (extensions verticales et horizontales), les teneurs résiduelles attendues ne peuvent pas être déterminées. | Les extensions verticales et horizontales des impacts n'ont pas été définies. | Réaliser les investigations complémentaires au droit des sols<br>De faire relever par un géomètre expert l'ensemble des sondages réalisés,<br>Poursuivre la méthodologie des sites et sols pollués avec la réalisation d'un plan de gestion complet comprenant une définition des seuils de pollutions concentrées, un bilan coût-avantages et une analyse des risques résiduels après purge des pollutions concentrées,<br>Mise en œuvre des travaux pour la gestion des pollutions concentrées en HCT, COHV |
| Gaz du sol et Air ambiant | Les mesures de gaz du sol ont permis d'identifier un impact pour ce milieu par des TPH C5-C16, CAV et COHV. Néanmoins les analyses de risques sanitaires ont montré la présence d'un risque pour le contact dermique mais l'absence de risque pour les scénarios inhalation de composés volatils et ingestion de poussières. | Maintien de la pérennité d'un recouvrement au droit des ZPC après traitement<br>Garder un taux de renouvellement d'air intérieur convenable dans les locaux (taux de renouvellement 0,5 v/l)<br>Mise en place d'une dalle béton étanche d'une épaisseur de 20 cm à minima. L'étanchéité de la dalle peut être renforcée par la pose d'une membrane imperméable ou par ajout d'adjuvants ferreux au béton | Les impacts en place sont a priori compatibles avec l'actuel usage sous respect des recommandations.<br><br>Cette ARR sera mise à jour suite aux investigations complémentaires.<br><br>Des investigations de contrôle seront à réaliser en cas de concentrations résiduelles importantes. | Pas de comparaison aux valeurs de référence et règlementaires. | Mettre à jour l'ARR avec les nouvelles données d'entrée du site. |
| Eaux souterraines | Seul un prélèvement ponctuel des eaux souterraines a été réalisé au droit d'un puits de l'étude géotechnique.<br>Les résultats ont révélé un impact notable en HCT et en métaux lourds. | Tout usage de l'eau souterraine au droit du site, sera assujettie à la réalisation de nouvelles analyses physico-chimiques (après dépollution) concluant à une absence de risque | Il est prévu un traitement des eaux souterraines en fond de fouille. | Pas d'informations précises sur la qualité de la nappe au droit du site | Mettre en place un réseau piézométrique au droit du site,<br>De faire niveler le réseau piézométrique par un géomètre expert |
| Eaux de consommation (eau du robinet) | Aucune mesure effectuée. | Mise en place de canalisations d'eau potable anti-perméation | En l'absence de mesures, la pollution résiduelle n'est pas déterminée | Pas d'information | Mise en place des réseaux AEP dans des matériaux garantissant l'absence de perméation (acier, fonte, multicouche). |

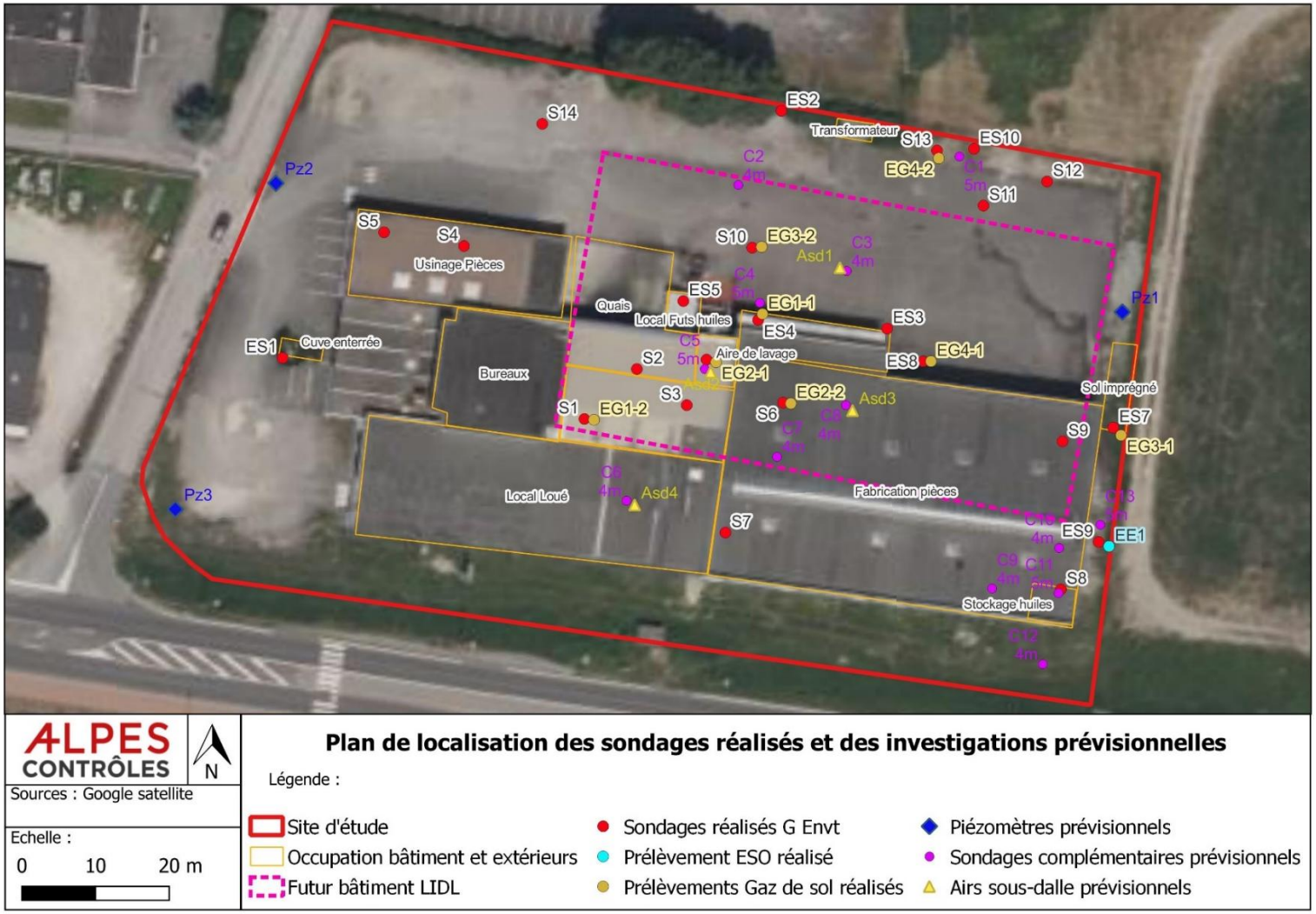
Au vu de ces éléments, Alpes Contrôles a réalisé l'élaboration d'un programme prévisionnel d'investigations.

Au vu des éléments mis en évidence lors des études documentaires, des investigations au droit des milieux SOL, EAUX SOUTERRAINES et GAZ DE SOL sont proposées.

*Tableau 21 : Elaboration d'un programme d'investigations complémentaires*

| Identification sur plan | Type de milieu | Source de pollution identifiée | Investigation proposée | Description (profondeur, équipement) | Justification | Echantillons blancs / témoins | Programme analytique | Fréquence de prélèvement pour la surveillance | Mesures in situ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| C1 | Sol | Zone avec odeurs HCT + Impacts ES10 / S11 / S13 | 1 sondage | Profondeur minimale : 5 m | Extension verticale des impacts | Sans objet | Pack ISDI + COHV | - | PID |
| C2, C3, C4 | Sol | Benne copeaux sur rétention + Impacts ES4/S10 | 3 sondages | Profondeur minimale : 4-5 m | Extensions verticale et horizontales des impacts | Sans objet | Pack ISDI + COHV pour extension verticale HCT C10-C40, COHV pour extension horizontale | - | PID |
| C5 | Sol | Aire de lavage de copeaux + Impacts ES6 | 1 sondage | Profondeur minimale : 5 m | Extension verticale des impacts | Sans objet | Pack ISDI + COHV | - | PID |
| C6 | Sol | Local loué | 1 sondage | Profondeur minimale : 4 m | Zone non investiguée | Sans objet | HCT C10-C40, COHV | - | PID |
| C7, C8 | Sol | Atelier + Impacts S6 | 2 sondages | Profondeur minimale : 4m | Extensions horizontales des impacts | Sans objet | HCT C10-C40, COHV | - | PID |
| C9, C10, C11, C12 | Sol | Stockage huiles + Impacts S8 | 4 sondages | Profondeur minimale : 4-5 m | Extensions verticale et horizontales des impacts | Sans objet | Pack ISDI + COHV pour extension verticale HCT C10-C40, COHV pour extension horizontale | - | PID |
| C13 | Sol | Zone grasse + Impacts ES9 /ES7 | 1 sondage | Profondeur minimale : 5 m | Extension verticale des impacts | Sans objet | Pack ISDI + COHV | - | PID |
| Losange Bleu | Eaux souterraines | Impacts en profondeur | 3 piézomètres | Profondeur minimale : 6 m | Nappe vulnérable et superficielle | Un blanc de terrain et un blanc de transport | HCT C10-C40, COHV, 8 ML | 1 période haute eaux et 1 période basse eaux | Température, pH, potentiel oxydo-réduction, conductivité |
| Triangle jaune | Gaz de sol | Impacts dans les gaz de sol | 3 Airs sous-dalle | Sous-dalle et jusque 20/30 cm de profondeur maximum | Réalisation d'une campagne en bonne et due forme | Un blanc de terrain et un blanc de transport | TPH C5-C16, BTEXN, COHV | - | Température intérieure/extérieure, l'hygrométrie, le CO, l'O2, les semi-volatils par PID |

*Figure 12 : Plan d'implantation prévisionnel pour les investigations complémentaires*



Pour les sols :

Il est prévu la réalisation de 12 sondages à une profondeur maximale de 4-5 m.

Au total, 57 échantillons seront prélevés. La totalité sera analysée.

Le Tableau 22 présente la stratégie d'analyse envisagée. Cette dernière tient compte des polluants potentiellement présents mais également de terrassement éventuel en phase travaux.

*Tableau 22 : Stratégie d'échantillonnage et d'analyses envisagées*

| Nom | Profondeur prévue | Horizon analysé 0-1 m | Horizon analysé 1-2 m | Horizon analysé 2-3 m | Horizon analysé 3-4 m | Horizon analysé 4-5 m |
|---|---|---|---|---|---|---|
| C1 | 5m | Pack ISDI + COHV | Pack ISDI + COHV | Pack ISDI + COHV | Pack ISDI + COHV | Pack ISDI + COHV |
| C2 | 4m | HCT C10-C40, COHV | HCT C10-C40, COHV | HCT C10-C40, COHV | HCT C10-C40, COHV | - |
| C3 | 4m | HCT C10-C40, COHV | HCT C10-C40, COHV | HCT C10-C40, COHV | HCT C10-C40, COHV | - |
| C4 | 5m | Pack ISDI + COHV | Pack ISDI + COHV | Pack ISDI + COHV | Pack ISDI + COHV | Pack ISDI + COHV |
| C5 | 5m | Pack ISDI + COHV | Pack ISDI + COHV | Pack ISDI + COHV | Pack ISDI + COHV | Pack ISDI + COHV |
| C6 | 4m | HCT C10-C40, COHV | HCT C10-C40, COHV | HCT C10-C40, COHV | HCT C10-C40, COHV | - |
| C7 | 4m | HCT C10-C40, COHV | HCT C10-C40, COHV | HCT C10-C40, COHV | HCT C10-C40, COHV | - |
| C8 | 4m | HCT C10-C40, COHV | HCT C10-C40, COHV | HCT C10-C40, COHV | HCT C10-C40, COHV | - |
| C9 | 4m | HCT C10-C40, COHV | HCT C10-C40, COHV | HCT C10-C40, COHV | HCT C10-C40, COHV | - |
| C10 | 4m | HCT C10-C40, COHV | HCT C10-C40, COHV | HCT C10-C40, COHV | HCT C10-C40, COHV | - |
| C11 | 5m | Pack ISDI + COHV | Pack ISDI + COHV | Pack ISDI + COHV | Pack ISDI + COHV | Pack ISDI + COHV |
| C12 | 4m | HCT C10-C40, COHV | HCT C10-C40, COHV | HCT C10-C40, COHV | HCT C10-C40, COHV | - |
| C13 | 5m | Pack ISDI + COHV | Pack ISDI + COHV | Pack ISDI + COHV | Pack ISDI + COHV | Pack ISDI + COHV |

ISDI : Paramètres selon l'arrêté du 12 décembre 2014 2014 qui fixe les conditions d'admission en Installation de Stockage de Déchets Inertes (ISDI) dans le cadre d'une évacuation hors site des terres.

HCT C10-C40 : Hydrocarbures Totaux C10-C40

COHV : composés organo-halogénés volatils

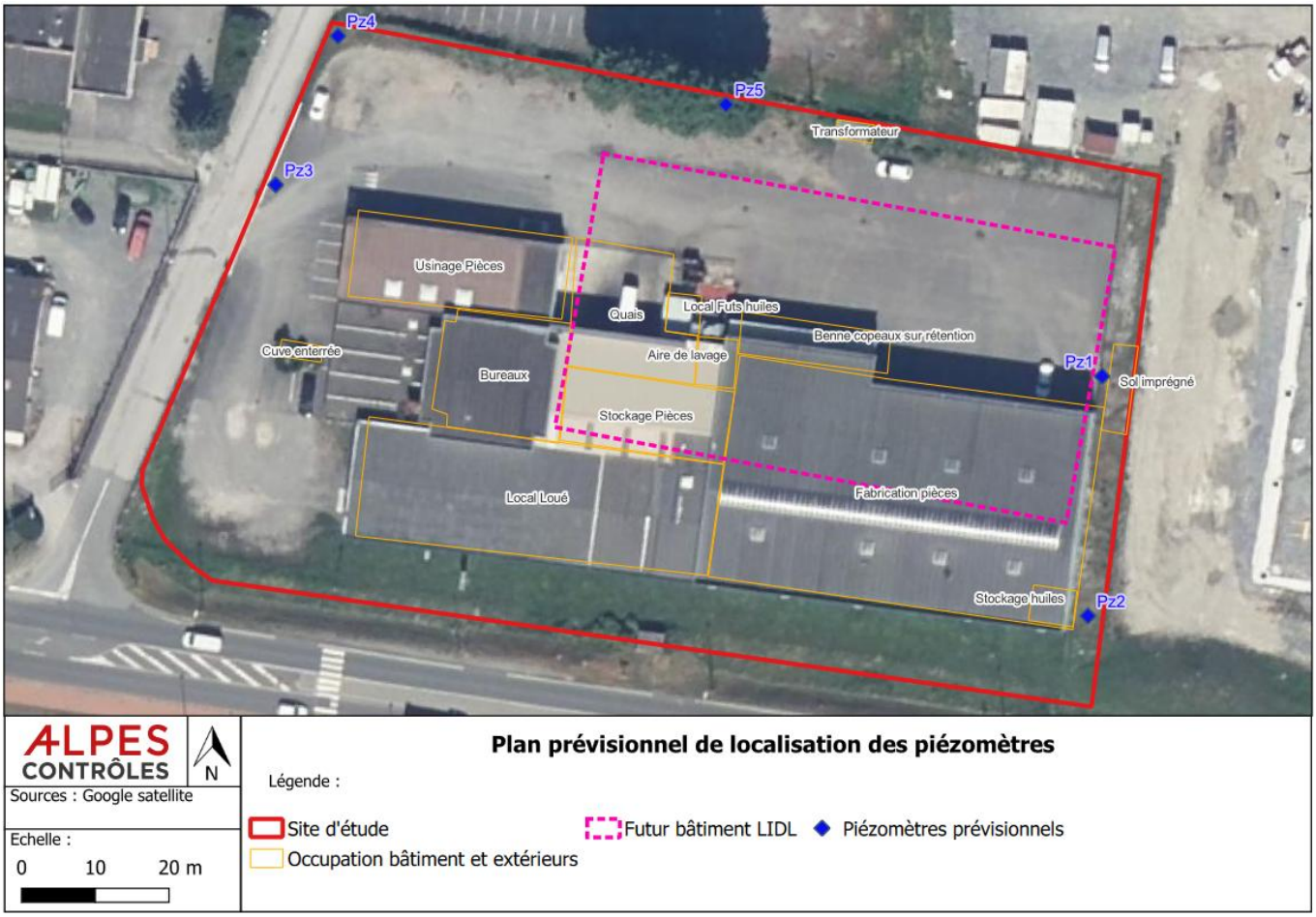
Pour les eaux souterraines :

Il est prévu la mise en place d'un réseau piézométrique au droit du site avec la mise en place de 3 piézomètres à 6m de profondeur. La profondeur de tube plein et de tube crépiné sera à adapter en fonction des indices relevés sur le terrain. La réalisation des piézomètres sera menée selon les exigences de la norme NF X 31-614.

Les piézomètres seront prélevés à minima 24h après la pose de ceux-ci.

Suite à des échanges avec la DREAL, l'implantation des piézomètres a été modifiée. Leurs nouvelles implantations figurent ci-dessous :

*Figure 13 : Implantation prévisionnelle des piézomètres validée par la DREAL*




Les prélèvements sur les eaux souterraines seront réalisés conformément aux exigences de la norme NF X 31-615 et selon les recommandations de la norme NF X 31-620-2. Les fiches de prélèvements présentant l'ensemble des relevés, mesures et observations collectés lors de l'échantillonnage devront être fournis.
Les piézomètres seront prélevés dans l'ordre : amont hydraulique puis ceux en aval hydraulique.
En complément des échantillons, il doit être réalisé un blanc de terrain (site) et un blanc de transport.

Les analyses à réaliser au droit des 5 échantillons d'eaux souterraines et des blancs sont : HCT C10-C40, COHV, 8 ML.

Pour les gaz de sol – Air sous-dalle :
Les prélèvements de gaz du sol seront réalisés conformément à la norme NF ISO 18400-204 (Juillet 2017) et au guide pratique pour la caractérisation des gaz du sol et de l'air intérieur en lien avec une pollution des sols et/ou des eaux souterraines, BRGM/INERIS n°RP-65870-FR / INERIS-DRC-16-156183-01401A, version3.0 du 25/11/2016.

En complément des échantillons, il a doit être réalisé un blanc de terrain (site) et un blanc de transport.

Les analyses à réaliser au droit des 4 échantillons de gaz de sol et des blancs sont : TPH C5-C16, BTEXN, COHV.

## 4.5. RAPPORT DIAG ET PLAN DE GESTION – G ENVIRONNEMENT DU 15/05/2025

Ces éléments sont présentés dans le rapport : Diagnostic de pollution et Plan de gestion PG – G ENVIRONNEMENT – Affaire 4889 – Référence Aff 4889-Rap V0 AM chrono 2025.05.15.

Les investigations réalisées du 02/04/2025 au 05/04/2025 sont :

- 13 sondages, nommés CX m, où X correspond au numéro du sondage ;
- 1 sondage, nommé T1, qui correspond au sondage réalisé au droit de la zone de sol imprégné ;
- La pose de 5 nouveaux piézomètres (Pz1 à Pz5), d'une profondeur de 6 m, dans la nappe alluviale de l'Arve ;
- 6 prélèvements d'air sous dalle ;
- 2 prélèvements de gaz du sol dans un piézair de 1,5 m de profondeur.

D'une manière générale, il a été mis en évidence :

- La présence de terrains constitués de matériaux fins en surface (mélange de limons et de sables fins) suivis d'un horizon plus grossier composé de sables et de graviers saturés en eau ;
- La granulométrie montre que les terrains en surface ne sont pas favorables au dégazage (lithologie fine),
- La présence d'impacts notables en hydrocarbures au droit des zones suivantes :
    - Sols imprégnés de couleur noir à l'est de la parcelle
    - Aire de lavage des métaux ;
    - Zone de stockage d'huiles ;
    - Dans le local loué par le passé et imbibé d'huile ;
    - A l'est du transformateur existant.
- La présence d'impacts notables en COHV, principalement concentrés dans la partie centrale de la parcelle qui est concernée par l'activité de travail des métaux. Les composés dominants sont le trichloroéthylène et ses produits de dégradation (cis-1,2- dichloroéthylène et le trans-1,2-Dichloroéthylène). Le chlorure de vinyle est trouvé au droit de l'aire de lavage des métaux uniquement ;
- La présence d'une nappe vers 2,5 – 3 m/sol présentant un sens d'écoulement du sud-est vers le nord-ouest. Celle-ci a mis en évidence :
    - La présence généralisée cis-1,2- dichloroéthylène dans les eaux de la nappe. Les concentrations les plus élevées se trouvent dans les ouvrages situés en position latérale et aval hydraulique ;
    - La présence généralisée du TCE dans les eaux souterraines. Les teneurs importantes se trouvent dans les ouvrages situés en position latérale et aval hydraulique ;
    - Un impact ponctuel en chlorure de vinyle se trouve dans le piézomètre situé en position latérale hydraulique ;
    - Un impact ponctuel mais important en hydrocarbures au sud-ouest de la parcelle, en position latérale hydraulique.

- Des dépassements des valeurs de référence dans les gaz de sol. Les substances concernées sont : le benzène, les hydrocarbures aliphatiques C10-C12 et les COHV (trichloroéthylène et le cis-1,2-dichloroéthylène).

L'ensemble des données disponibles a permis de délimiter les zones de pollution concentrée, impliquant un traitement qui a été dimensionné dans le cadre du présent plan de gestion.
Les zones de pollution concentrées ont été délimitées selon les seuils suivants :

- 3 000 mg/kg en HCT C10-C40 ;
- 6 mg/kg en COHV.

Un bilan coût-avantages des techniques de traitement disponibles a été effectué. Ainsi, les solutions les mieux notées pour chaque zone sont :

- Scénario 1 : excavation et évacuation hors site jusqu'à 4 m de profondeur, en période de basses eaux, associé à un traitement de la zone saturée par extraction multiphase. Le budget prévisionnel pour ce scénario est 475 et 989 k€ HT (Hors TGAP)
- Un second scénario est envisageable. Il s'agit du venting/bioventing en zone non saturée, associé à l'extraction multiphasique. Ce système, présente l'avantage d'être moins onéreux mais il reste chronophage. Néanmoins, il peut être mis en place sur un site en cours d'activité. Le budget prévisionnel pour ce scénario est 247 – 613 k€ HT.

L'analyse des risques résiduels réalisée montre l'absence de risque sanitaire pour le scénario de type inhalation de substances volatiles émises par les sols pollués pour les cibles retenues (client enfant et adulte, salarié du magasin).
Ainsi, les recommandations formulées par G Environnement sont les suivantes :

- Pomper et évacuer les huiles actuellement retenues sous le groupe froid ;
- Le stockage des huiles selon la bonne règle et leur évacuation hors site par des prestataires qualifiés, si nécessaire ;
- Procéder au nettoyage des huiles recouvrant la dalle béton du site
- Réaliser une surveillance de l'état des milieux, avant, pendant et après travaux ;
- La réalisation des essais pilotes afin de :
    - Confirmer le choix d'une des deux propositions de travaux de réhabilitation présentées ci-avant, sachant que le scénario 1 est actuellement privilégié sur la base du critère délai ;
    - Préciser le dimensionnement des travaux de dépollution à réaliser ;
    - Actualiser le plan de gestion avec les nouvelles données.
- Mettre en œuvre les mesures constructives ainsi que les restrictions d'usage présentées dans ce plan de gestion ;
- En phase travaux, respecter les bonnes pratiques inhérentes à ce type de chantier : port d'EPI (gants, tenues de travail spécifiques, chaussures de sécurité, lunettes, si nécessaire masque à poussières type FFP3, etc.) et mise en place d'EPC et de méthodes de travail adéquates (arrosage des pistes, bâchage des camion-benne, nettoyage des voiries, etc.) ;

- La réalisation d'une attestation ATTES-ALUR prévue à l'article R 556-3 du Code de l'Environnement à joindre au dossier de demande de permis de construire ;
- Le site étant classé ICPE pour une rubrique listée à l'article R. 512-66-3 du code de l'environnement, l'établissement d'une attestation de mise en sécurité, dite ATTES-SECUR est nécessaire pour la cessation d'activité du site.

## 4.6. RAPPEL DES CONTAMINATIONS EN PLACE

Les précédentes investigations ont montré :

Pour les sols :

- La présence d'impacts notables en HCT C10-C40 au droit de :
    - l'aire de lavage des copeaux,
    - la zone de stockage d'huiles,
    - le local loué par le passé et imprégné d'huiles,
    - au droit d'une zone à l'Est où les sols sont imprégnés et où du démontage de véhicules aurait été réalisé,
    - au droit d'une zone au Nord.
- La présence d'impacts notables en COHV (TCE, 1,2-DCE) au droit de l'aire de lavage des copeaux et les bennes de stockage de copeaux.

Pour les eaux souterraines :

- La présence d'une nappe vers 2,5-3m de profondeur / sol ;
- Un écoulement orienté vers le Nord-Ouest en accord avec la rivière de l'Arve située à proximité ;
- La présence d'impacts notables en COHV (CV, 1,2-DCE, TCE) au droit des ouvrages Pz3 et Pz4 situés respectivement en position latéral et aval hydraulique.
- La présence d'impacts en métaux lourds (Ni, As, Pb) au droit de l'ensemble des ouvrages.
- La présence d'impact notable en HCT C10-C40 au droit de Pz3 situé en position latérale hydraulique.

Pour les gaz de sol :

- La présence d'impacts notables en benzène au droit de Pza1 (benne copeaux) et ASD3 (atelier)
- La présence d'impacts notables en TPH aliphatiques C10-C12 au droit de ASD2 (aire de lavage) et ASD3 (atelier)
- La présence d'impacts notables en 1,2-DCE au droit de Pza1 (benne copeaux)
- La présence d'impacts notables en TCE au droit de Pza1 (benne copeaux), ASD2 (aire de lavage) et ASD4 (zone louée).

# 5. PROJET D'AMENAGEMENT DU SITE ET HYPOTHESES D'AMENAGEMENT

L'ensemble des constructions présentes sur le site seront démolies.
Le projet d'aménagement consiste en la construction d'un supermarché LIDL en R+1, sans sous-sol. Le bâtiment occupera une surface d'environ 3 300 m² et comprendra : la surface de vente, les bureaux, les pièces de vies, les locaux techniques… Le reste de la parcelle sera aménagé avec des voiries en enrobé, des places de stationnement et des espaces verts.

L'établissement est créé de toute pièce. Il comportera 2 niveaux :

- un RDC (rez-de-chaussée) comprenant un parking couvert, un hall d'entrée et des locaux techniques
- un R+1 (premier étage) comprenant la surface de vente LIDL ainsi que des réserves avec chambres froides, des locaux techniques et des locaux sociaux.

La distribution intérieure sera réalisée comme suit :

- RDC - Parking :
  - Locaux accessibles au public : parc de stationnement intérieur de 2 157,27 m², 2 SAS de 10,30 m² et de 11,24 m², un hall d'entrée (ZAS) de 232,81 m² ;
  - Locaux non accessibles au public : des locaux techniques de 41,05 m², un local ménage de 8,25 m² ;
- R+1 - Vente :
  - Locaux accessibles au public : une surface de vente règlementaire de 1 812,46 m², un WC PMR de 6,13 m², un sas consigne de 11,42 m² ;
  - locaux non accessibles au public : un laboratoire (local préparation pain) de 50,36 m², une chambre froide de 63,39 m², une réserve 24h de 256,04 m², une réserve 3 (presse à balle) de 50,82 m², une réserve F&L (fruits et légumes) de 58,07 m², un local consigne de 43,64 m², un espace d'attente sécurisé de 8,97 m², des locaux sociaux (un dégagement sociaux de 47,55 m² et un dégagement IS de 6,11 m², un local passation commande de 22,75 m², un local repos de 27,57 m², des vestiaires femmes de 9,16 m² et homme de 7,80 m², des WC réservés au personnel de 9,45 m²).

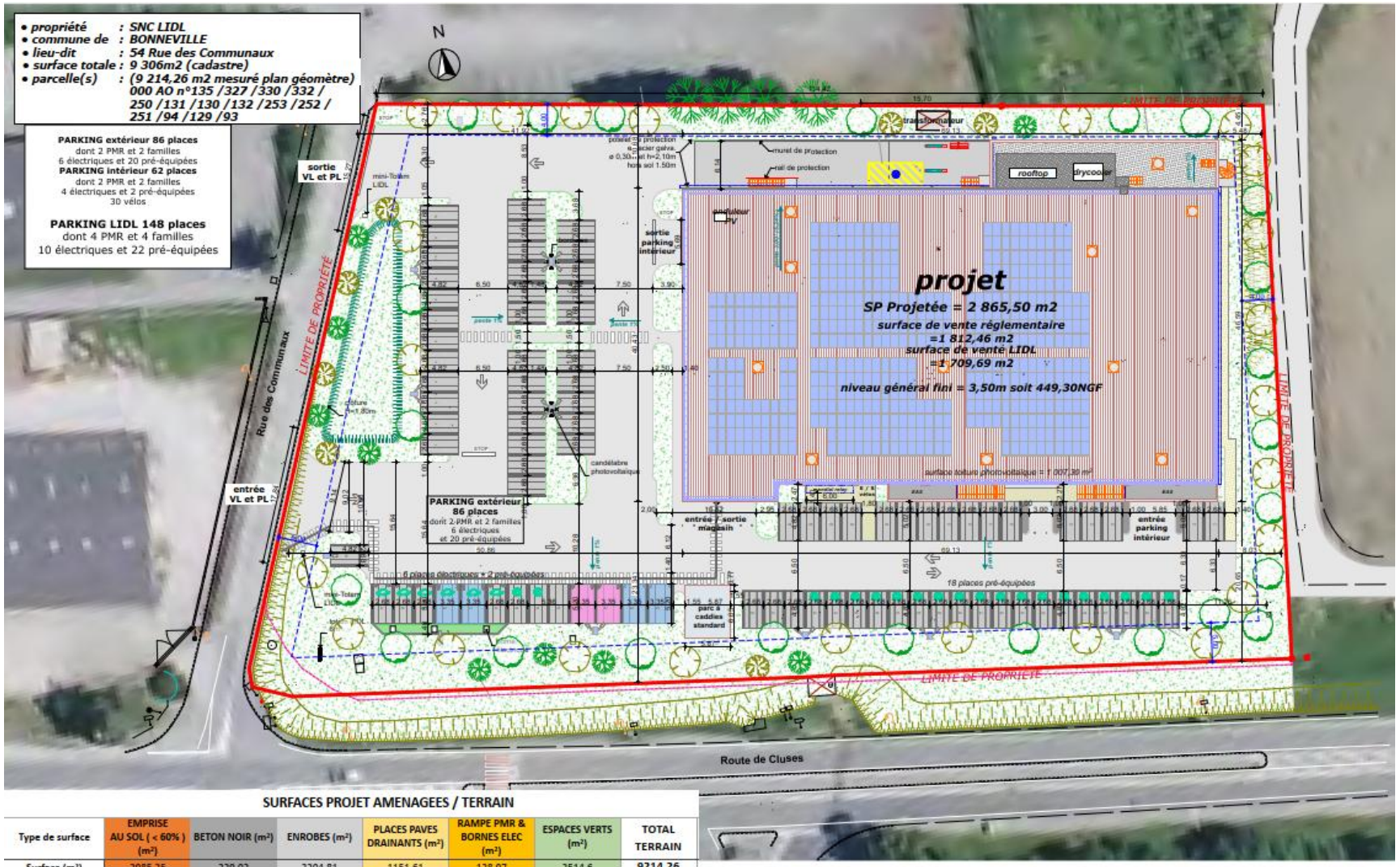
Le projet peut se caractériser par les éléments suivants :

- Création d'une surface de vente alimentaire en reprise d'une friche industrielle, par une extension de 9949,5 m², passant de 813 m² à 1 812,5 m² de surface de vente.
- Transfert et modernisation d'un commerce vieillissant avec la création d'un commerce LIDL nouvelle génération : concept de magasin « éco-responsable » en R+1, permettant de réduire l'étalement et donc une économie de foncier et limite de l'imperméabilisation
- Bâtiment en R+1 avec l'installation de panneaux photovoltaïques en toiture du magasin d'une surface de 1 007,3 m², soit 35,4% de la toiture du point de vente (2 843,2 m²).

- Création d'un parc de stationnement d'un total de 148 places avec un parking intérieur au RDC sous le magasin de 62 places de stationnement et un parking extérieur de 86 places et de 2 abris vélos à l'intérieur du bâtiment.
- Une désimperméabilisation du site importante. Le projet compte 86 places perméables en pavés drainants (qui représentent une surface de 1 146,2 m2). C'est ainsi la totalité des places extérieures qui sont concernées par ce type de revêtement.
- Développement et création de 944,1 m² d'espaces verts, passant de 1 579,4 m² à 2 523,3 m² (soit 27,4% du foncier) permettant une désimperméabilisation du terrain. Ainsi que la préservation de 4 arbres à haute tige existants et la plantation de 46 nouveaux arbres à haute tige. Soit un total de 50 arbres contre 4 actuellement seront recensés après projet. Les espaces libres de construction seront aménagés en espaces verts.
- Création d'un bâtiment performant et vertueux avec notamment la lumière à l'intérieur du magasin est 100% LEDS : « Full LED ». Sans oublier, les différents dispositifs permettant l'apport de lumière naturelle.

Le plan de masse projet figure ci-dessous.

*Figure 14 : Plan général de projet d'aménagement du site d'étude*




**SURFACES PROJET AMENAGEES / TERRAIN**

| Type de surface | EMPRISE AU SOL ( < 60% ) (m²) | BETON NOIR (m²) | ENROBES (m²) | PLACES PAVES DRAINANTS (m²) | RAMPE PMR & BORNES ELEC (m²) | ESPACES VERTS (m²) | TOTAL TERRAIN |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Surface (m²) | 2985,25 | 229,02 | 2204,81 | 1151,61 | 128,97 | 2514,6 | 9214,26 |
| % du terrain | 32,40 % | 2,49 % | 23,93 % | 12,50 % | 1,40 % | 27,29 % | 100,00 % |

*Figure 15 : Plan du RDC 1:200*

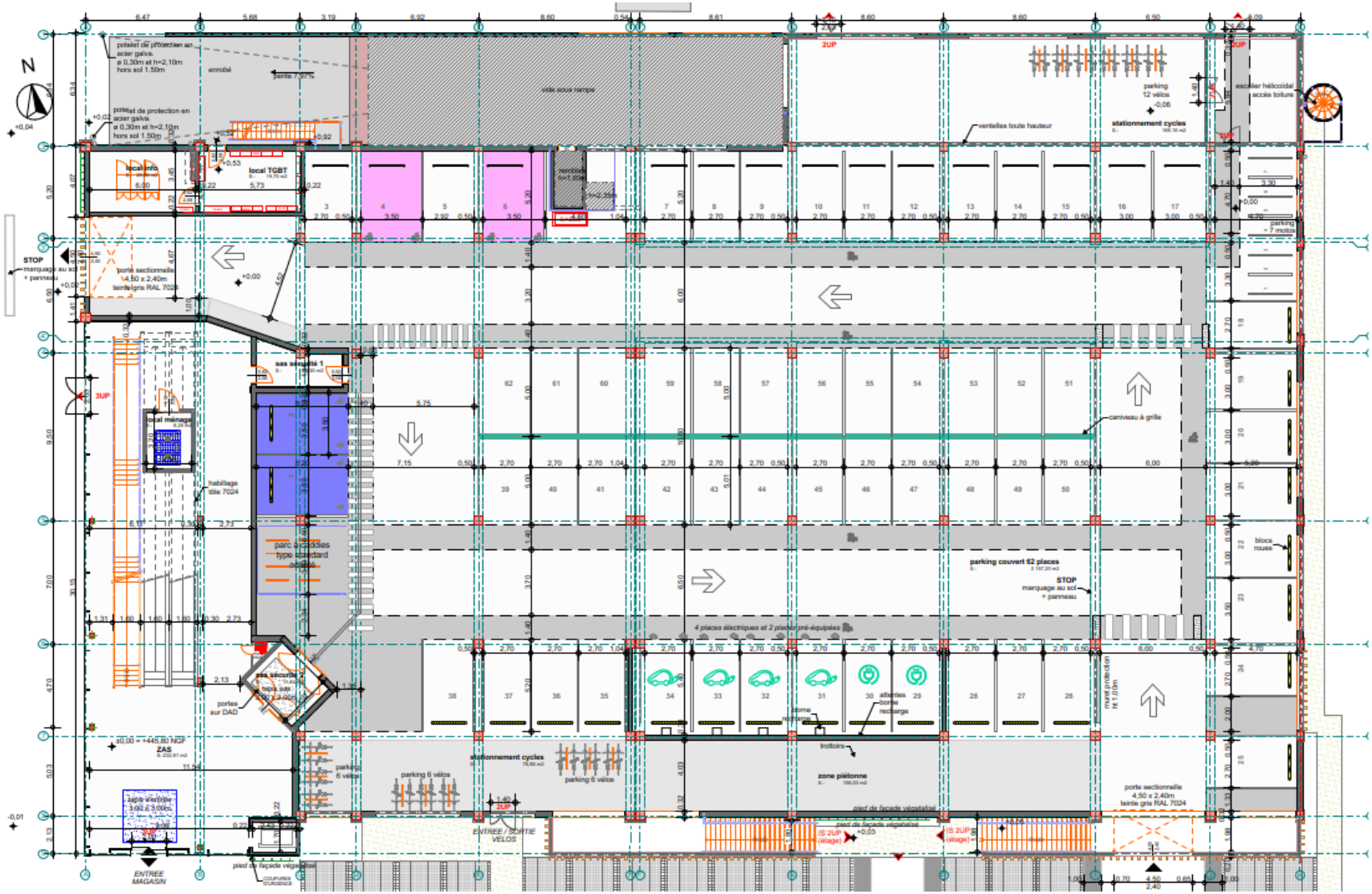
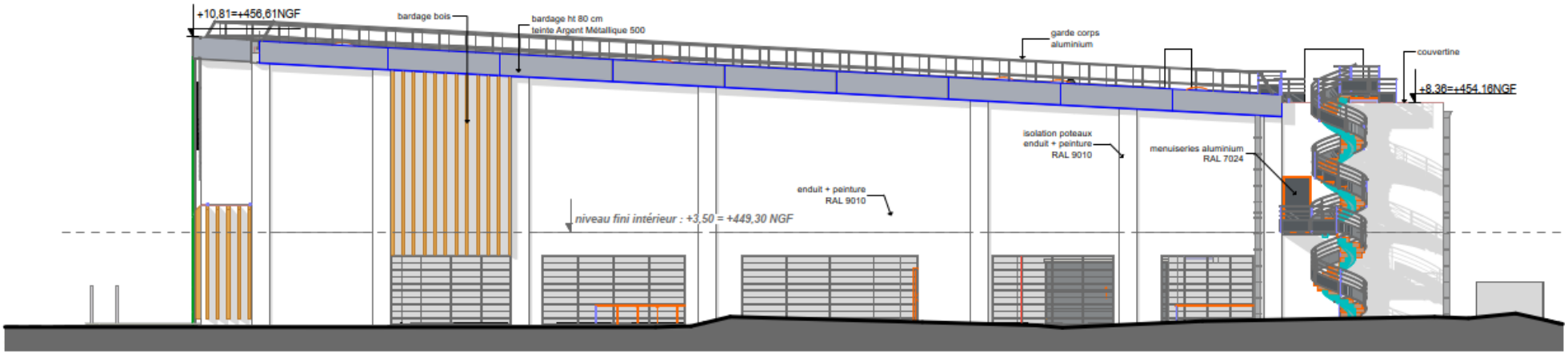
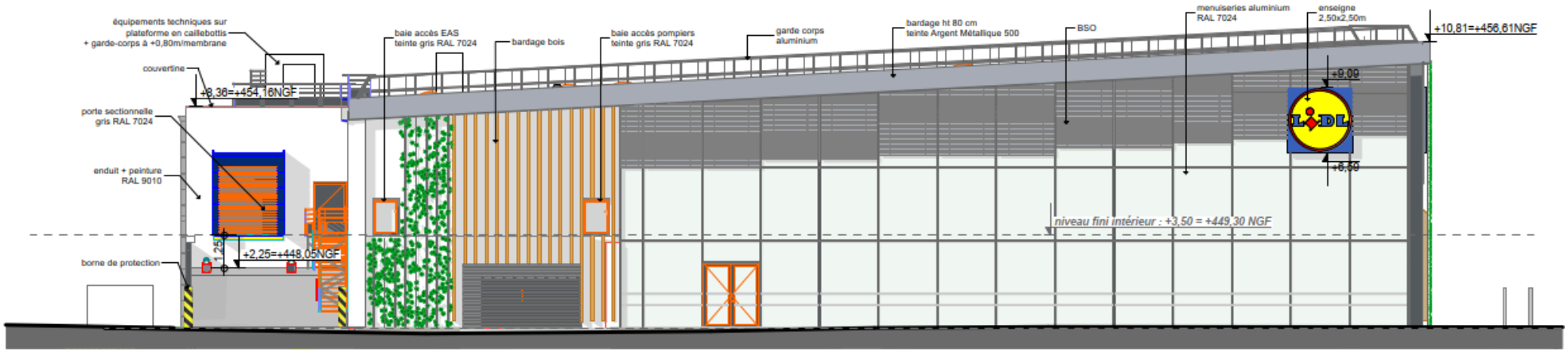


*Figure 16 : Plan des façades*




façade EST 1:150




façade OUEST 1:150

# 6. DETERMINATION DES POLLUTIONS CONCENTREES

L'objectif est de déterminer un seuil de coupure « théorique » par polluant, au-dessus duquel il serait intrinsèquement intéressant de traiter ces sols en retirant un maximum de la masse de polluant, tout en ne traitant qu'un volume de sol limité. Ces seuils de coupure sont évalués indépendamment de la mobilité des polluants, des techniques de dépollution disponibles et des usages du site ainsi que des aménagements actuels ou futurs, des objectifs de qualité des milieux, des risques sanitaires et des aspects financiers.

Afin d'atteindre cet objectif, la méthodologie recommande de se baser sur les constats de terrain et indices organoleptiques et de compléter par l'utilisation d'une méthode d'interpolation cartographique et la réalisation d'un bilan massique.

## 6.1.1. Constats de terrain et indices organoleptiques

Le tableau ci-après reprend les sondages des diagnostics menés par G Environnement au droit du site et pour lesquels des indices organoleptiques ont été observés. Il n'est repris que les impacts en hydrocarbures (HCT, HAP) et en COHV (TCE, PCE, 1,2-DCE, CV).

En effet, pour les autres détections (ML, PCB, BTEX), les détections sont faites au droit des impacts notables en HCT C10-C40 ou en COHV. Ces matériaux seront donc bien pris en charge. De plus, les teneurs en présence ne sont pas associées à des pollutions concentrées.

*Tableau 23 : Synthèse des relevés de terrain au regard des résultats analytiques pour les composés potentiellement volatils*

| Rapport | Echantillon prélevé | Sources potentielles associées | Lithologie | Valeur PID | Observations terrains | Impacts identifiés (mg/kg) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| INFOS/DIAG 15/05/2022 | ES6 0,6-1,5m | Aire de lavage des copeaux | Remblais + Limons | Non mesuré | Odeurs hydrocarbures | TCE 0,16 ; 1,2-DCE 130 ; CV 0,1 ; HCT 36000 |
| | PM5 0,6-1,8m | Limite sud-est du bâtiment côté extérieur | Argile | | Légère odeur hydrocarbures | TCE 0,09 ; 1,2-DCE 0,14 ; HCT 14000 |
| | ES9/PM5 0,6-1,8m | | Sable + grave | | Odeurs hydrocarbures | |
| | ES10/PM3 1,8-2,4m | Vers la limite nord du site (forte odeur d'hydrocarbure) côté est du transformateur | Sable + grave | | Forte odeurs hydrocarbures | HCT 10000 |
| Diagnostic complémentaire 08/09/2023 | S2 2,5-3m | Quai | Sable + graviers | Non mesuré | Odeurs hydrocarbures | TCE 0,07 ; 1,2-DCE 0,29 ; HCT 1300 |
| | S3 1,5-1,7m | | Argile limoneuse + graviers | | Odeurs + trace hydrocarbures | 1,2-DCE 0,42 ; HCT 970 |
| | S3 2,6-3m | | Limons sableux | | Odeurs + trace hydrocarbures | 1,2-DCE 0,63 ; HCT 7900 |
| | S6 2,1-3m | Atelier Nord-ouest | Limons argileux / sables | | Odeurs hydrocarbures | TCE 0,06 ; HCT 1400 |

| Rapport | Echantillon prélevé | Sources potentielles associées | Lithologie | Valeur PID | Observations terrains | Impacts identifiés (mg/kg) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | S8 1,6-1,7m | Atelier Sud-est | Limons | | Odeurs hydrocarbures | HCT 3300 |
| | S8 2,3-2,5m | | Limons | | Odeurs hydrocarbures | HCT 1800 |
| | S10 2,3-3m | Extérieur nord Proche benne à déchets | Limons argileux | | Odeurs hydrocarbures | TCE 0,07 ; 1,2-DCE 0,47 ; CV 0,2 ; HCT 570 |
| | S13 0,4-0,6m | Extérieur nord-ouest impact sondage S10 initial | Limons + graviers | | Odeurs hydrocarbures | HCT 3800 |
| | S13 2,1-2,6m | | Limons sableux | | Odeurs hydrocarbures | TCE 1,1 ; 1,2-DCE 3,2 ; HCT 8100 |
| Diagnostic complémentaire 07/04/2025 | C3 3,5-4m | Au nord des bennes à copeaux + impacts ES4/S10 | Sables + graviers | 0,9 | Couleur brune | TCE 0,13 ; 1,2-DCE 1,6 |
| | C4 1,4-2,9m | Au nord des bennes à copeaux et à proximité de la zone de rétention d'huiles + impacts ES4/S10 | Limons argileux, limons sableux | 0 | Traces noires + grises 2-2,9m | TCE 1,3-2,2 ; 1,2-DCE 0,41-6,2 ; HCT 310 |
| | C5 2,5-6m | Aire de lavage de copeaux + impacts S6 | Sable limoneux, sables graviers | 5,4-110 | Odeurs, Gris | TCE 0,22-0,25 ; 1,2-DCE 2,7-7,9 ; HCT 2000-5600 |
| | C6 2,5-4m | Zone grasse dans le local loué | Sables graviers | 1,6-1,7 | Odeurs, Gris | TCE 0,22-0,23 ; HCT 160-5100 |
| | C10 2,5-4m | Zone de stockage d'huiles + impacts S8 | Limons sableux argileux, Sables graviers | 0 | Odeurs, Gris | HCT 1200-3000 |
| | C11 1,15-5m | | Limons sableux, Sables graviers | 0,4-1,4 | Odeurs + gris 1,15-2,2m | HCT 1500-5300 |
| | T1 0-0,5m | Zone de sol imprégné au nord-est du bâtiment | Limons sableux à galets | 0,6 | Sol imprégné noir | HCT 37000 |

Toutes les valeurs ci-dessus sont données en mg/kg MS.

Les indices PID n'ont été mesurés que pour la dernière campagne de 2025. La teneur en PID maximale est identifiée au droit de C5 2-3m (110 ppm) où la concentration en HCT est de 5 600 mg/kg avec des concentrations significatives pour les HCT C10-C16 (718 mg/kg). Il est difficile de faire une corrélation avec ces données. Il semblerait que la présence d'odeurs soit en lien avec les impacts notables en hydrocarbures identifiés.

Néanmoins les indices PID restent relativement faibles malgré les impacts notables identifiés. Aucune corrélation n'est donc faite.

### 6.1.2. Interpolation cartographique

Des cartographies des niveaux d'isoconcentration ont été réalisées par interpolation des données disponibles pour les polluants problématiques (HCT C10-C40, TCE, 1,2-DCE).
La cartographie n'a pas été réalisée pour les impacts ponctuels en métaux lourds et les détections de BTEX et PCB. En effet, il sera préconisé un recouvrement ou revêtement des matériaux du site dans le cadre du plan de gestion.
Par ailleurs, les représentations graphiques ont été réalisées pour chaque polluant et par tranche de profondeur.
Pour l'ensemble des cartographies, il est important de considérer uniquement les résultats compris dans l'emprise du site matérialisée par le cadre rouge. En dehors de cette emprise, les résultats correspondent à des extrapolations réalisées par le modèle, faute de données disponibles.

#### 6.1.2.1 Pour les HCT C10-C40

Pour la tranche 0-1m, il est observé 2 types d'impacts :

- Des impacts notables pour ES6 0-1m (aire de lavage des copeaux) avec une concentration de 36000 mg/kg et au droit de T1 0-0,5m (zone imprégnée où du démontage de véhicules aurait été réalisé) avec 37 000 mg/kg.
- Des impacts notables mais plus faibles pour ES9 0-1m et ES10 0-1m avec des concentrations respectives de 14 000 et 10 000 mg/kg. Ces sondages sont situés respectivement au niveau de la zone extérieure Sud-Est et la zone extérieure au Nord où des odeurs d'hydrocarbures avaient été décelées par G Environnement

Pour la tranche 1-2m, ces mêmes impacts sont retrouvés sauf pour T1 où il y a eu un refus à 0,5 m du fait d'un prélèvement à la tarière manuelle.

Pour la tranche 2-3m, les impacts sont également retrouvés au droit de l'aire de lavage des copeaux (S3/C5 : 7900/5600 mg/kg), le local loué présentant une dalle imbibée (C6 : 5100 mg/kg) mais également au niveau de la zone extérieure Sud-Est (ES9) et la zone extérieure au Nord où des odeurs d'hydrocarbures étaient décelées (ES10). En effet, il y a eu un seul prélèvement entre 0-2,5m pour ces 2 sondages ES9 et ES10.

Pour la tranche 3-4m, les impacts au droit de l'aire de lavage de copeaux (C5) et la zone extérieure Sud-Est (ES9/C10 et C11) se prolongent avec des concentrations respectives de 3200 mg/kg, 2400 mg/kg et 1600 mg/kg.

Pour la tranche 4-5m, des impacts en HCT sont identifiés au droit de ces zones et ces mêmes sondages avec des concentrations respectives de 2000 mg/kg, 1200 mg/kg et 1500 mg/kg.

Pour la tranche 5-6m, un seul échantillon a été prélevé, C5 au droit de l'aire de lavage des copeaux et aucune concentration notable n'a été identifiée, seulement 130 mg/kg pour les HCT C10-C40. Aucune représentation cartographique n'a donc été réalisée.

*Figure 17 : Modélisation cartographique des impacts en HCT – Tranche 0-1m*

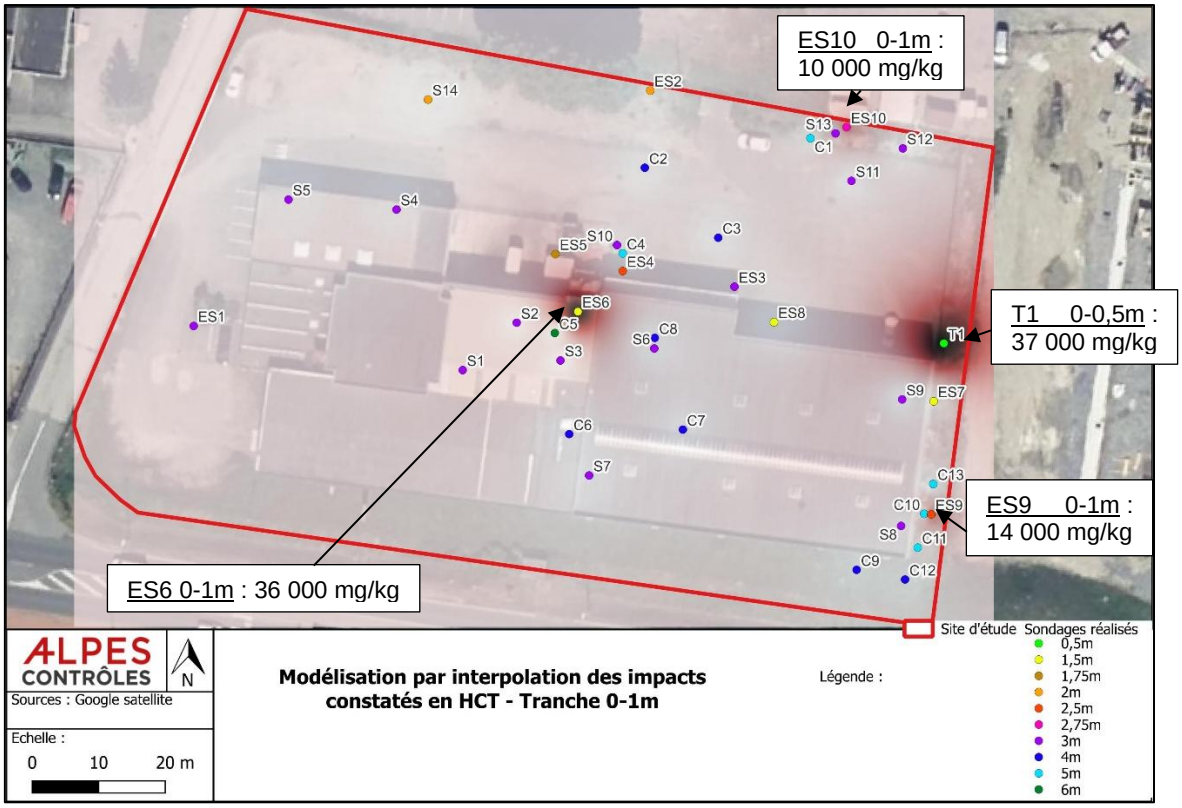



*Figure 18 : Modélisation cartographique des impacts en HCT – Tranche 1-2m*

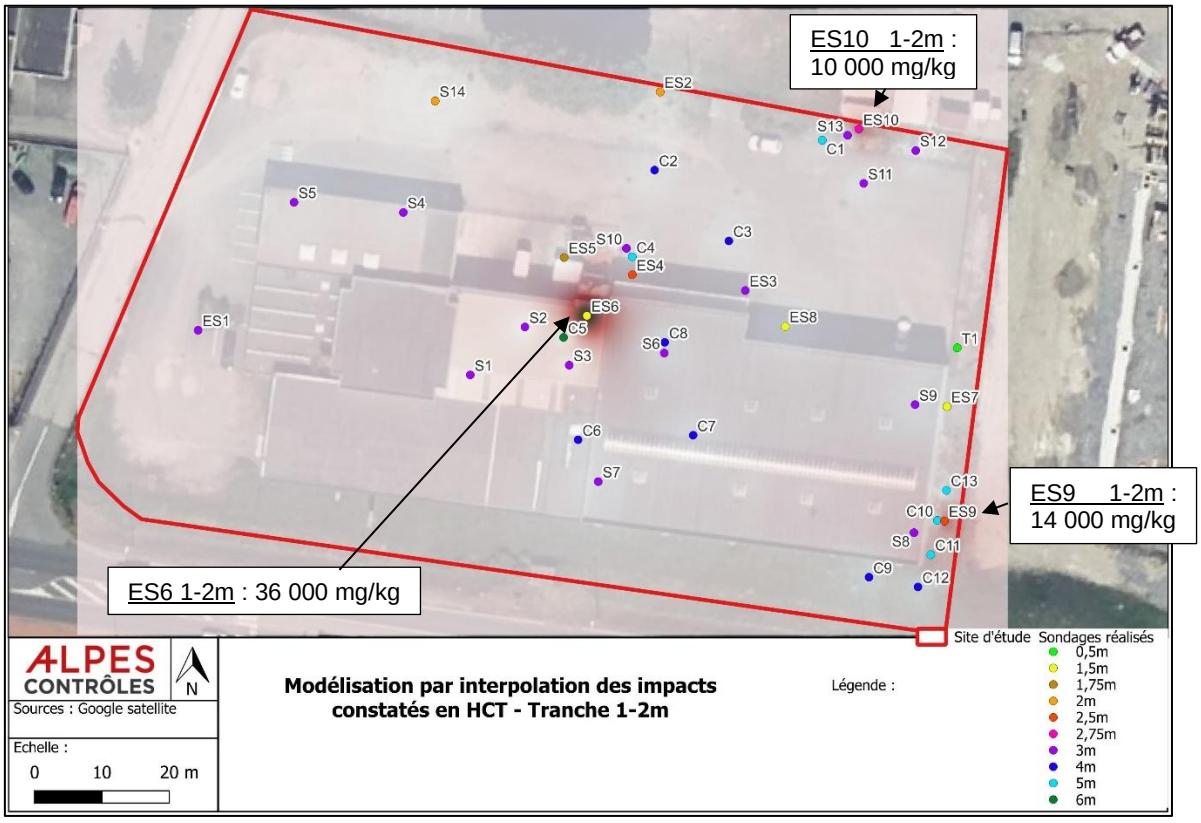


*Figure 19 : Modélisation cartographique des impacts en HCT – Tranche 2-3m*

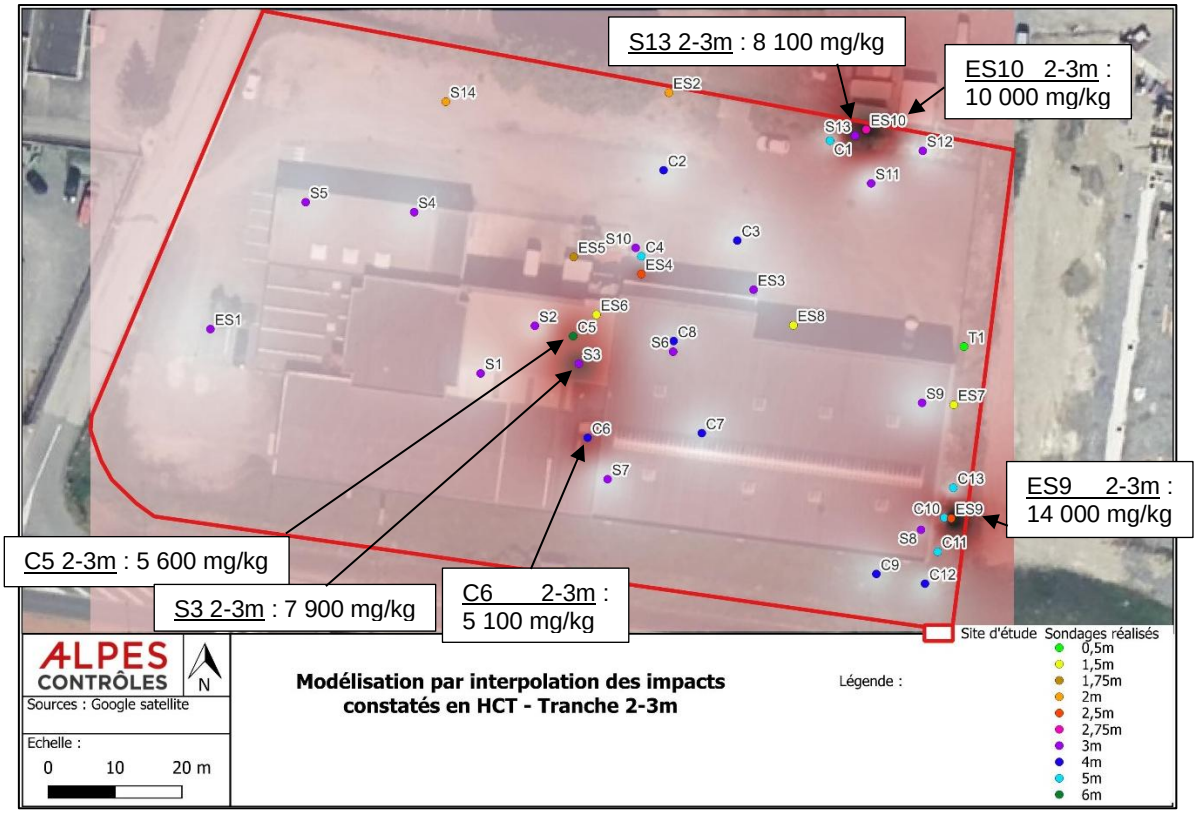



*Figure 20 : Modélisation cartographique des impacts en HCT – Tranche 3-4m*

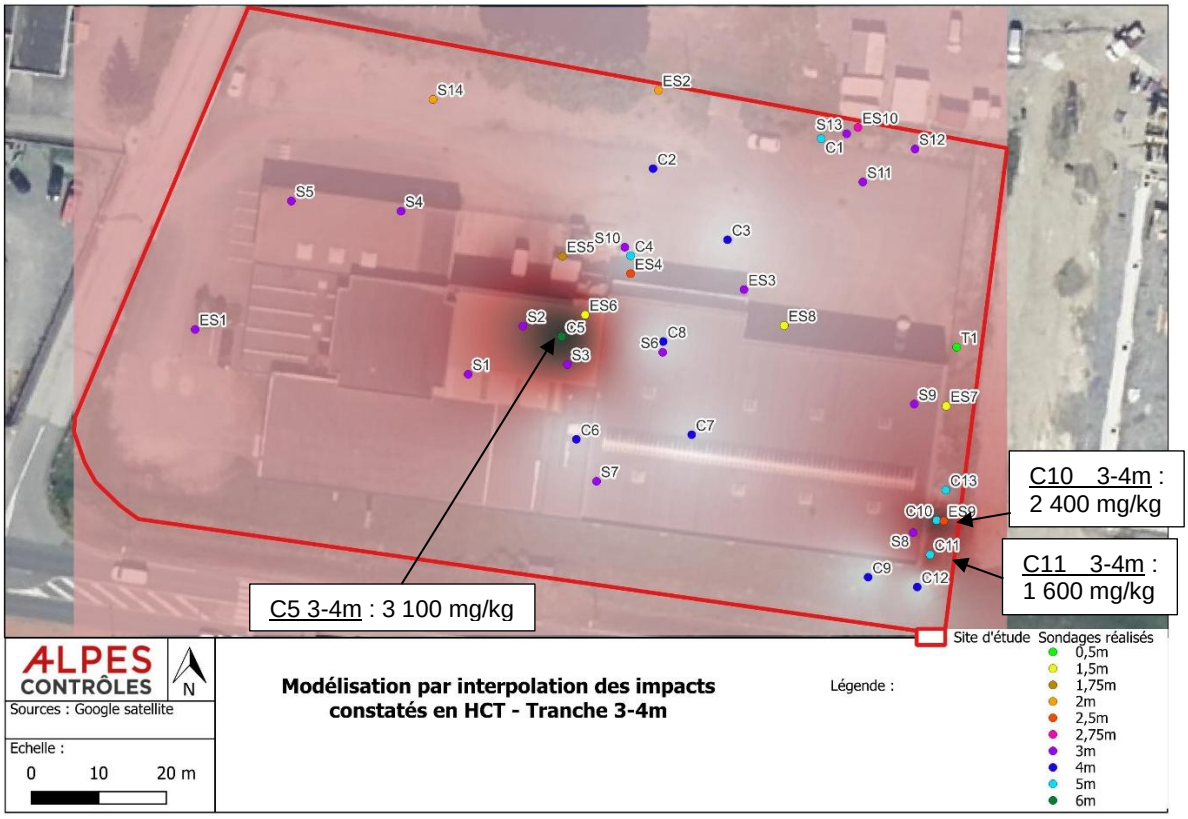
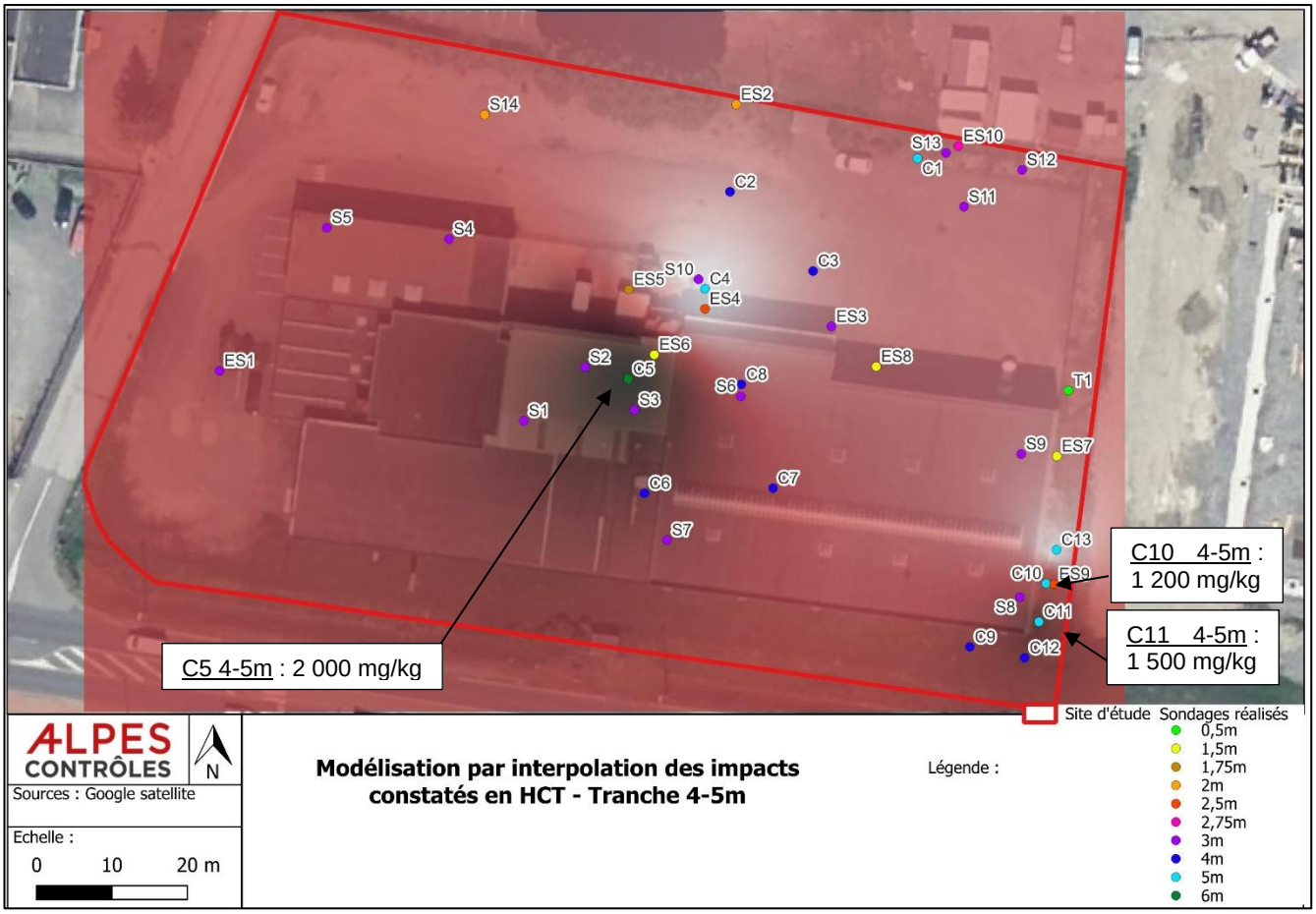


*Figure 21 : Modélisation cartographique des impacts en HCT – Tranche 4-5m*




### 6.1.2.2 Pour le TCE

Pour la tranche 0-1m, il est observé des impacts modérés au droit de l'aire de lavage des copeaux (C5 0,68 mg/kg), les bennes de copeaux (C4 0,73 mg/kg) et une zone extérieure Nord (ES2 0,41 mg/kg et S2 0-1m 0,39 mg/kg).

Pour les tranches 1-2m et 2-3m, seul un impact notable au droit des bennes de copeaux ES4 (85 mg/kg) est identifié.

Pour les tranches 3-4m et 4-5m, cet impact est retrouvé au droit de la même benne des copeaux pour le sondage C4 à une concentration de 2 mg/kg puis 0,57 mg/kg.

Pour la tranche 5-6m, un seul échantillon a été prélevé, C5 au droit de l'aire de lavage des copeaux et aucune détection n'a été faite. Aucune représentation cartographique n'a donc été réalisée.

*Figure 22 : Modélisation cartographique des impacts en TCE – Tranche 0-1m*

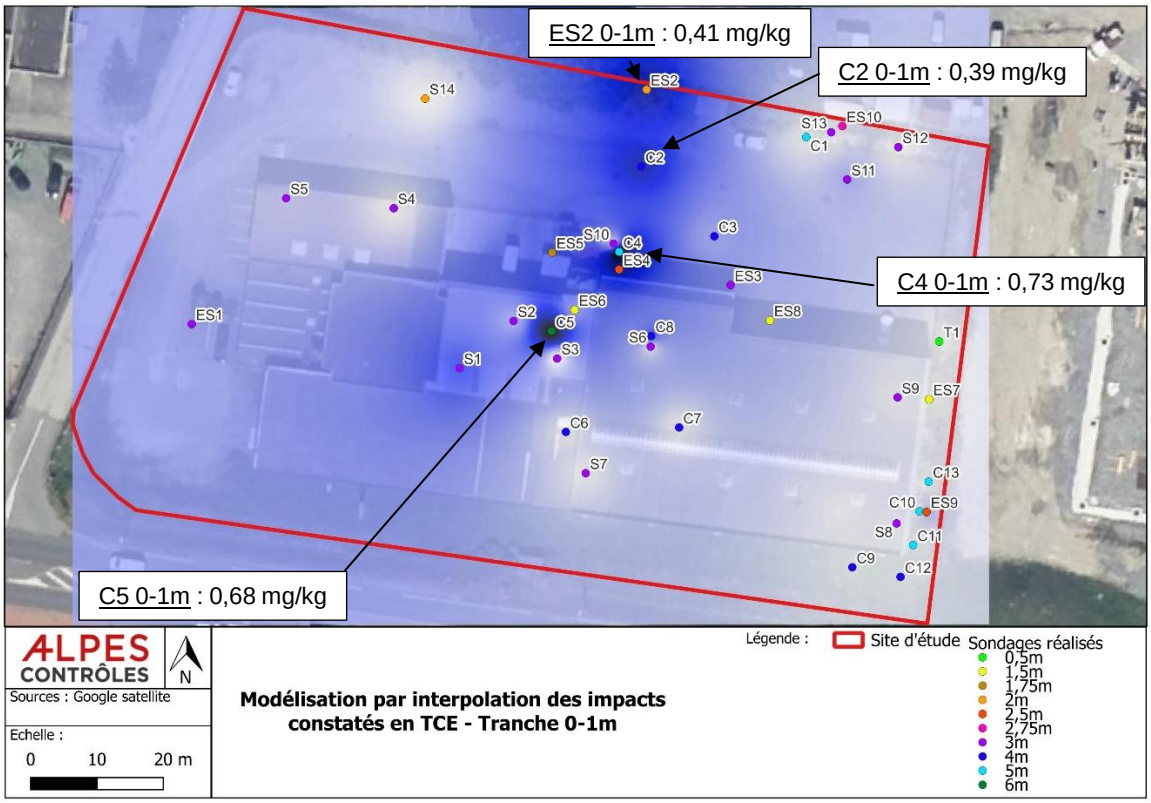



*Figure 23 : Modélisation cartographique des impacts en TCE – Tranche 1-2m*

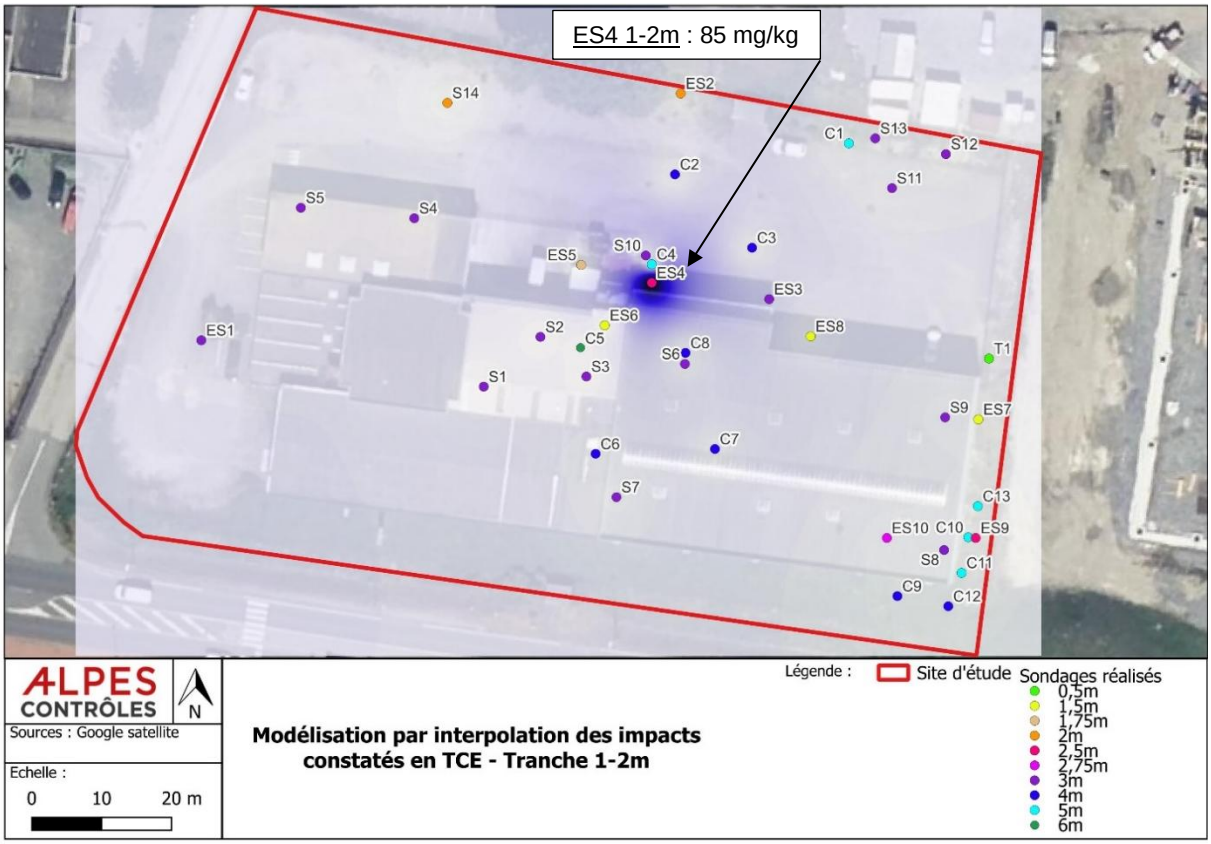


*Figure 24 : Modélisation cartographique des impacts en TCE – Tranche 2-3m*

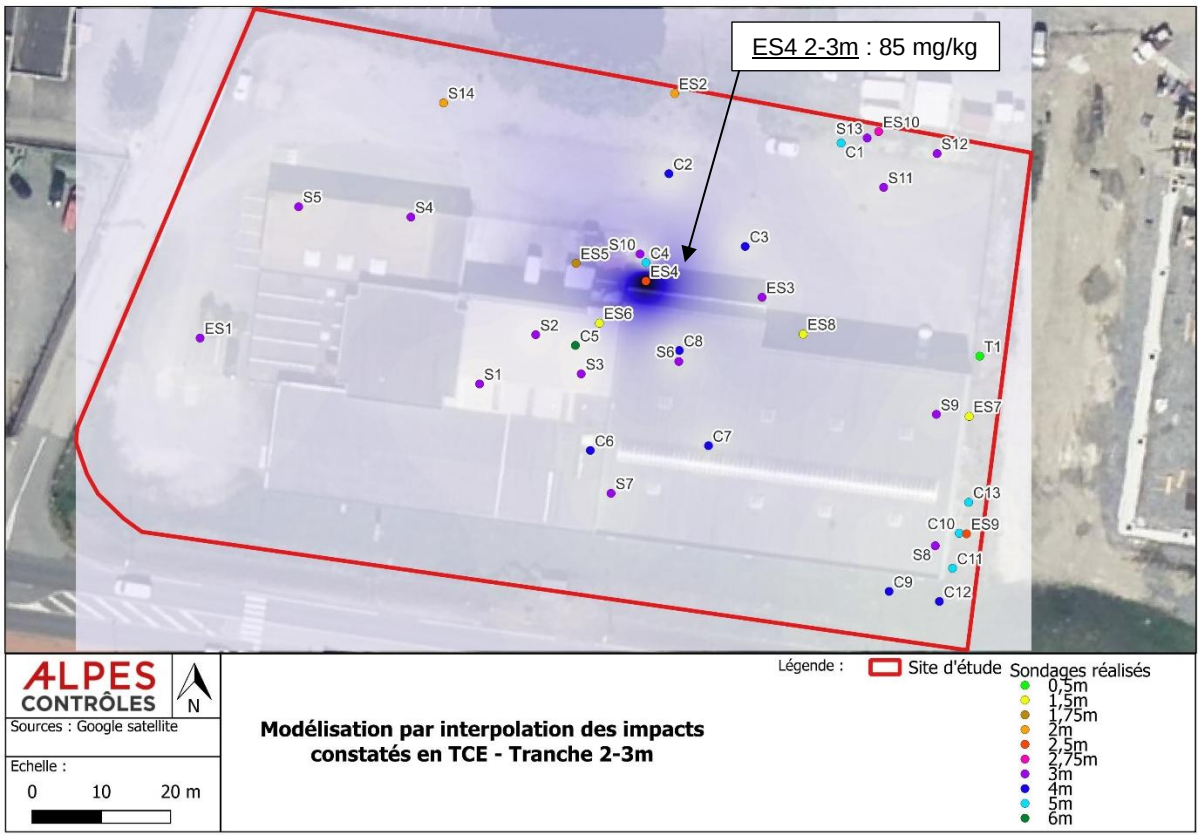



*Figure 25 : Modélisation cartographique des impacts en TCE – Tranche 3-4m*

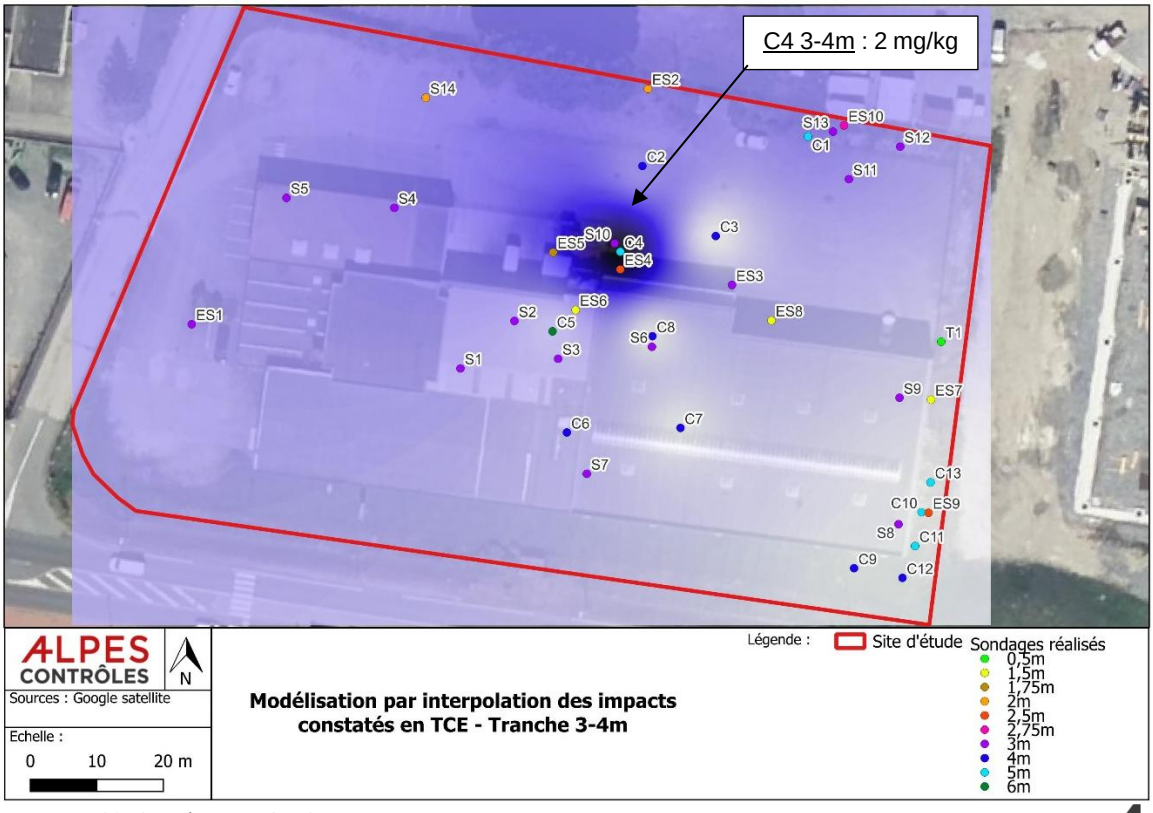
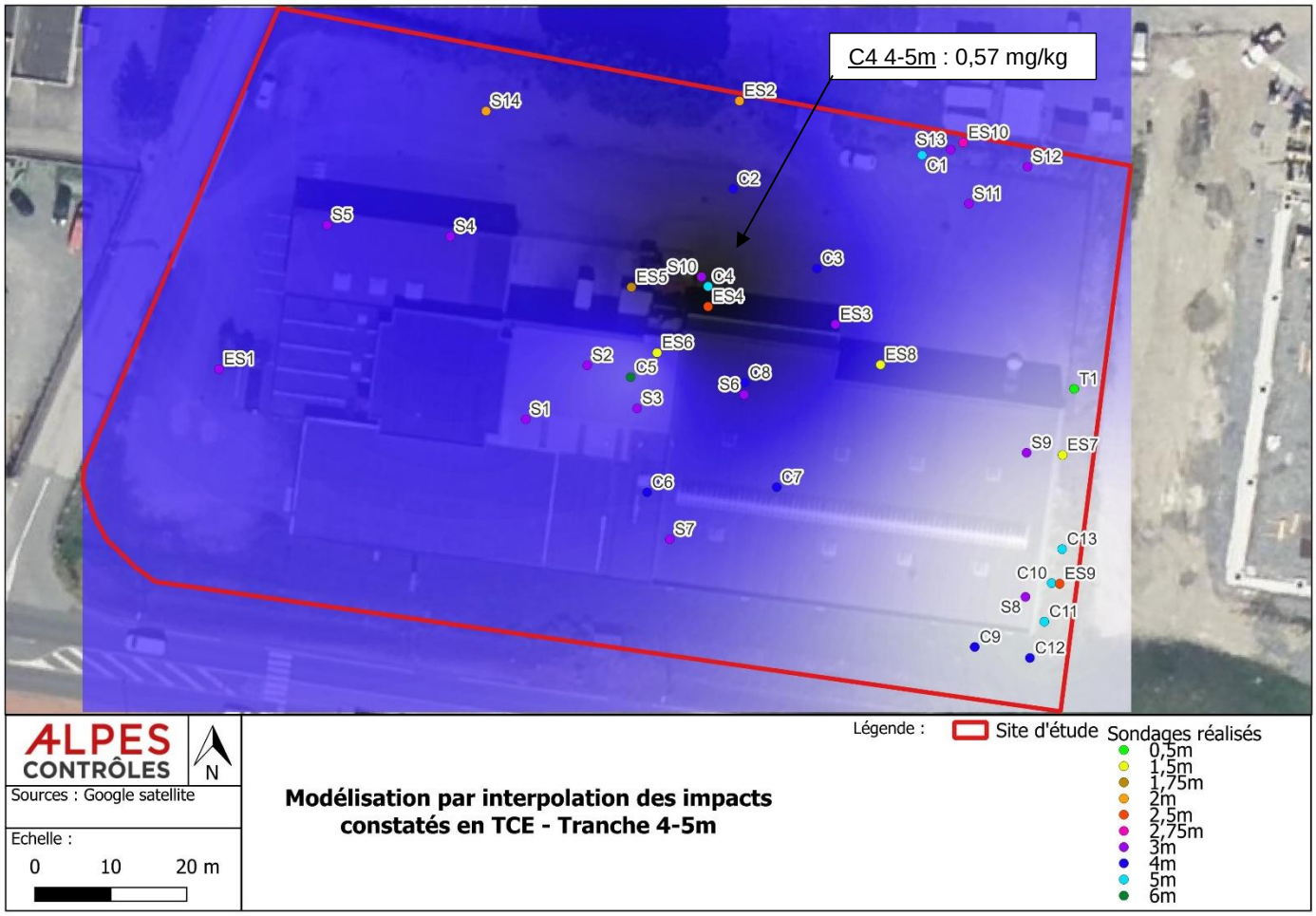


*Figure 26 : Modélisation cartographique des impacts en TCE – Tranche 4-5m*




### 6.1.2.3 Pour le 1,2-DCE

Pour la tranche 0-1m, il est observé un impact notable au droit de l'aire de lavage des copeaux (ES6 130 mg/kg).

Pour la tranche 1-2m, ce même impact est identifié ainsi qu'un impact au droit des bennes copeaux (ES4 43 mg/kg).

Pour la tranche 2-3m, seul un impact notable au droit des bennes de copeaux ES4 (43 mg/kg) est identifié.

Pour les tranches 3-4m et 4-5m, ces mêmes impacts sont retrouvés au droit des bennes copeaux (C4 11,23 puis 2,5 mg/kg) et de l'aire de lavage des copeaux pour le sondage C5 à une concentration de 8,27 mg/kg puis 3,3 mg/kg.

Pour la tranche 5-6m, un seul échantillon a été prélevé, C5 au droit de l'aire de lavage des copeaux et aucune détection n'a été faite. Aucune représentation cartographique n'a donc été réalisée.

*Figure 27 : Modélisation cartographique des impacts en 1,2-DCE – Tranche 0-1m*

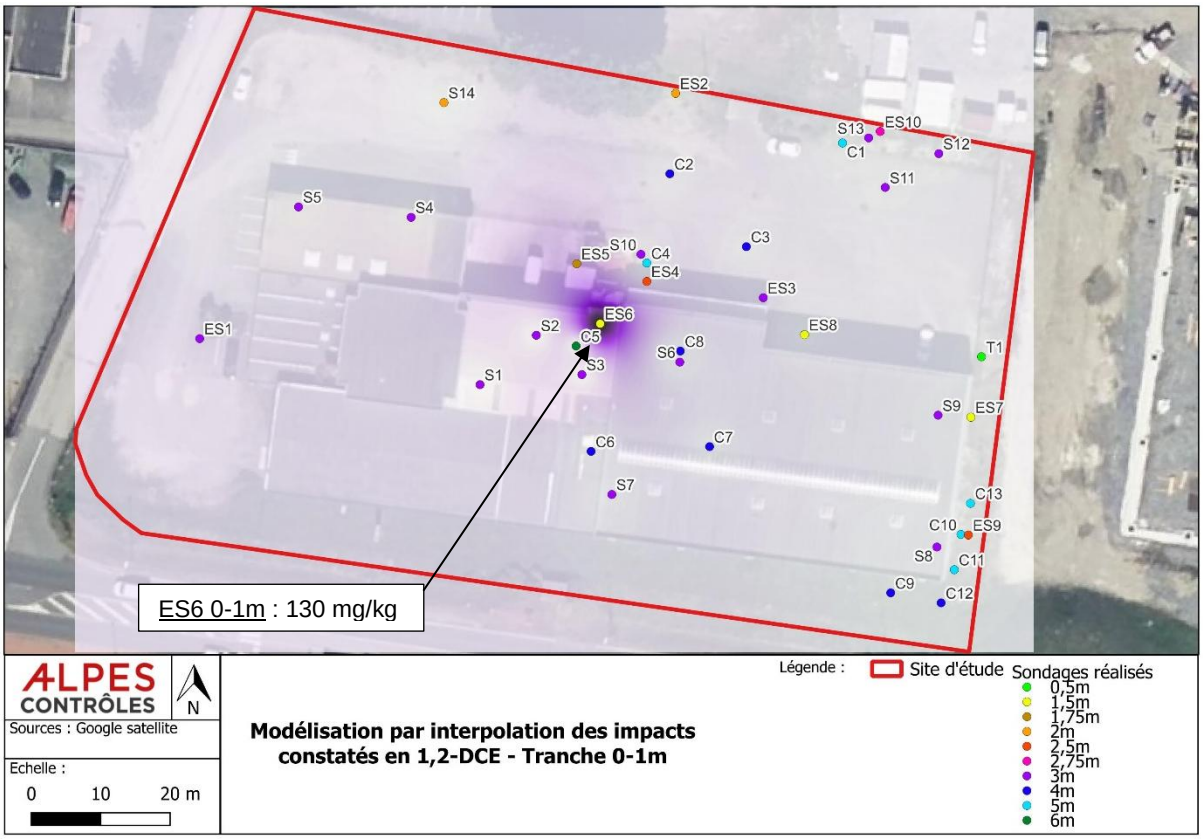



*Figure 28 : Modélisation cartographique des impacts en 1,2-DCE – Tranche 1-2m*

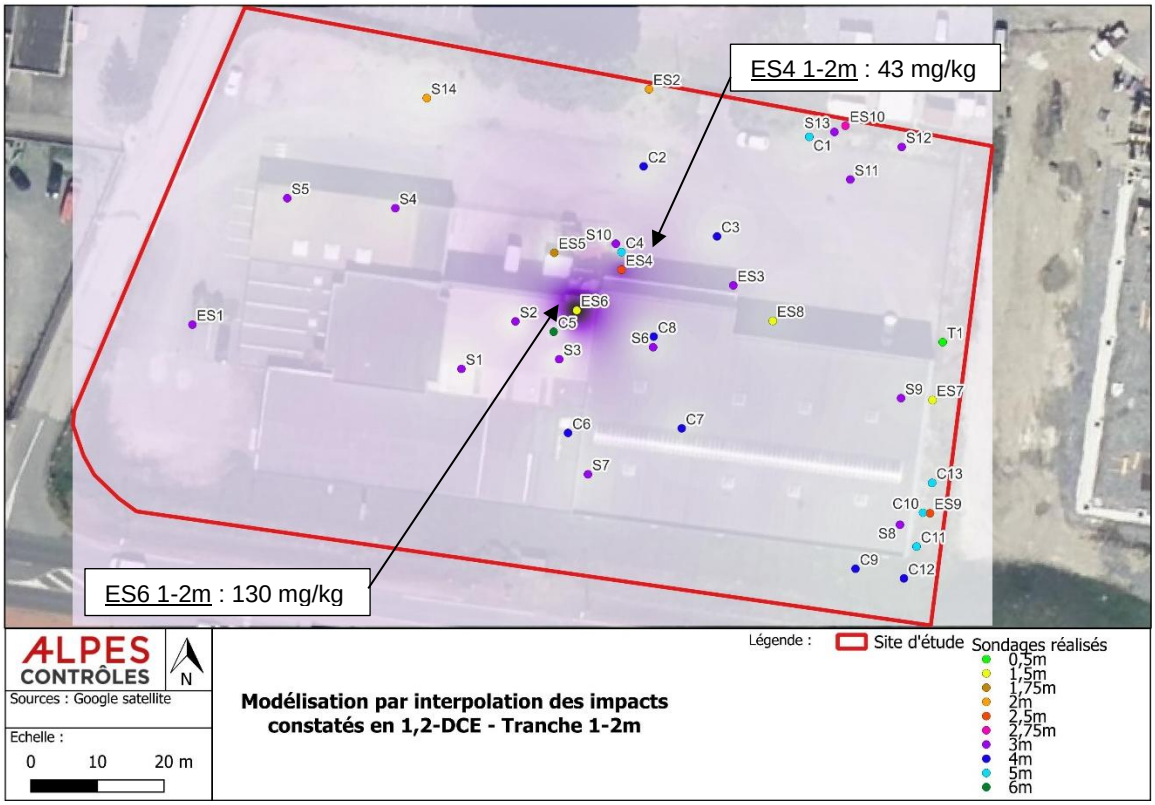


*Figure 29 : Modélisation cartographique des impacts en 1,2-DCE – Tranche 2-3m*

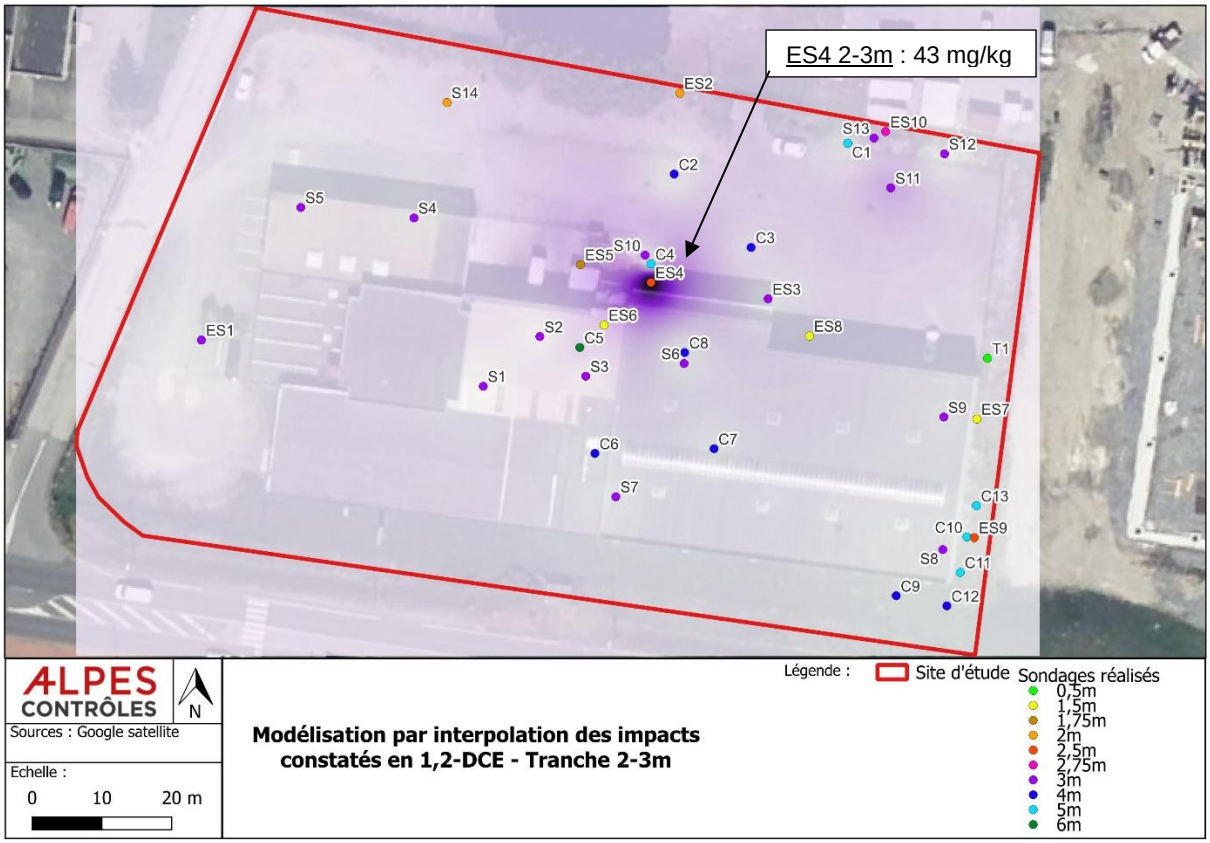



*Figure 30 : Modélisation cartographique des impacts en 1,2-DCE – Tranche 3-4m*

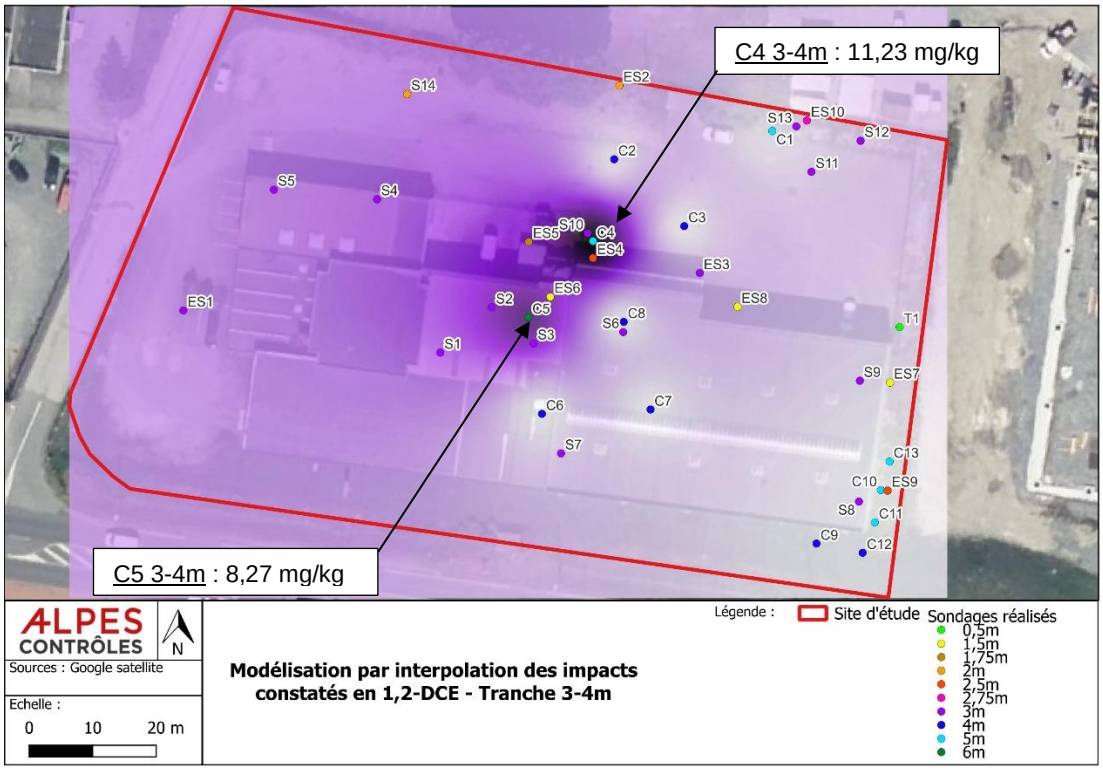
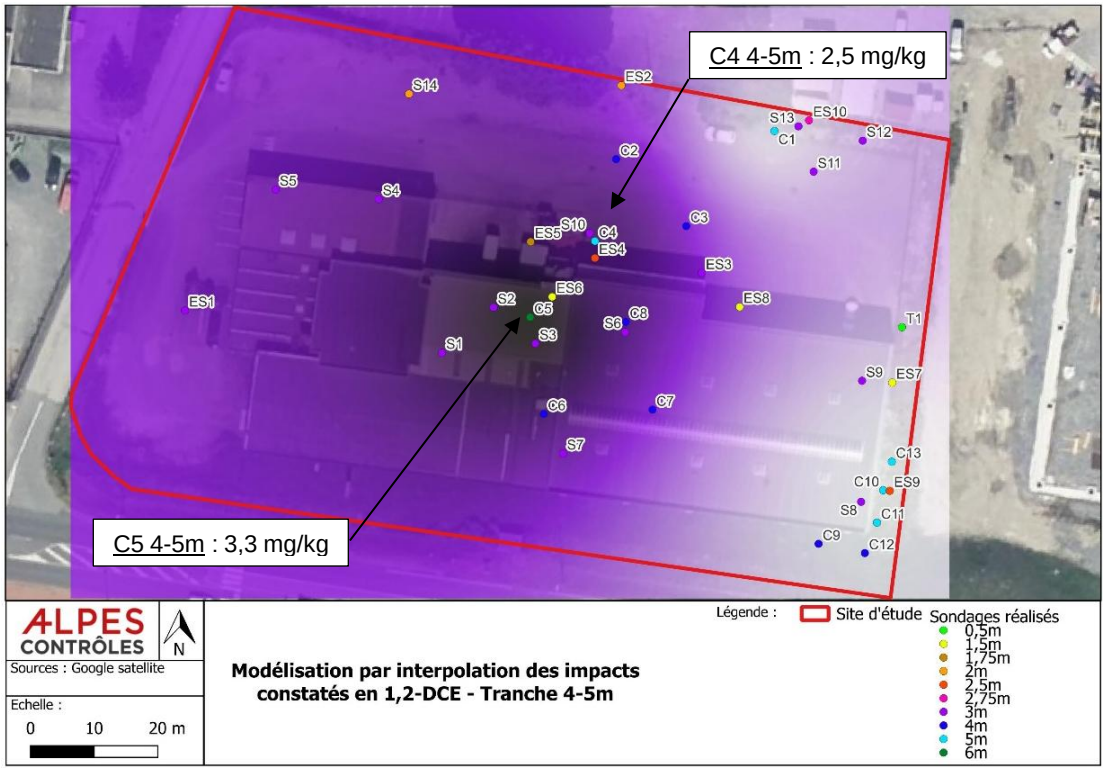


*Figure 31 : Modélisation cartographique des impacts en 1,2-DCE – Tranche 4-5m*



### 6.1.3. Analyse statistique

Selon le guide d'interprétation statistique des résultats de mesure écrit conjointement par la MétroPol et l'INRS, de Janvier 2018 (version 3), il est possible de réaliser une analyse statistique simple des résultats à partir de 6 mesures se basant notamment sur :

- La moyenne arithmétique des valeurs qui permet d'avoir une vue d'ensemble des concentrations,
- L'écart type des valeurs qui permet de caractériser la dispersion des mesures.

Il a également été ajouté les percentiles, indicateurs permettant de déterminer la position d'une valeur dans un groupe.

*Par exemple, pour le percentile 80 :*

- *80% des teneurs mesurées sont inférieures au percentile 80*
- *20 % des teneurs mesurées sont supérieures au percentile 80.*

*La médiane correspond au percentile 50 :*

- *50% des teneurs mesurées sont inférieures à la médiane (percentile 50)*
- *50 % des teneurs mesurées sont supérieures à la médiane (percentile 50).*

Cette analyse a été réalisée pour les paramètres pour laquelle elle est pertinente, compte-tenu d'un nombre suffisant de résultats supérieurs aux limites de quantifications :

- HCT C10-C40,
- Trichloroéthylène (TCE),
- 1-2-Dichloéthylène (1,2-DCE).

Cette analyse a été réalisée en tenant compte des résultats de l'ensemble des investigations menées par G Environnement au droit du site.

Les graphiques suivants présentent pour chaque composé retenu, les répartitions des concentrations par échantillons. Afin de définir des « types » d'impacts homogènes, les ruptures de courbes sont étudiées pour définir les tendances.

❖ **Pour les HCT :**

*Tableau 24 : Analyse statistique des données pour les HCT*

Synthèse avec teneurs <LQ=0

| | |
|---|---|
| Population (ech analysés) | 111 |
| Concentration maximale (mg/kg) | 37000,00 |
| Concentration moyenne (mg/kg) | 1645,37 |
| Médiane (mg/kg) | 130,00 |
| Ecart-type | 5204,38 |
| | |
| Percentile 75 (mg/kg) | 970,00 |
| Percentile 80 (mg/kg) | 1300,00 |
| Percentile 85 (mg/kg) | 2200,00 |
| Percentile 90 (mg/kg) | 3200,00 |
| Percentile 95 (mg/kg) | 6750,00 |

Le graphique ci-dessous révèle 2 ruptures de pente :

- Pour les valeurs supérieures à 2000 mg/kg proches du percentile 85. Cela signifie que 15% des échantillons ont une concentration supérieure au percentile 85 soit à 2200 mg/kg.
- Pour les valeurs supérieures à 3 000 mg/kg proches du percentile 90. Cela signifie que 10% des échantillons ont une concentration supérieure au percentile 90 soit à 3200 mg/kg.

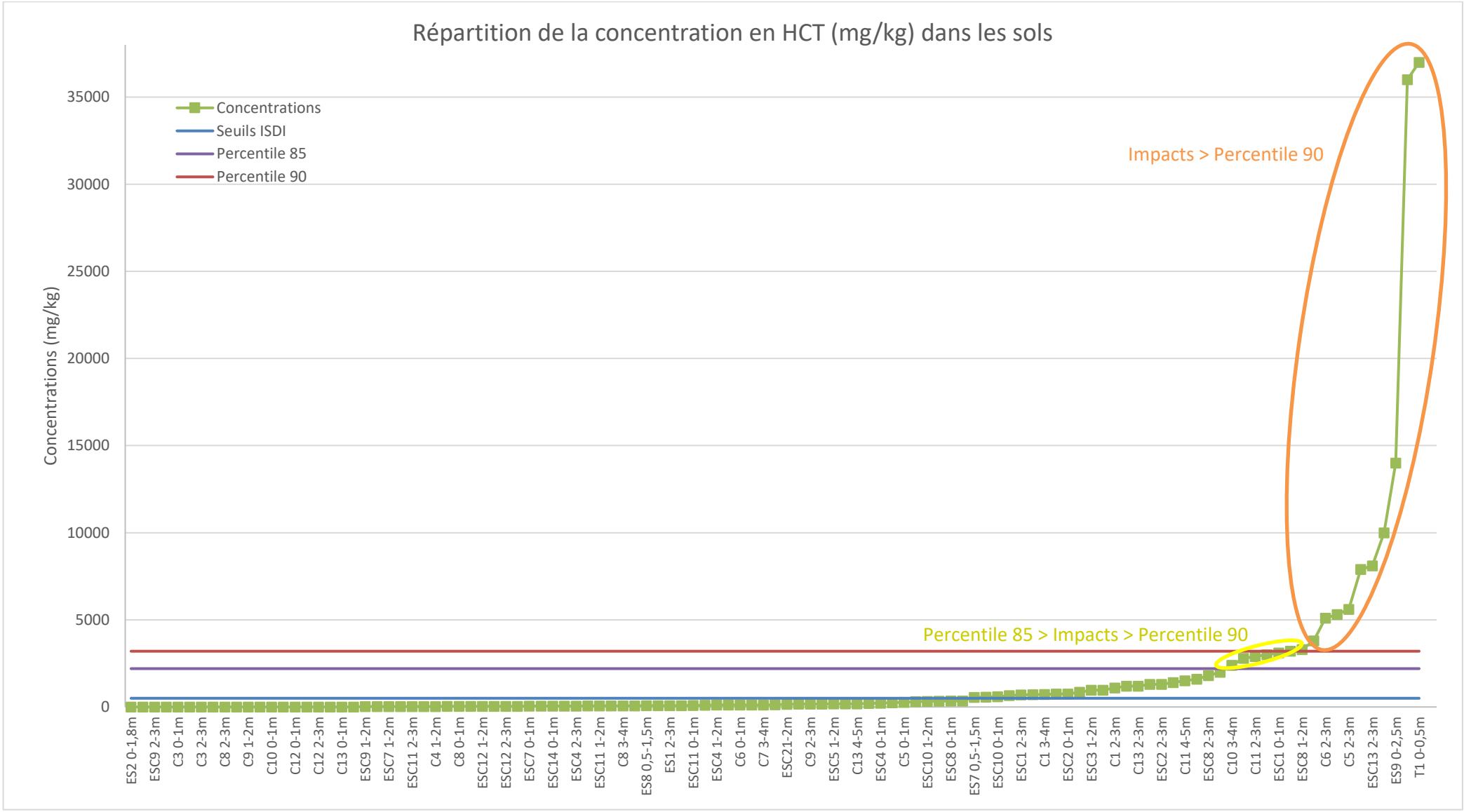
En tenant compte du percentile 90, il s'agit des échantillons principalement réalisés au droit des zones :

- Aire de lavage des copeaux : ES6 0,5-1,5m, C5 2-3m, C5 3-4m, ESC3 2-3m ;
- Bennes de récupération des copeaux : ESC8 1-2m ;
- Stockage huiles : ES9 0-2,5m, ES10 0-2,75m, C11 1-2m ;
- Extérieur Nord : ESC13 0-1m, ESC13 2-3m ;
- Zone louée : C6 2-3m ;
- Zone imprégnée : T1 0-0,5m.

Ainsi, le graphique ci-dessous montre 4 principales gammes de teneurs en HCT C10-C40 :

- Teneurs inférieures au seuil ISDI (500 mg/kg) sur 72 échantillons ;
- Teneurs supérieures au seuil ISDI (500 mg/kg) mais inférieures au percentile 85 (2200 mg/kg) comprenant 22 échantillons dont les teneurs varient entre 550 mg/kg et 2 000 mg/kg ;
- Teneurs supérieures au seuil ISDI (500 mg/kg) et supérieures au percentile 85 (2200 mg/kg) mais inférieures au percentile 90 (3200 mg/kg) comprenant 6 échantillons dont les teneurs varient entre 2400 mg/kg et 3200 mg/kg ;
- Teneurs supérieures au percentile 90 (3200 mg/kg) pour 11 échantillons dont les concentrations varient entre 3 300 mg/kg et 37 000 mg/kg MS.

Les concentrations supérieures à 2200 mg/kg ou à 3200 mg/kg pour les HCT peuvent ainsi être associées à une pollution concentrée. Ce seuil est à recouper avec l'analyse statistique.


Répartition de la concentration en HCT (mg/kg) dans les sols
Concentrations
Seuils ISDI
Percentile 85
Percentile 90
Concentrations (mg/kg)
35000
30000
25000
20000
15000
10000
5000
0
Impacts > Percentile 90
Percentile 85 > Impacts > Percentile 90
ES2 0-1,8m
ESC9 2-3m
C3 0-1m
C3 2-3m
C8 2-3m
C9 1-2m
C10 0-1m
C12 0-1m
C12 2-3m
C13 0-1m
ESC9 1-2m
ESC7 1-2m
ESC11 2-3m
C4 1-2m
C8 0-1m
ESC12 1-2m
ESC12 2-3m
ESC7 0-1m
ESC14 0-1m
ESC4 2-3m
ESC11 1-2m
C8 3-4m
ES8 0,5-1,5m
ES1 2-3m
ESC11 0-1m
ESC4 1-2m
C6 0-1m
C7 3-4m
ESC21-2m
C9 2-3m
ESC5 1-2m
C13 4-5m
ESC4 0-1m
C5 0-1m
ESC10 1-2m
ESC8 0-1m
ES7 0,5-1,5m
ESC10 0-1m
ESC1 2-3m
C1 3-4m
ESC2 0-1m
ESC3 1-2m
C1 2-3m
C13 2-3m
ESC2 2-3m
C11 4-5m
ESC8 2-3m
C10 3-4m
C11 2-3m
ESC1 0-1m
ESC8 1-2m
C6 2-3m
C5 2-3m
ESC13 2-3m
ES9 0-2,5m
T1 0-0,5m

❖ **Pour le TCE :**

*Tableau 25 : Analyse statistique des données pour le TCE*

Synthèse avec teneurs <LQ=0

| | |
| --- | --- |
| Population (ech analysés) | 111 |
| Concentration maximale (mg/kg) | 85,00 |
| Concentration moyenne (mg/kg) | 0,94 |
| Médiane (mg/kg) | 0,00 |
| Ecart-type | 8,06 |
| | |
| Percentile 75 (mg/kg) | 0,22 |
| Percentile 80 (mg/kg) | 0,25 |
| Percentile 85 (mg/kg) | 0,36 |
| Percentile 90 (mg/kg) | 0,48 |
| Percentile 95 (mg/kg) | 0,71 |

Le graphique ci-dessus révèle 2 ruptures de pente :

- Pour les valeurs supérieures à 0,27 mg/kg proches du percentile 80. Cela signifie que 20% des échantillons ont une concentration supérieure au percentile 80 soit à 0,24 mg/kg.
- Pour les valeurs supérieures à 0,7 mg/kg proches du percentile 95. Cela signifie que 5% des échantillons ont une concentration supérieure au percentile 95 soit à 0,65 mg/kg.

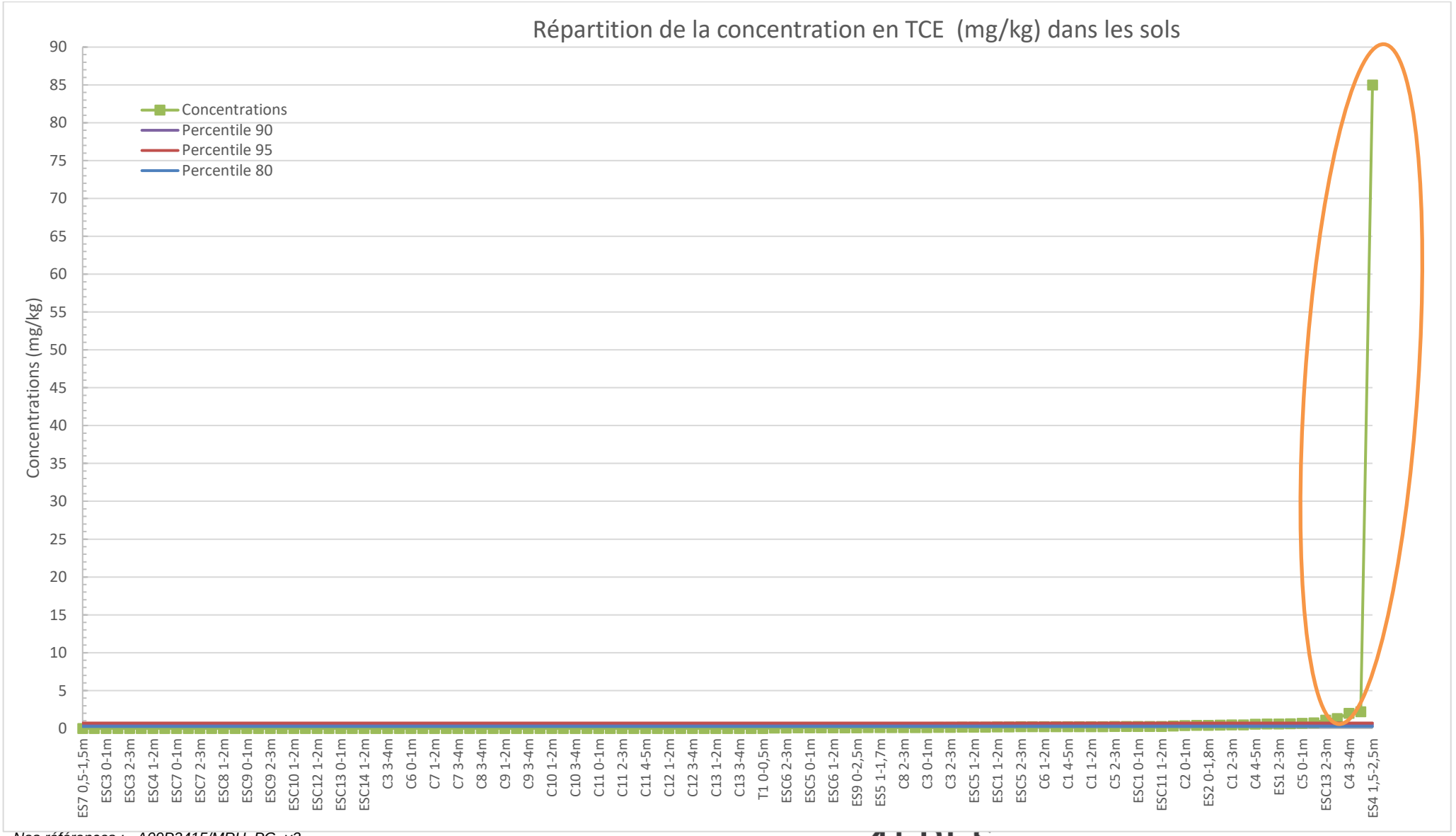
En tenant compte du percentile 95, il s'agit des échantillons principalement réalisés au droit des zones :

- Bennes de récupération des copeaux : C4 0-1m, C4 1-2m, C4 2-3m, C4 3-4m, Es4 1,5-2,5m ;
- Aire de lavage des copeaux : C5 0-1m ;
- Extérieur Nord : ESC13 2-3m.

Ainsi, le graphique ci-dessous montre 3 principales gammes de teneurs en TCE :

- Teneurs inférieures au percentile 80 (0,24 mg/kg) sur 86 échantillons ;
- Teneurs supérieures au percentile 80 (0,24 mg/kg) mais inférieures au percentile 95 (0,71 mg/kg) comprenant 19 échantillons dont les teneurs varient entre 0,24 mg/kg et 0,68 mg/kg ;
- Teneurs supérieures au percentile 95 (0,71 mg/kg) pour 6 échantillons dont les concentrations varient entre 0,73 mg/kg et 85 mg/kg MS.

Les concentrations supérieures à 0,7 mg/kg pour le TCE peuvent ainsi être associées à une pollution concentrée. Ce seuil est à recouper avec l'analyse statistique.


Répartition de la concentration en TCE (mg/kg) dans les sols
Concentrations (mg/kg)
Concentrations
Percentile 90
Percentile 95
Percentile 80
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
60
65
70
75
80
85
90
ES7 0,5-1,5m
ESC3 0-1m
ESC3 2-3m
ESC4 1-2m
ESC7 0-1m
ESC7 2-3m
ESC8 1-2m
ESC9 0-1m
ESC9 2-3m
ESC10 1-2m
ESC12 1-2m
ESC13 0-1m
ESC14 1-2m
C3 3-4m
C6 0-1m
C7 1-2m
C7 3-4m
C8 3-4m
C9 1-2m
C9 3-4m
C10 1-2m
C10 3-4m
C11 0-1m
C11 2-3m
C11 4-5m
C12 1-2m
C12 3-4m
C13 1-2m
C13 3-4m
T1 0-0,5m
ESC6 2-3m
ESC5 0-1m
ESC6 1-2m
ES9 0-2,5m
ES5 1-1,7m
C8 2-3m
C3 0-1m
C3 2-3m
ESC5 1-2m
ESC1 1-2m
ESC5 2-3m
C6 1-2m
C1 4-5m
C1 1-2m
C5 2-3m
ESC1 0-1m
ESC11 1-2m
C2 0-1m
ES2 0-1,8m
C1 2-3m
C4 4-5m
ES1 2-3m
C5 0-1m
ESC13 2-3m
C4 3-4m
ES4 1,5-2,5m

❖ **Pour le 1,2-DCE :**

*Tableau 26 : Analyse statistique des données pour le 1,2-DCE*

Synthèse avec teneurs <LQ=0

| | |
| --- | --- |
| Population (ech analysés) | 111 |
| Concentration maximale (mg/kg) | 130,00 |
| Concentration moyenne (mg/kg) | 2,18 |
| Médiane (mg/kg) | 0,00 |
| Ecart-type | 13,01 |
| | |
| Percentile 75 (mg/kg) | 0,23 |
| Percentile 80 (mg/kg) | 0,41 |
| Percentile 85 (mg/kg) | 0,58 |
| Percentile 90 (mg/kg) | 3,21 |
| Percentile 95 (mg/kg) | 6,14 |

Le graphique ci-dessous révèle 2 ruptures de pente :

- Pour les valeurs supérieures à 3 mg/kg proches du percentile 90. Cela signifie que 10% des échantillons ont une concentration supérieure au percentile 90 soit à 3,21 mg/kg.
- Pour les valeurs supérieures à 6 mg/kg proches du percentile 95. Cela signifie que 5% des échantillons ont une concentration supérieure au percentile 95 soit à 6,14 mg/kg.

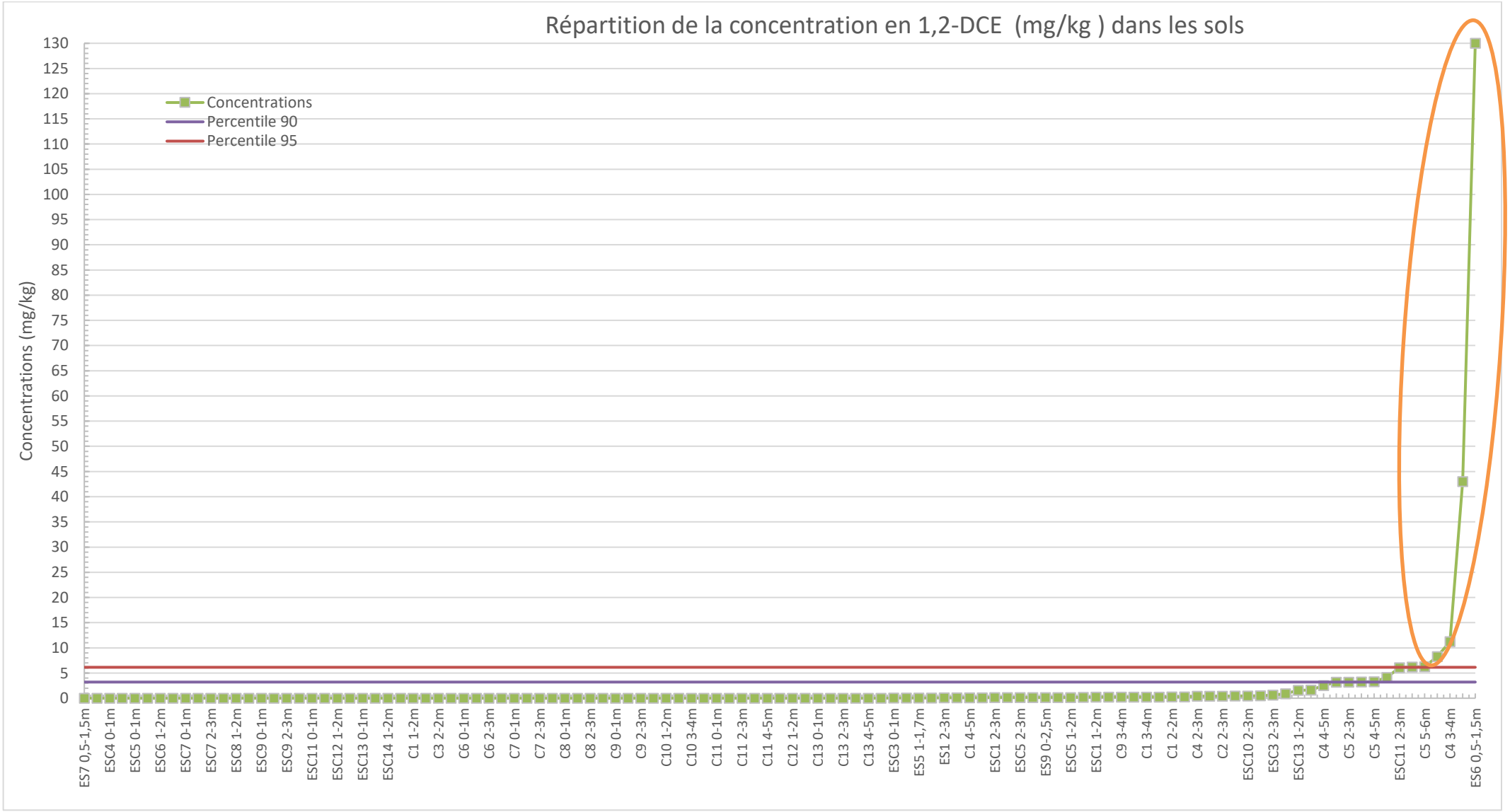
En tenant compte du percentile 90, il s'agit des échantillons principalement réalisés au droit des zones :

- Bennes de récupération des copeaux : C4 1-2m, C4 3-4m, ES4 1,5-2,5m ;
- Extérieur Nord : ESC11 1-2m, ESC11 2-3m, ESC13 2-3m ;
- Aire de lavage des copeaux : C5 1-2m, C5 2-3m, C5 3-4m, C5 4-5m, C5 5-6m, ES6 0,5-1,5m.

Ainsi, le graphique ci-dessous montre 3 principales gammes de teneurs en TCE :

- Teneurs inférieures au percentile 90 (3,21 mg/kg) sur 99 échantillons ;
- Teneurs supérieures au percentile 90 (3,21 mg/kg) mais inférieures au percentile 95 (6,14 mg/kg) comprenant 6 échantillons dont les teneurs varient entre 3,21 mg/kg et 6,08 mg/kg ;
- Teneurs supérieures au percentile 95 (6,14 mg/kg) pour 6 échantillons dont les concentrations varient entre 6,2 mg/kg et 130 mg/kg MS.

Les concentrations supérieures à 3 mg/kg pour le 1,2-DCE peuvent ainsi être associées à une pollution concentrée. Ce seuil est à recouper avec l'analyse statistique.


Répartition de la concentration en 1,2-DCE (mg/kg ) dans les sols
Concentrations (mg/kg)
Concentrations
Percentile 90
Percentile 95
130
125
120
115
110
105
100
95
90
85
80
75
70
65
60
55
50
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
ES7 0,5-1,5m
ESC4 0-1m
ESC5 0-1m
ESC6 1-2m
ESC7 0-1m
ESC7 2-3m
ESC8 1-2m
ESC9 0-1m
ESC9 2-3m
ESC11 0-1m
ESC12 1-2m
ESC13 0-1m
ESC14 1-2m
C1 1-2m
C3 2-2m
C6 0-1m
C6 2-3m
C7 0-1m
C7 2-3m
C8 0-1m
C8 2-3m
C9 0-1m
C9 2-3m
C10 1-2m
C10 3-4m
C11 0-1m
C11 2-3m
C11 4-5m
C12 1-2m
C13 0-1m
C13 2-3m
C13 4-5m
ESC3 0-1m
ES5 1-1,7m
ES1 2-3m
C1 4-5m
ESC1 2-3m
ESC5 2-3m
ES9 0-2,5m
ESC5 1-2m
ESC1 1-2m
C9 3-4m
C1 3-4m
C1 2-2m
C4 2-3m
C2 2-3m
ESC10 2-3m
ESC3 2-3m
ESC13 1-2m
C4 4-5m
C5 2-3m
C5 4-5m
ESC11 2-3m
C5 5-6m
C4 3-4m
ES6 0,5-1,5m

### 6.1.4. Bilan massique

Le but du bilan massique est de donner un ordre de grandeur de la masse de polluant présente dans un milieu afin notamment de proposer une hiérarchisation des zones à traiter et ainsi déterminer de manière théorique, un seuil de coupure.

La masse du polluant dans chaque volume de sol est calculée en multipliant les volumes de sol déterminés par la masse volumique du sol et la concentration moyenne dans la gamme de teneurs considérée. Les gammes des teneurs sont définies arbitrairement entre la teneur minimale 0 et les teneurs maximales par composé.

**Détermination des mailles (polygones de Voronoï)**

Chaque sondage est considéré comme représentatif d'une surface appelée « maille » définies par interpolation graphique via des polygones de Voronoï (détermination de la zone d'influence de chaque point en fonction de la densité de sondages réalisés). Il s'agit de zones d'influence théoriques qui permet l'estimation de superficies impactées ou non via le maillage calculé à partir de données analytiques ponctuelles (sondages).

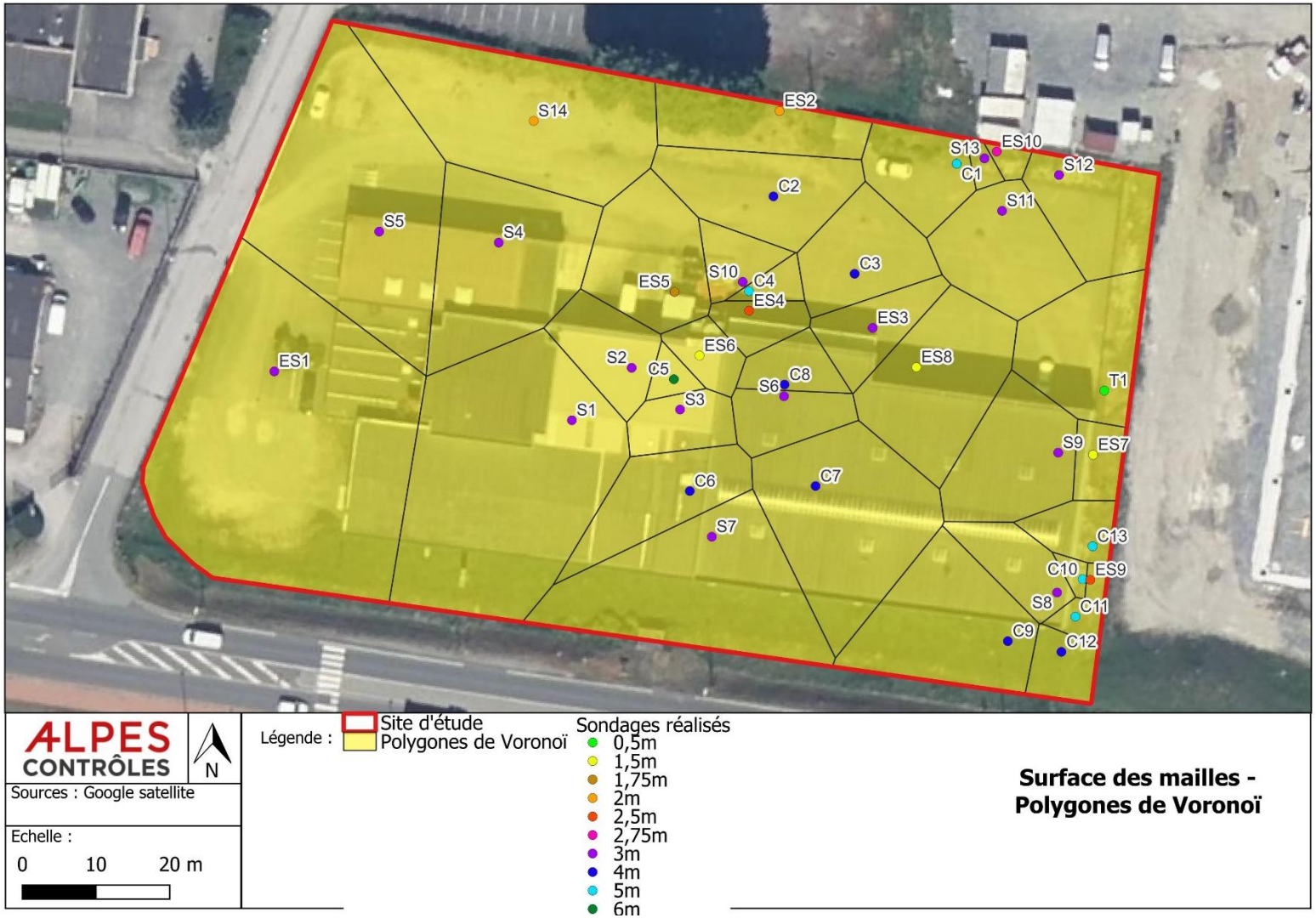
Les surfaces associées à ces mailles sont fournies dans le tableau suivant :

*Tableau 27 : Surfaces des mailles*

| Sondages | Surface (m²)<br>Polygones de Voronoï |
|---|---|
| ES1 | 1273 |
| ES2 | 204 |
| ES3 | 130 |
| ES4 | 72 |
| ES5 | 263 |
| ES6 | 71 |
| ES7 | 67 |
| ES8 | 345 |
| ES9 | 15 |
| ES10 | 20 |
| S1 | 888 |
| S2 | 151 |
| S3 | 105 |
| S4 | 445 |
| S5 | 754 |
| S6 | 113 |
| S7 | 529 |
| S8 | 121 |
| S9 | 260 |
| S10 | 77 |
| S11 | 249 |
| S12 | 221 |
| S13 | 20 |
| S14 | 587 |
| C1 | 162 |
| C2 | 266 |
| C3 | 209 |
| C4 | 36 |
| C5 | 32 |
| C6 | 218 |
| C7 | 481 |
| C8 | 85 |
| C9 | 359 |
| C10 | 16 |
| C11 | 32 |
| C12 | 78 |
| C13 | 81 |
| T1 | 266 |

Ce maillage est présenté sur la figure ci-après.

*Figure 32 : Plan des mailles – Polygone de Voronoï*



**Calcul des volumes et masse de sols et des masses de polluant associées**

Pour chaque maille et chaque horizon (tranche de profondeur), il est calculé :

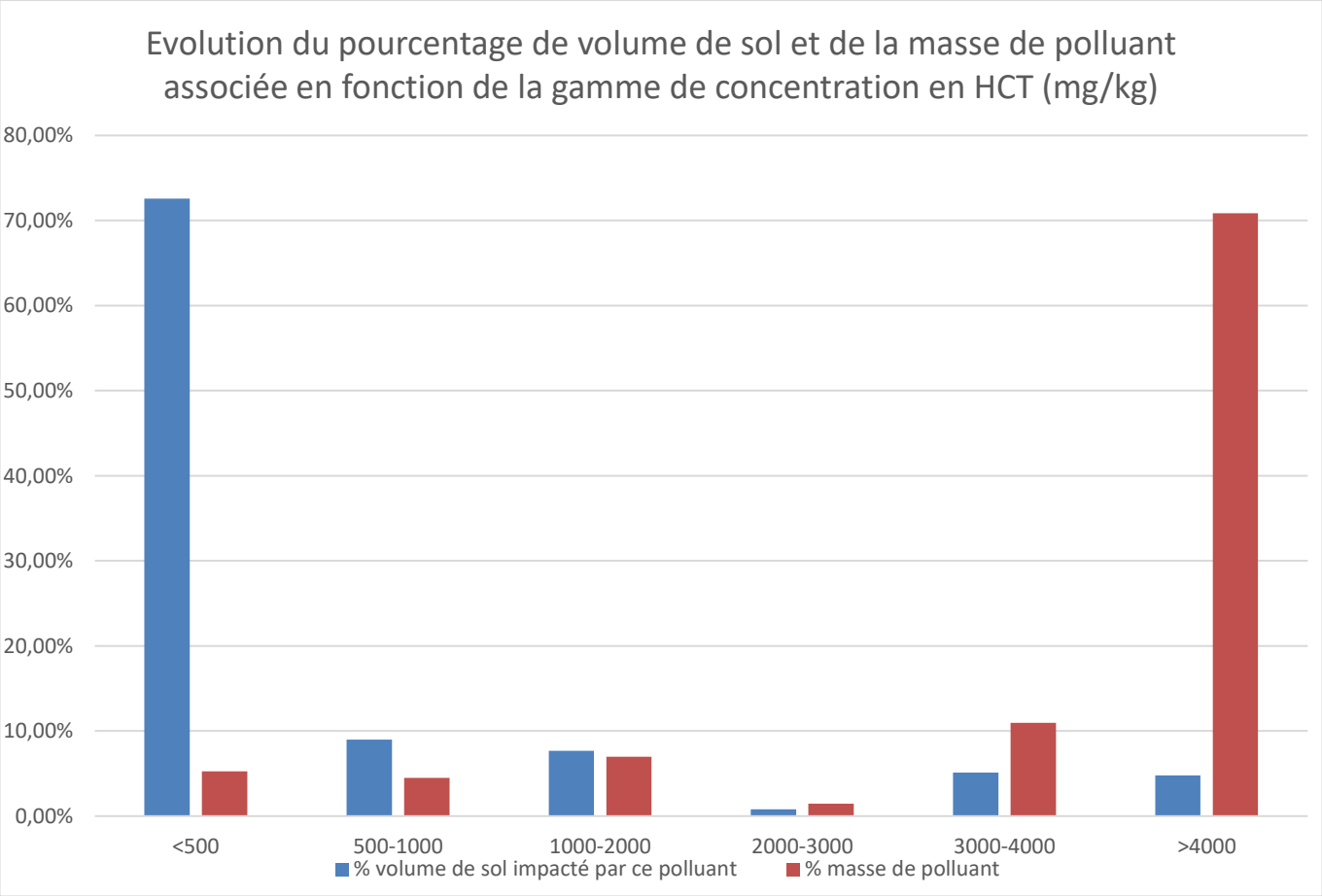
- Le volume de sol correspondant (surface de la maille multipliée par l'épaisseur de l'horizon prélevé)
- La masse de polluant (en appliquant la concentration mesurée et/ou extrapolée à partir des horizons encadrants à défaut de résultat analytique)
- Le pourcentage que représente ce volume de sol par rapport au volume total des sols
- Le pourcentage que représente la masse de polluant contenue dans ce volume de sol par rapport à la masse totale de polluant contenue dans l'ensemble des sols.

Un classement est ensuite réalisé par gamme de concentration (les gammes sont définies de manière arbitraire et de manière à former une cohérence entre les concentrations mesurées, les volumes de sol et les masses de polluant correspondant).

❖ **Pour les HCT C10-C40** :

*Tableau 28 : Bilan massique pour les HCT par gamme de concentration*

| Gamme de concentration (mg/kg) | % volume de sol impacté par ce polluant | % masse de polluant |
|---|---|---|
| <500 | 72,58% | 5,27% |
| 500-1000 | 9,01% | 4,49% |
| 1000-2000 | 7,69% | 6,97% |
| 2000-3000 | 0,81% | 1,46% |
| 3000-4000 | 5,11% | 10,95% |
| >4000 | 4,80% | 70,86% |
| **TOTAL** | **100,00%** | **100,00%** |

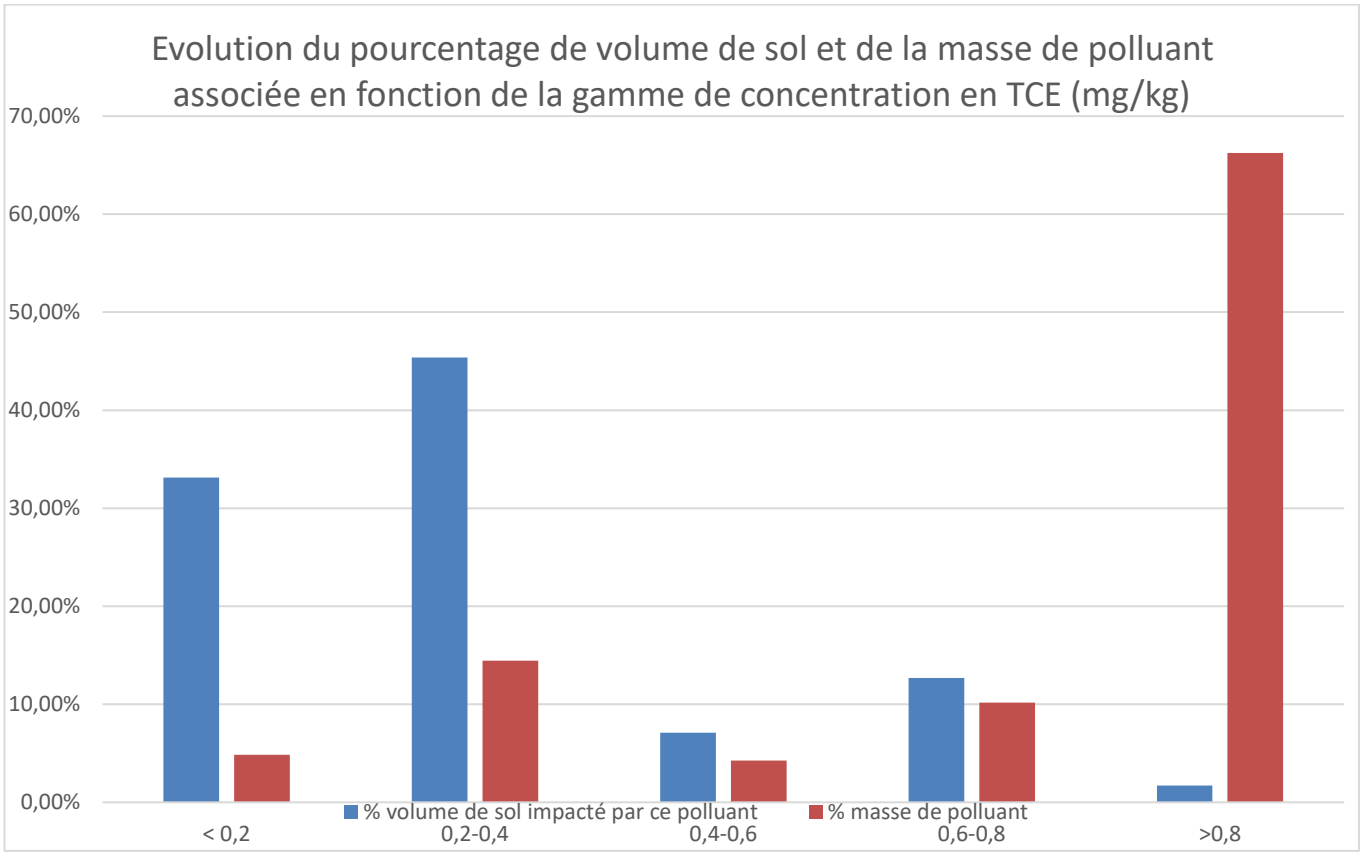



L'analyse statistique avait mis en évidence un seuil de pollution concentrée à 2 200 ou 3 200 mg/kg MS. Le seuil retenu peut ainsi être fixé à 2000 mg/kg d'après l'analyse massique. En effet, pour un seuil de coupure fixé à 2000 mg/kg, cela représente un volume de 10,72 % et une masse de polluant 83,27 %.

❖ **Pour le TCE** :

*Tableau 29 : Bilan massique pour le TCE par gamme de concentration*

| Gamme de concentration (mg/kg) | % volume de sol impacté par ce polluant | % masse de polluant |
|---|---|---|
| < 0,2 | 33,12% | 4,86% |
| 0,2-0,4 | 45,37% | 14,45% |
| 0,4-0,6 | 7,10% | 4,25% |
| 0,6-0,8 | 12,69% | 10,18% |
| >0,8 | 1,71% | 66,26% |
| **TOTAL** | **100,00%** | **100,00%** |

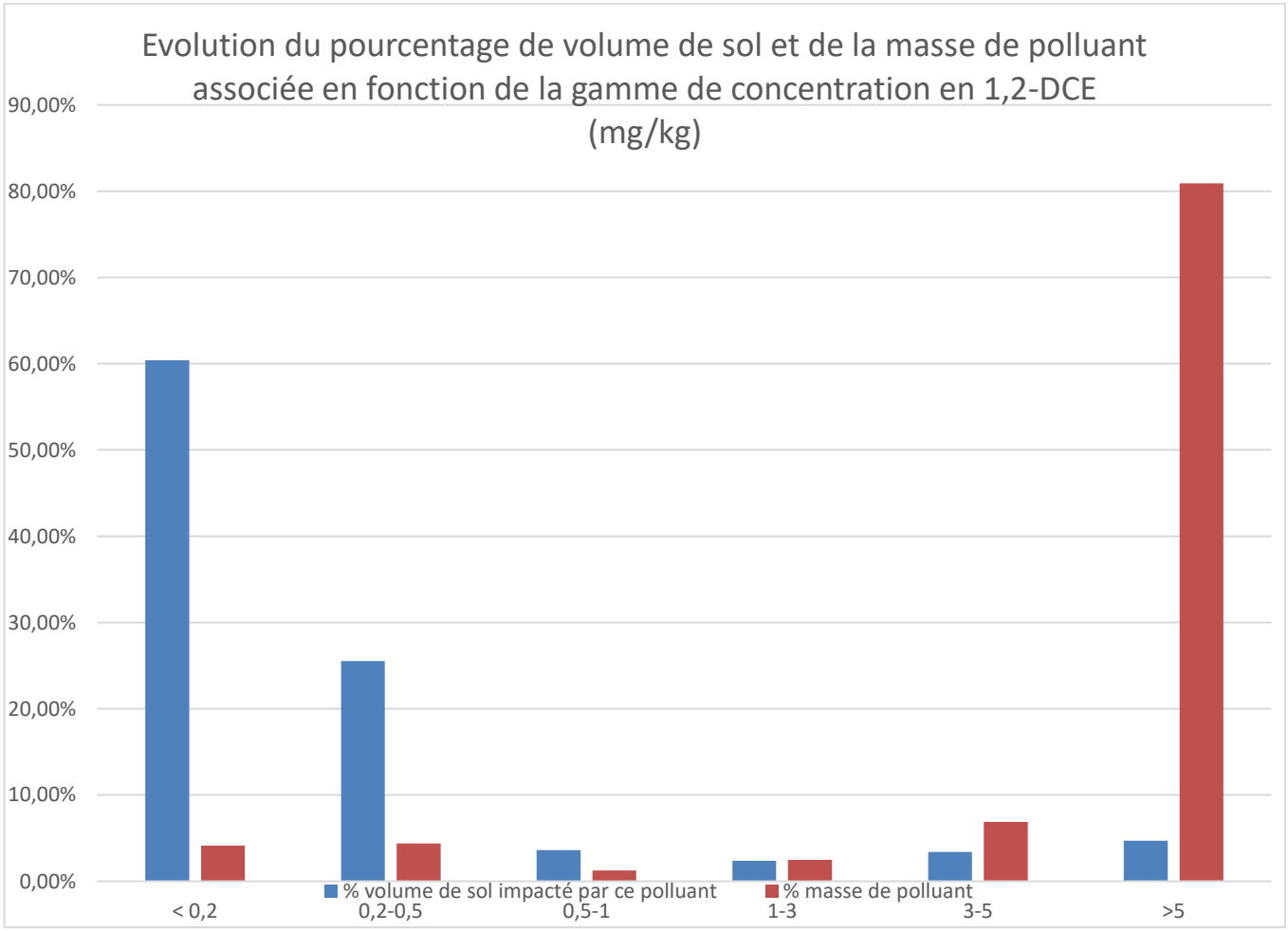



L'analyse statistique avait mis en évidence un seuil de pollution concentrée à 0,7 mg/kg MS. Le seuil retenu peut ainsi être fixé à 0,6 ou 0,8 mg/kg d'après l'analyse massique. En effet, pour un seuil de coupure fixé à 0,6 mg/kg, cela représente un volume de 14,40 % et une masse de polluant 76,44 %.

❖ **Pour le 1,2-DCE** :

*Tableau 30 : Bilan massique pour le 1,2-DCE par gamme de concentration*

| Gamme de concentration (mg/kg) | % volume de sol impacté par ce polluant | % masse de polluant |
|---|---|---|
| < 0,2 | 60,30% | 4,11% |
| 0,2-0,5 | 25,49% | 4,36% |
| 0,5-1 | 3,59% | 1,26% |
| 1-3 | 2,51% | 2,61% |
| 3-5 | 3,40% | 6,86% |
| >5 | 4,70% | 80,79% |
| **TOTAL** | **100,00%** | **100,00%** |




L'analyse statistique avait mis en évidence un seuil de pollution concentrée à 3 mg/kg MS. Le seuil retenu est confirmé par l'analyse massique. En effet, pour un seuil de coupure fixé à 3 mg/kg, cela représente un volume de 8,10 % et une masse de polluant 87,66 %.

### 6.1.5. Conclusion sur les seuils de coupures théoriques

Deux seuils de coupures ont été définis selon plusieurs méthodes et sont rappelés ci-dessous :

*Tableau 31 : Synthèse des seuils définis*

| Polluants | Interpolation cartographique | Analyse statistique | Analyse massique | Seuil retenu |
|---|---|---|---|---|
| HCT C10-C40 | 0-1m : 36000-37000 mg/kg<br>1-2m : 10000-36000 mg/kg<br>2-3m : 5100-14000 mg/kg<br>3-4m : 1600-3100 mg/kg<br>4-5m : 1200-2000 mg/kg | 2200-3200 mg/kg | 2000 mg/kg | **2000 mg/kg** |
| TCE | 0-1m : 0,39-0,73 mg/kg<br>1-2m : 85 mg/kg<br>2-3m : 85 mg/kg<br>3-4m : 2 mg/kg<br>4-5m : 0,57 mg/kg | 0,7 mg/kg | 0,6-0,8 mg/kg | **0,6 mg/kg** |
| 1,2-DCE | 0-1m : 130 mg/kg<br>1-2m : 43-130 mg/kg<br>2-3m : 43 mg/kg<br>3-4m : 8,27-11,23 mg/kg<br>4-5m : 2,5-3,3 mg/kg | 3 mg/kg | 1-3 mg/kg | **3 mg/kg** |

Les seuils de coupure retenus sont :

- Pour les HCT C10-C40 : 2 000 mg/kg,
- Pour le TCE : 0,6 mg/kg,
- Pour le 1,2-DCE : 3 mg/kg.

Les seuils de coupure s'appliqueront de plus pour toutes autres zones de pollution mise en évidence dans le cadre de la démolition des bâtiments en place, du démantèlement des installations en place (cuves etc.), des terrassements éventuels. Ils pourront être redéfinis au besoin dans le cadre d'une mise à jour du plan de gestion si des investigations complémentaires sont menées suite à la démolition des constructions et enlèvement des stockages et déchets en place.

Les seuils de coupures proposés à ce stade ont été établis indépendamment des risques sanitaires dans le cadre du futur projet. Ainsi, l'analyse de risques résiduels permettra de vérifier la validité sanitaire des seuils de coupure définis. De même, le bilan coût-avantage permettra de valider les capacités technico-économiques d'atteinte de ces seuils de coupure.

Les analyses en bords et fonds de fouille permettront de contrôler que le seuil de coupure est bien respecté.

### 6.1.6. Volumes en gestion

#### 6.1.6.1 Volumes de sol selon les seuils de pollutions concentrées

Dans ce contexte, il est défini une estimation des volumes de terres impactées à gérer en fonction des seuils de dépollution. Le tableau suivant reprend le volume de terres polluées considérées.

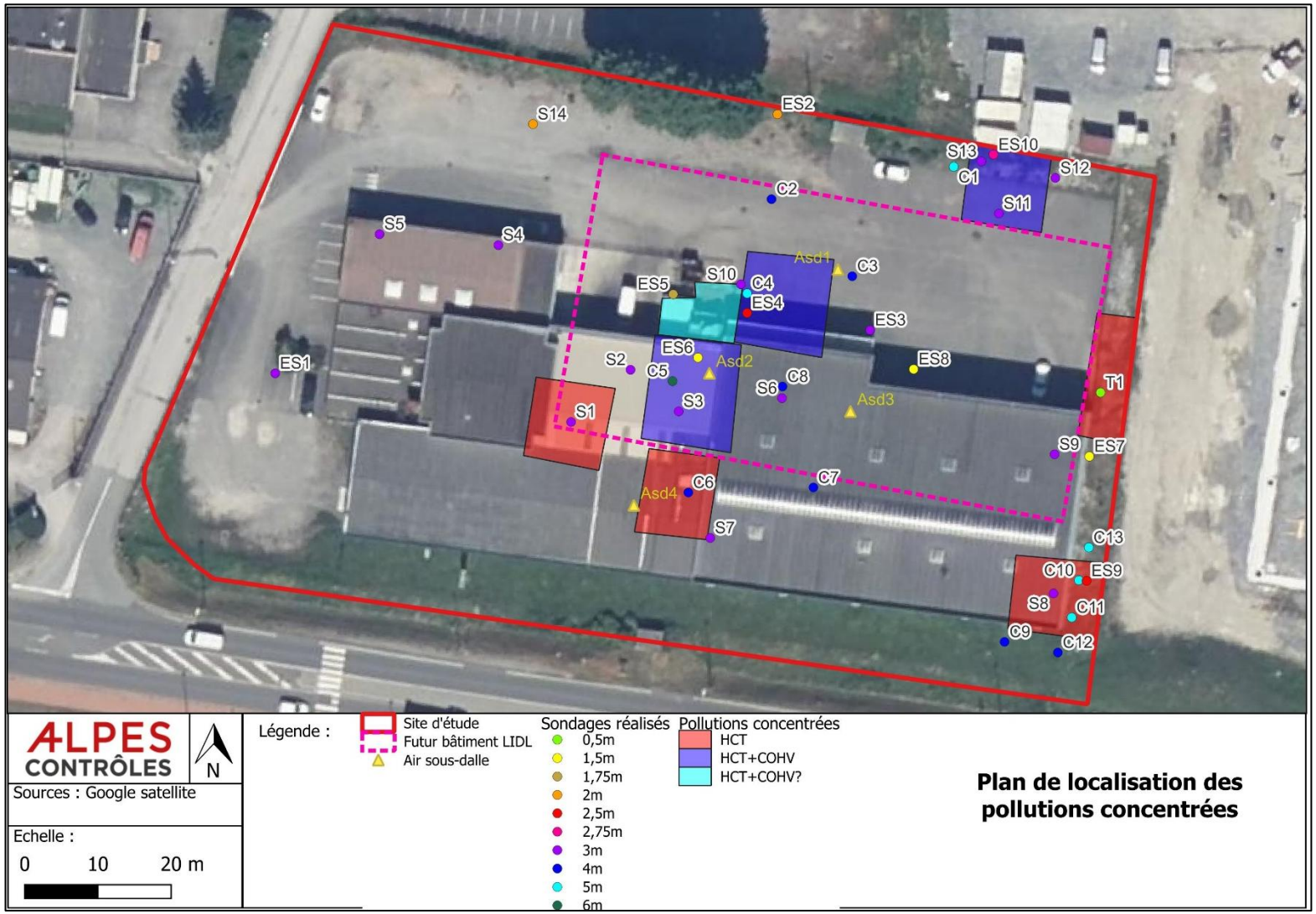
*Tableau 32 : Volumes lié aux pollutions concentrées identifiées*

| Zones | Sondages | Concentrations HCT > 2000 mg/kg | Concentrations TCE > 0,6 mg/kg | Concentrations 1,2-DCE (cis+trans) > 3 mg/kg | Surface (m²) | Hauteur (m) | Volume impacté associé aux PC (m3) | Volume à terrasser non impacté |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Zone imprégnée Est Démontage VHU | T1 0-0,5m | 37000 | | | 100 | 1 | 100 | |
| Zone Sud-Est | ES9 0-2,5m | 14000 | | | 130 | 4,5 | 585 | |
| | C11 1-2m | 5300 | | | | | | |
| | C10 2-3m | 3000 | | | | | | |
| | C11 2-3m | 2900 | | | | | | |
| | C10 3-4m | 2400 | | | | | | |
| Intérieur atelier stockage huiles | ESC8 1-2m | 3300 | | | | | | |
| Zone Nord | ES10 0-2,75m | 10000 | | | 110 | 4,5 | 495 | |
| | ESC13 0-1m | 3800 | | | | | | |
| | ESC11 1-2m | | | 3,249 | | | | |
| | ESC13 2-3m | 8100 | 1,1 | 3,21 | | | | |
| | ESC11 2-3m | | | 6,08 | | | | |
| Aire de lavage des copeaux | ES6 0,5-1,5m | 36000 | | 130 | 180 | 5 | 900 | |
| | C5 0-1m | | 0,68 | | | | | |
| | C5 1-2m | | | 4,14 | | | | |
| | C5 2-3m | 5600 | | 3,21 | | | | |
| | ESC3 2-3m | 7900 | | | | | | |
| | C5 3-4m | 3200 | | 8,27 | | | | |
| | C5 4-5m | 2000 | | 3,3 | | | | |
| | C5 5-6m | | | 6,24 | | | | |
| | ESC1 0-1m | 3100 | | | 115 | 1 | 115 | |
| Bennes copeaux / Zone de rétention des huiles | ES4 1,5-2,5m | 2800 | 85 | 43 | 150 | 5 | 750 | |
| | C4 0-1m | | 0,73 | | | | | |
| | C4 1-2m | | 1,3 | 6,2 | | | | |
| | C4 2-3m | | 2,2 | | | | | |
| | C4 3-4m | | 2 | 11,23 | | | | |
| Zone entre bennes et aire de lavage | Pas d'analyses mais suspicion d'impacts | | | | 70 | 5 | 350 | |
| Voie de circulation | C2 2-3m | | 0,62 | *A laisser sur place = proche de la valeur seuil* | | | | |
| Cuve enterrée fioul | ES1 2-3m | | 0,6 | *A laisser sur place = valeur seuil* | | | | |
| Local loué | 0-2m | Pas d'impacts | | | 110 | 2 | | 220 |
| | C6 2-3m | 5100 | | | 110 | 1 | 100 | |
| **TOTAL** | | | | | **890** | **-** | **3395** | **220** |

Ces volumes ont été retravaillés par rapport aux Polygones de Voronoï car certaines surfaces ont été extrapolées du fait de l'absence d'autres sondages à proximité et pour être dans des configurations simples dans le cadre de potentiels terrassements. Ces ajustements de surface tiennent compte de l'ensemble des sondages et des concentrations en présence au droit de ceux-ci.

L'implantation de ces zones est reprise ci-dessous.

*Figure 33 : Implantation des pollutions concentrées*



# 7. A320 : ANALYSE DES ENJEUX SANITAIRES

## 7.1. SCENARIOS D'EXPOSITION

### 7.1.1. Sélection des voies d'exposition retenues

Dans le cadre de l'aménagement futur du site en supermarché LIDL, sans sous-sol avec des voiries en enrobé, des places de stationnement et des espaces verts, les voies d'exposition potentielles sont les suivantes.

*Tableau 33 : Synthèse des voies d'exposition du site*

| | Description | Retenu ? oui/non | Argumentation |
|---|---|---|---|
| Voie(s) d'exposition / Vecteur(s) de transfert | **Inhalation de substances volatiles émises par les nappes ou les sols pollués** | **oui** | **Composés volatils mesurés dans les gaz du sol et l'air sous dalle** |
| | Ingestion de terres (principalement par les enfants) | non | L'ensemble du site sera revêtu ou recouvert par des matériaux sains d'apports |
| | Inhalation de poussières ou de particules | non | L'ensemble du site sera revêtu ou recouvert par des matériaux sains d'apports |
| | Ingestion de légumes ou autres denrées alimentaires exposées aux polluants | non | D'après le projet, absence de jardins potagers ou d'arbres fruitiers |
| | Consommation ou utilisation d'eau souterraine | non | Pas de puits privés ou AEP sur ou aux alentours du site recensé |
| | Consommation d'eau du robinet susceptible d'avoir été polluée | non | Canalisations AEP seront installées dans des matériaux sains qui permettront d'éviter tout contact direct avec d'éventuels polluants |
| | Contact cutané avec les milieux eaux ou sols pollués | non | L'ensemble du site sera revêtu ou recouvert par des matériaux sains d'apports |

### 7.1.2. Sélection des substances et concentrations retenues

L'ensemble des substances quantifiées par le laboratoire d'analyse a été sélectionné.

D'une façon générale, les substances retenues pour l'évaluation quantitative des risques répondent à certains critères[1] :

- ✓ toute substance dont les données disponibles (notamment physico-chimiques et toxicologiques) sont d'une qualité suffisante pour être exploitées en analyse des risques (critères définis par la circulaire DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014) ;
- ✓ toute substance dont la concentration est supérieure à la limite de quantification dans les sols, les eaux souterraines et/ou les gaz du sol, selon les voies d'exposition étudiées ;

[1] Les substances sélectionnées pour l'étude sont celles connues pour être toxiques pour l'homme et pour lesquelles il existe des valeurs toxicologiques de référence accessibles et fiables. Les calculs de risque porteront sur ces substances, et éventuellement sur leurs produits de dégradation.

- ✓ **pour l'inhalation de substances volatiles**, dans une démarche sécuritaire, toute substance présentant des données physico-chimiques relatives à sa volatilité (pression de vapeur, constante de Henry).
- ✓ Ainsi, l'ensemble des substances organiques est retenu, incluant les HCT, les BTEX et les COHV. Les PCB, les HAP et le mercure ne sont pas retenus au vu des faibles teneurs.

Pour chaque substance considérée, les mesures réalisées dans les gaz du sol ont été privilégiées car elles sont un reflet plus réaliste du dégazage des substances volatiles présentes dans les sols et les eaux souterraines. En effet, les piézairs ont été implantés au niveau des zones présentant les teneurs les plus élevées dans les sols.

**Caractéristiques physico-chimiques des substances**

Le tableau des caractéristiques physico-chimiques des substances retenues est présenté en **Annexe 3**.

**Identification des dangers des substances**

Le potentiel de danger des substances est évalué grâce aux fiches toxicologiques de l'INERIS et l'INRS, à la directive CE n°67/548/CE ainsi qu'au classement du Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC). Ces données sont reprises, pour les substances étudiées, en **Annexe 4**.

**Synthèse des teneurs / concentrations retenues**

Les gaz de sols ont été mesurés au droit des ouvrages suivants : EG1 (ES4), EG2 (ES6), EG3 (ES7), EG4 (ES8), S1/EG2-1, S6/EG2-2, S10/EG2-3, S13/EG2-4 Pza1, Asd2, Asd3, Asd4.

Néanmoins, les ouvrages EG1 (ES4), EG2 (ES6), S1/EG2-1, S13/EG2-4, Asd2 sont situés au droit des zones de pollutions concentrées et les matériaux impactés seront pris en charge dans le cadre de la dépollution du site. Les concentrations identifiées au droit de ces ouvrages ne sont donc pas retenues.

Ainsi seul les ouvrages, EG3 (ES7), EG4 (ES8), S6/EG2-2, S10/EG2-3, Pza1, Asd1 et Asd3 sont retenus pour l'analyse des risques résiduels prédictives. Les concentrations au droit de EG3 (ES7) sont retenues même si l'ouvrage n'est pas situé sous l'emplacement du futur bâtiment mais est à proximité immédiate.

Pour chaque composé, a été retenu la teneur maximale quantifiée parmi ces données disponibles sur les gaz de sols situés au droit du futur bâtiment après excavation des pollutions concentrées.

Les concentrations sont présentées dans le tableau ci-dessous.

*Tableau 34 : Synthèse des teneurs dans les gaz du sol retenues dans l'ARR prédictive (en mg/m³)*

| Paramètres | | Dans le futur bâtiment LIDL | | | Valeur de comparaison retenue | Dépassement et substance à prendre en compte ? |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Teneur (mg/m³) | Source | Commentaires | | |
| CAV - BTEX | Benzène | 0,6667 | EG4 | - | $2.10^{-3}$ mg/m³ | OUI |
| | Toluène | 2,9333 | EG3 | Concentrations plus importantes que G Environnement | 20 mg/m³ | - |
| | Ethylbenzène | 0,6667 | EG3 | | 1,5 mg/m³ | - |
| | m,p-xylène | 2,6000 | EG3 | | 0,1 mg/m³ | OUI |
| | o-xylène | 0,8333 | EG3 | | 0,1 mg/m³ | OUI |
| | Cumène | 0,0500 | EG3 | - | 0,4 mg/m³ | - |
| | m-p,ethyltoluène | 0,7000 | EG3 | - | Aucune | Non pas de VTR associé |
| | 1,3,5-Triméthylbenzène (mésitylène) | 0,2167 | EG3 | - | 0,06 mg/m³ | OUI |
| | o-ethyltoluène | 0,1333 | EG3 | - | Aucune | Non pas de VTR associé |
| | 1,2,4-Triméthylbenzène (Pseudocumène) | 0,6000 | EG3 | - | 0,06 mg/m³ | OUI |
| COHV | Chlorure de vinyle | 0,8333 | EG2-3 | Concentrations plus importantes que G Environnement | $2,6.10^{-3}$ mg/m³ | OUI |
| | 1,1-Dichloroéthylène | 0,0433 | EG2-3 | | $4.10^{-3}$ mg/m³ | OUI |
| | 1,2-DCE (trans) | 0,1267 | EG2-3 | | 0,06 mg/m³ | OUI |
| | 1,1-Dichloroéthane | 0,0067 | EG2-4 | - | $6,25.10^{-3}$ mg/m³ | OUI |
| | 1,2-DCE (cis) | 8,3333 | EG2-3 | Concentrations plus importantes que G Environnement | 0,06 mg/m³ | OUI |
| | Trichlorométhane | 0,0083 | EG2-2 | | $63.10^{-3}$ mg/m³ | OUI |
| | TCE | 27,3333 | EG3 | - | $10.10^{-3}$ mg/m³ | OUI |
| | PCE | 0,4333 | EG3 | - | $40.10^{-3}$ mg/m³ | OUI |
| TPH | Aromatique fraction C6-C7 | Correspond au benzène | | | | |
| | Aromatique fraction C7-C8 | Correspond au toluène | | | | |
| | Aromatique fraction C8-C9 | 4,0000 | EG3 | - | 0,2 mg/m³ | OUI |
| | Aromatique fraction C9-C10 | 1,8333 | EG3 | - | | |
| | Aromatique fraction C10-C11 | 0,11 | EG3 | Concentration plus faible que G Environnement car non prise en compte des fractions C11-C16 car non détectées. | 0,2 mg/m³ | - |
| | Aliphatique fraction C5-C6 | 0,6667 | EG4 | Concentrations plus faibles que G Environnement | 18 mg/m³ | - |
| | Aliphatique fraction C6-C7 | 4,3333 | EG3 | | 18 mg/m³ | - |
| | Aliphatique fraction C7-C8 | 2,8333 | EG3 | | | |
| | Aliphatique fraction C8-C9 | 21,7949 | EG2-2 | - | 1 mg/m³ | OUI |
| | Aliphatique fraction C9-C10 | 19,6667 | EG2-3 | - | | |
| | Aliphatique fraction C10-C11 | 6,000 | EG2-3 | Concentrations plus importantes que G Environnement | 1 mg/m³ | OUI |
| | Aliphatique fraction C11-C12 | 0,4333 | EG2-3 | | | |
| | Aliphatique fraction C12-C13 | 0,053 | ASD3 | Concentration plus faible que G Environnement car non prise en compte des fractions C13-C16 car non détectées. | 1 mg/m³ | OUI |

Dans le cadre de cette analyse des risques résiduelles seules les teneurs dépassant les seuils de référence seront retenus.

### 7.1.3. Sélection des cibles retenues

Dans le cadre de l'aménagement futur du site en magasin LIDL, les cibles potentielles identifiées sont les suivantes.

*Tableau 35 : Synthèse des cibles du site*

| | Description | Retenu ? oui/non | Argumentation |
|---|---|---|---|
| Cibles | **Population générale** | **oui** | **Employés adultes uniquement Public (adultes et enfants)** |

Néanmoins, dans le cadre de la présente étude, il ne sera retenu que les futurs employés. En effet, il s'agit des cibles les plus exposées, le public ne venant que ponctuellement sur site. De plus, le public aura accès seulement au parking au rez-de-chaussée alors que les travailleurs auront accès aux locaux techniques (local ménage, local informatique, local TGBT).

### 7.1.4. Scénarios d'exposition retenus

En accord avec les substances présentes sur le site, les voies de contamination directes ou indirectes des populations futures susceptibles d'être affectées, les scénarios d'exposition retenus sont les suivants.

*Tableau 36 : synthèse des scénarios d'exposition potentielle retenus*

| Scénarios d'exposition potentielle | Retenu ? oui/non | Commentaires | Adultes Travailleurs |
|---|---|---|---|
| Ingestion de particules de sol | Non | Les espaces extérieurs sont recouverts de matériaux artificiels tels que de l'asphalte, ou des terres d'apport saines (terre végétale). | |
| Inhalation de poussières sur site | Non | | |
| Ingestion de sol | Non | | |
| **Inhalation de substances volatiles à partir des sols, des gaz du sol** | **Oui** | **Les mesures réalisées dans les gaz du sol permettent d'estimer de façon plus réaliste, d'une part, le dégazage des substances volatiles à partir des sols, et potentiellement des eaux souterraines, et d'autre part, l'exposition des usagers.** | **X** |
| Ingestion d'eau souterraine contaminée par infiltration à travers les sols | Non | Absence de puits au droit du site. | |
| Contact direct ou indirect avec les eaux superficielles | Non | Absence d'eau superficielle | |
| Ingestion de végétaux autoproduits sur site | Non | Absence de jardin potager ou arbres fruitiers au droit du site. | |
| Ingestion d'eau potable issue des réseaux souterrains | Non | Implantation des réseaux souterrains dans des zones non impactées. Dans le cas contraire, les canalisations souterraines situées au droit des zones polluées devront circuler dans des remblais d'apport sains ou devront être de nature imperméable aux substances organiques (acier, fonte). | |

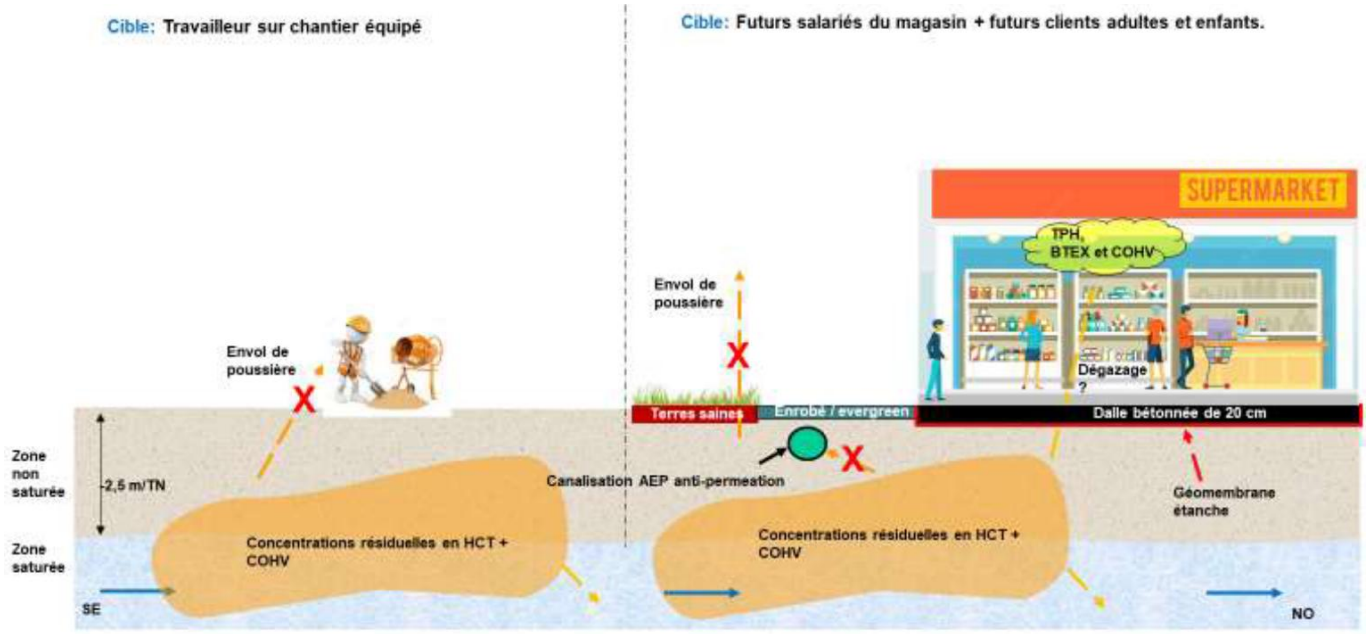
Ainsi le scénario retenu est :

- **SCENARIO 1 « Inhalation de composés volatils »** : exposition de travailleurs adultes dans le local ménage au rez-de-chaussée, par inhalation de vapeurs provenant des sols.

## 7.2. SCHEMA CONCEPTUEL

Le schéma conceptuel a été présenté dans les différents rapports de G Environnement. Celui-ci est repris ci-dessous :

*Figure 34 : Schéma conceptuel après mise en place des mesures de gestion (source : G Environnement)*




A noter que la surface de vente sera présente au R+1. Le rez-de-chaussée sera composé d'un parking et de locaux techniques (local, ménage, local TGBT, local informatique).

## 7.3. SELECTION DES VTR

### 7.3.1. Méthodologie de choix des VTR

Conformément à la note d'information GDGS/EA1/DGOR/2014/307 du 31 Octobre 2014 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact et de la gestion des sites et sols pollués, le choix des VTR a été réalisé selon les règles ci-dessous :

**1** - Aucune valeur toxicologique de référence n'est recensée pour une substance chimique dans les 8 bases de données nationales ou internationales. En l'absence de VTR pour cette substance, une quantification des risques n'est pas envisageable, même si des données d'exposition sont disponibles. Le pétitionnaire doit toutefois mettre en parallèle la valeur mesurée à des valeurs guides comme celles de l'OMS, et à des valeurs réglementaires, en tenant compte des valeurs de bruit de fond, et proposer des mesures de surveillance ainsi que des mesures techniques de réduction des émissions. (…)

**2**- Une seule valeur toxicologique de référence existe dans l'une des 8 bases de données, pour une voie et une durée d'exposition.

La VTR doit correspondre aux conditions d'exposition (durée, voies…) auxquelles la population est confrontée ; ainsi par exemple les pétitionnaires :
ne doivent pas utiliser une valeur toxicologique aiguë pour une exposition chronique et vice versa ;
ne doivent, en l'absence de procédures établies pour la construction de VTR pour la voie cutanée, envisager aucune transposition à cette voie de VTR disponibles pour les voies orale ou respiratoire
ne peuvent procéder à une transposition de la VTR par voie orale en une VTR par voie respiratoire (ou vice versa).

De façon exceptionnelle, une transposition voie à voie ou une transposition d'une durée d'exposition à une autre pourra être proposée par le pétitionnaire. Cette démarche de transposition devra nécessairement être transmise à la DGS qui jugera si une saisine de l'Anses doit être faite. (…)

**3.** Plusieurs valeurs toxicologiques de référence existent dans les bases de données (Anses, US-EPA, ATSDR, OMS/IPCS, Santé Canada, RIVM, OEHHA ou EFSA) pour une même voie et une même durée d'exposition.

Par mesure de simplification, dans la mesure où il n'existe pas de méthode de choix faisant consensus, il est recommandé au pétitionnaire de sélectionner en premier lieu les VTR construites par l'ANSES même si des VTR plus récentes sont proposées par les autres bases de données. Dans ce dernier cas, la DGS jugera de l'opportunité de saisir l'ANSES pour réviser sa VTR, mais elle ne sera pas attendue pour l'évaluation.

A défaut, si pour une substance une expertise nationale a été menée et a abouti à une sélection approfondie parmi les VTR disponibles, alors le prestataire devra retenir les VTR correspondantes, sous réserve que cette expertise ait été réalisée postérieurement à la date de parution de la VTR la plus récente.

Sinon, le pétitionnaire sélectionnera la VTR la plus récente parmi les trois bases de données : US-EPA, ATSDR ou OMS sauf s'il est fait mention par l'organisme de référence que la VTR n'est pas basée sur l'effet survenant à la plus faible dose et jugé pertinent pour la population visée.

Si aucune VTR n'était retrouvée dans les 4 bases de données précédemment citées (Anses, US-EPA, ATSDR et OMS), le pétitionnaire utilisera la dernière VTR proposée par Santé Canada, RIVM, l'OEHHA ou l'EFSA.

S'il existe des effets à seuil et sans seuil pour une même substance, il conviendra de retenir les deux VTR et faire les deux évaluations de risque. (…)»

Les différentes bases de données ont donc été consultées. La recherche des VTR s'est également appuyée sur la base de données « VTR construites et choisies par l'ANSES », version de Septembre 2018.

### 7.3.2. VTR retenues pour le projet

Les Valeurs Toxicologiques de Référence retenues dans le cadre du projet sont présentées dans le tableau ci-après.

L'**Annexe 4** présente le détail des données des VTR et des effets toxiques engendrés par les substances retenues pour l'évaluation des risques.

Note : Certains composés ont des effets à seuil (toxiques), d'autres sans seuil (cancérigènes) et d'autres combinent les deux. Ainsi, certaines VTR ne sont pas existantes pour certains composés suivant l'effet considéré.

*Tableau 37 : Synthèse des VTR retenues*

| | Composé | VTR retenue | Seuil | Source | Argumentation choix VTR | Organes cibles | Source |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **CAV-BTEX** | Benzène | 0,01 ($mg/m^3$) | Avec | VTR ANSES 2008 | Retenu en 2024 par l'ANSES | Hépatotoxique et médullaire | ANSES |
| | | $1,6^{E}$-03 $(mg/m^3)^{-1}$ | Sans | VTR ANSES 2024 | Retenu en 2024 par l'ANSES | Leucémies | ANSES |
| | Xylènes totaux | 0,1 ($mg/m^3$) | Avec | US EPA 2003 | Retenu en 2020 par l'ANSES | Neurologique | ANSES |
| | | - | Sans | - | - | - | - |
| | 1,2,4-Triméthylbenzène (Pseudocumène) | 0,06 ($mg/m^3$) | Avec | US EPA 2016 | Retenue en 2016 par l'US EPA | Neurologique | INERIS |
| | | - | Sans | - | - | - | - |
| | 1,3,5-Triméthylbenzène (Mésitylène) | 0,06 ($mg/m^3$) | Avec | US EPA 2016 | Retenue en 2016 par l'US EPA | Poids | INERIS |
| | | - | Sans | - | - | - | - |
| **COHV** | Chlorure de vinyle | 0,06 ($mg/m^3$) | Avec | TCEQ (2023) | Retenu par l'INERIS | Hépatique | INERIS |
| | | 0,0038 $(mg.m^{-3})^{-1}$ | Sans | ANSES 2012 | Retenu en 2012 par l'ANSES | | INERIS |
| | 1,1-Dichloroéthylène | 0,004 ($mg/m^3$) | Avec | ATSDR 2022 | Retenu par l'INERIS | Hépatique | Fiche INERIS |
| | | - | Sans | - | - | - | - |
| | 1,2-Trans-Dichloroéthylène | 0,06 ($mg/m^3$) | Avec | RIVM 2001 | Proposée par RIVM en 2001 | Hépatique et pulmonaire | Fiche INERIS |
| | | - | Sans | - | - | - | - |
| | 1,1-Dichloroéthane | - | Avec | - | - | - | - |
| | | 1,6.10-3 $(mg.m^{-3})^{-1}$ | Sans | OEHHA 1999 | Proposée par OEHHA en 1999 | | Fiche INERIS |
| | 1,2-Cis-Dichloroéthylène | 0,03 ($mg/m^3$) | Avec | RIVM 2001 | Proposée par RIVM en 2001 | Système nerveux | Fiche INERIS |
| | | - | - | - | - | - | - |
| | Trichlorométhane (Chloroforme) | 0,063 ($mg/m^3$) | Avec | ANSES 2008 | Retenu en 2008 par l'ANSES | Hépatique | Fiche INERIS |
| | | - | - | - | - | - | - |
| | Trichloroéthylène | 3,2 ($mg/m^3$) | Avec | VTR ANSES 2018 | VTR retenue en 2018 par l'ANSES | Reins | Fiche INERIS |
| | | $1^{E}$-3 $(mg/m^3)^{-1}$ | Sans | VTR ANSES 2018 | VTR retenue en 2018 par l'ANSES | Reins | Fiche INERIS |
| | Tétrachloroéthylene | 0,4 ($mg/m^3$) | Avec | VTR ANSES 2018 | VTR retenue en 2018 par l'ANSES | Vision | Fiche INERIS |
| | | $2,6^{E}$-4 $(mg/m^3)^{-1}$ | Sans | VTR ANSES 2018 | VTR retenue en 2018 par l'ANSES | Hépatique | Fiche INERIS |
| **HCT** | Aromatiques C8-C10 | 0,2 ($mg/m^3$) | Avec | TPHCWG | - | Perte de poids | TPHCWG |
| | | - | - | - | - | - | - |
| | Aliphatiques C8-C10 | 1 ($mg/m^3$) | Avec | TPHCWG | - | Hépatotoxique et neurotoxique | TPHCWG |
| | | - | - | - | - | - | - |
| | Aliphatiques C10-C12 | 1 ($mg/m^3$) | Avec | TPHCWG | - | Hépatotoxique et neurotoxique | TPHCWG |
| | | - | - | - | - | - | - |
| | Aliphatiques C12-C16 | 1 ($mg/m^3$) | Avec | TPHCWG | - | Hépatotoxique et neurotoxique | TPHCWG |
| | | - | - | - | - | - | - |

## 7.4. CALCUL DES CONCENTRATIONS DANS LES MILIEUX D'EXPOSITION

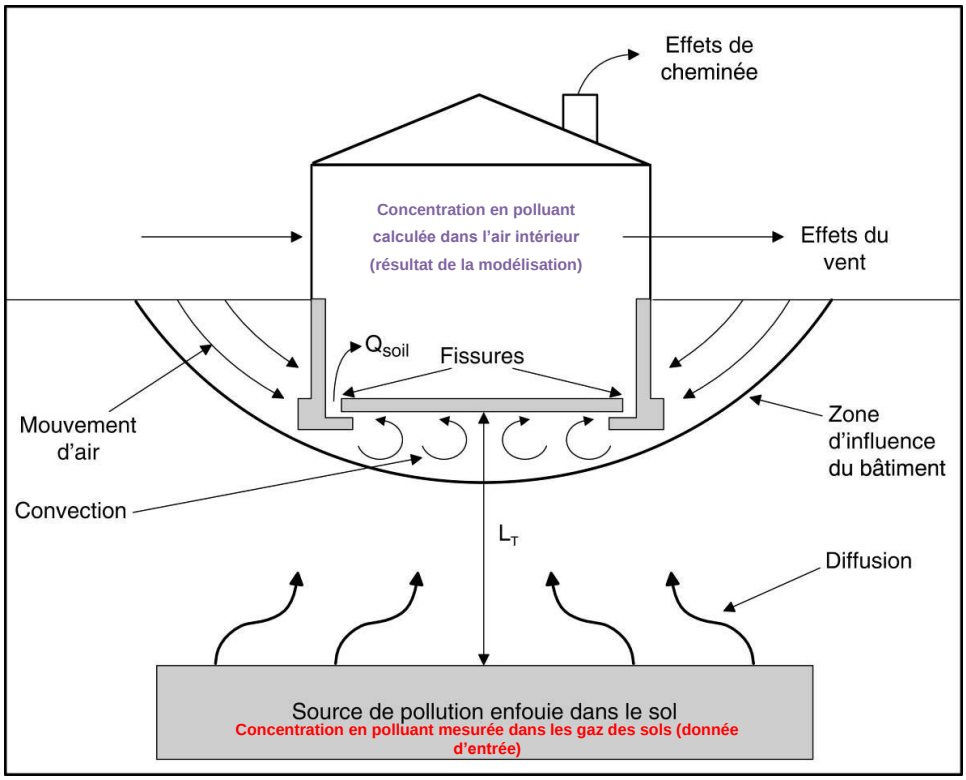
### 7.4.1. Présentation et choix des modèles de calcul des concentrations dans les milieux d'exposition

Calcul des concentrations dans l'air intérieur du futur bâtiment

Le modèle utilisé correspond aux feuilles de calculs élaborées par l'US-EPA sur la base des équations du modèle de Johnson & Ettinger.

Ces outils permettent, à partir d'une concentration en polluant d'une source de pollution (sol, gaz du sol ou nappe souterraine) située sous le bâtiment, de quantifier la concentration d'exposition en polluant volatil dans l'air ambiant intérieur d'un bâtiment.

*Figure 35 : Principe du modèle Johnson & Ettinger*




En limite haute de la zone contaminée, la diffusion moléculaire provoque le mouvement des polluants volatils de la source vers la surface du sol jusqu'à ce que ceux-ci atteignent la zone d'influence du bâtiment considéré. Dans le cas où il n'y a pas de vide sanitaire, les volatils pénètrent ensuite dans le bâtiment par l'intermédiaire de fissures existant entre les fondations et la dalle du bâtiment. Dans le cas d'un vide sanitaire, un mouvement convectif d'air à l'intérieur du sol va faciliter le passage des vapeurs à travers les fissures. Cet effet de convection est induit par une pression négative à l'intérieur du bâtiment résultant de l'association des effets du vent et des effets de cheminée dus au chauffage et à la ventilation mécanique.

Les feuilles de calcul utilisées dans la cadre de cette EQRS sont :

- SG-ADV (version 3.1, 02/04) utilisée pour modéliser les concentrations dans l'air intérieur du bâtiment existant à partir des concentrations mesurées dans les gaz du sol.

Les équations nécessaires à la mise en œuvre de ces modèles sont présentées en **Annexe 5**.

### 7.4.2. Paramètres d'exposition

Le projet prévoit la construction d'une surface commerciale. **Les cibles retenues** dans le cadre de cette étude sont donc les **futurs employés adultes** car cibles les plus explosées par rapport au public (enfants et adultes).

Au regard de la spécificité du site, les paramètres d'exposition pris en compte dans cette étude sont détaillés dans le tableau ci-après.

*Tableau 38 : Paramètres d'exposition pour le scénario n°1*

| Paramètres | Travailleurs adultes | Source |
|---|---|---|
| **Scénario n°1 : Inhalation d'air intérieur** | | |
| Durée d'exposition journalière – intérieur inhalation | 4 h | Les locaux au rez-de-chaussée seront occupés seulement par des locaux techniques (local ménage, local informatique et local TGBT). Il sera pris en compte comme hypothèse majorante que les emp^loyés passeront 4h/ jour dans ces locaux. |
| Nombre de jours annuels d'exposition | 218 j | Employés : Code du Travail : nombre de jours de travail dans l'année fixée à 218 j au maximum pour les salariés en convention de forfait en jours |
| Durée d'exposition théorique | 43 ans | Employés : Durée totale d'une carrière (durée légale de cotisations : 43 annuités) |
| Période sur laquelle est moyennée l'exposition des substances à seuil | 43 ans | Conventionnellement égale à la durée d'exposition théorique pour les substances à seuil |
| Période sur laquelle est moyennée l'exposition des substances sans seuil | 70 ans | Durée conventionnelle vie entière (rapport de l'INERIS de 2001(1) |

(1) Issue des valeurs indiquées dans le rapport de l'INERIS DRC-01-25587/DESP-R01 de Novembre 2001 relatif à la méthode de calcul des VCI dans les sols.

### 7.4.3. Paramètres constructifs liés au projet

Le tableau ci-après reprend les différentes données relatives au projet, utilisées dans les calculs de risques sanitaires.

*Tableau 39 : Paramètres constructifs liés au projet*

| Paramètre | Valeur | Source |
|---|---|---|
| Longueur du local le plus petit au RDC | 3,20 m | Valeurs issues du plan du rez-de-chaussée projet au droit du local ménage (local le plus petit utilisé par les travailleurs) |
| Largeur du local le plus petit au RDC | 2,58 m | |
| Hauteur sous-plafond | 2,20 m | Le local ménage aura une hauteur d'environ 2,5m mais le toit est en pente pour une partie |
| Epaisseur du dallage | 0,2 m | Hypothèse prise en compte en l'absence d'information |

| | | |
|---|---|---|
| Taux de renouvellement d'air | 1 vol/h | Les locaux techniques (local ménage, local informatique, local TGBT) seront largement ventilés |
| Pression différentielle entre l'intérieur et la surface | 4 Pa soit 40 g/cm-s² | Valeur Johnson et Ettinger, valeur par défaut |
| Largeur moyenne des fissures de retrait dallage | 0,0429 | Exigences DTU 13.3 dallages (norme NF P11-213-2 mars 2005) : fissure de retrait de $3.10^{-4}$ m/ml pour le sud de la France. |

En cas de changement des caractéristiques du projet, il sera nécessaire de procéder à une mise à jour de l'étude. Les conclusions du présent document ne seront plus valables.

### 7.4.4. Paramètres liés à la source

Pour le scénario n°1, il a été pris comme hypothèse majorante que la source se trouvait à 1 cm de profondeur sous la dalle béton.

### 7.4.5. Paramètres liés à la typologie du sol

Les caractéristiques du sol et les valeurs retenues dans le cadre de l'étude sont exposées dans le tableau ci-après. Les données se basent sur les observations faites lors des investigations sur site par G Environnement. Il a ainsi été observé des limons sableux en surface jusqu' 2,5m de profondeur puis des sables graveleux avec quelques lentilles limoneuses jusqu'à 6m de profondeur.

*Tableau 40 : Paramètres liés à la typologie du sol*

| Paramètre | Valeur | Source |
|---|---|---|
| Densité apparente | 1,62 | Valeur par défaut modèle Johnson & Ettinger pour un sol de type SL (Sandy Loam = limons sableux) : caractéristiques les plus majorantes |
| Porosité totale | 0,387 | |
| Porosité efficace | 0,103 | |
| Fraction de carbone organique | 0,002 | Valeur par défaut modèle Johnson & Ettinger |
| Température du sol | 14°C | BRGM (http://sigessn.brgm.fr/spip.php?article98) Température moyenne annuel du sol en surface |

## 7.5. QUANTIFICATION DES RISQUES SANITAIRES

### 7.5.1. Niveaux de risques de référence

Conformément au guide du Ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer d'Avril 2017 relatif à la méthodologie national de gestion des sites et sols pollués, les risques sanitaires sont évalués grâce à deux indicateurs : le quotient de danger (QD) et l'excès de risque individuel (ERI).

Le quotient de danger permet d'évaluer les risques sanitaires pour les substances dites « à seuil » et doit être **inférieur à 1** pour que les risques soient considérés comme acceptables.

$$QD = \frac{DJE}{VTR}$$

Avec :

DJE : Dose Journalière d'Exposition qui, dans ce cas, correspond à la concentration inhalée (mg/m$^3$)

VTR : Valeur Toxicologique de Référence qui, dans ce cas, correspond à la VTR inhalation (mg/m$^3$)

L'excès de risque individuel permet, quant à lui, d'évaluer les risques sanitaires pour les substances dites « sans seuil » et doit être **inférieur à $10^{-5}$**.

$$ERI = DJE \times VTR$$

Avec :

DJE : Dose Journalière d'Exposition qui, dans ce cas, correspond à la concentration inhalée (µg/m$^3$)

VTR : Valeur Toxicologique de Référence qui, dans ce cas, correspond à la VTR inhalation ((µg/m$^3$)$^{-1}$)

Pour les substances à seuil (dites toxiques), les quotients de danger sont additionnés uniquement pour les substances ayant le même mécanisme d'action toxique sur le même organe cible. Toutefois, en première approche conservatoire, il est proposé de présenter des risques sanitaires cumulant tous les quotients de danger, sans distinction part organe cible ou effet sur la santé.

Pour les substances sans seuil (dites cancérigènes), les ERI inhérents à chaque substance doivent être cumulés pour obtenir le risque global.

### 7.5.2. Résultats pour le projet étudié

Les calculs ainsi que les résultats détaillés sont présentés en **Annexe 5**.

Les niveaux de risque pour les futurs résidents, calculés à partir des pollutions mises en évidence dans les sols sont présentés dans les tableaux ci-après.

*Tableau 41 : Résultats des calculs de risques sanitaires pour le scénario N°1*

| | QD | ERI |
|---|---|---|
| Scénario N°1 – Niveau de risque global | **2,40E-02** | **8,81E-07** |
| Inhalation d'air intérieur – Parking LIDL RDC Employés adultes | 5,13E-02 | 1,88E-06 |
| **Seuils de référence** | **1,0E+00** | **1,0E-05** |

**En vert** : risques acceptables (quotients de danger cumulés inférieurs à 1 et excès de risques individuels inférieurs à $10^{-5}$)

**En rouge** : risques inacceptables (quotients de danger cumulés supérieurs à 1 et excès de risques individuels supérieurs à $10^{-5}$)

**Les niveaux de risque sanitaires** liés aux effets à seuil (substances toxiques) et aux effets sans seuil (substances cancérigènes) **sont inférieurs aux seuils de référence**, avec les hypothèses exposées ci-avant, pour les employés adultes. Au vu de l'exposition plus faible, du public adultes et enfants, le site est également compatible pour cette cible.

**Les pollutions mises en évidence dans les sols sont donc compatibles avec l'aménagement du site.**

**Rappelons une nouvelle fois qu'il est impératif de respecter les dispositions constructives suivantes :**

- Taux de renouvellement d'air minimal de 1 volume / heure au rez-de-chaussée ;
- Dallage à minima de 20 cm ;
- Au rez-de-chaussée : Pièce utilisée par les travailleurs de dimensions minimales 3,20 m x 2,58 m avec hauteur sous plafond minimale de 2,2 m ;
- A l'extérieur, recouvrement des zones non imperméabilisées par des revêtements de tout type (enrobés, bétons, dalles, pavés, …) ou par apport de 30 cm matériaux sains (avec géotextile ou grillage avertisseur à l'interface terres en place / terres d'apport) ;
- Interdiction des plantations en pleine terre destinées à la consommation (potagers, arbres fruitiers, baies) ;
- Interdiction d'utilisation des eaux souterraines au droit du site ;
- Les eaux pluviales ne seront pas infiltrées au droit des zones où des concentrations résiduelles seront présentes ;
- Mise en place des réseaux AEP dans des tranchées saines et/ou matériaux garantissant l'absence de perméation (acier, fonte, multicouche) au droit des zones de pollution concentrée traitées en fonction des teneurs résiduelles en contaminants.

## 7.6. COMPARAISON AUX VALEURS REGLEMENTAIRES ET AUX VALEURS GUIDE DE LA QUALITE DE L'AIR INTERIEUR (VGAI)

Rappelons, que les concentrations présentées ne sont pas issues de mesures réelles dans le milieu mais d'une modélisation. Cette modélisation est par conséquent sujette à certaines incertitudes du fait des paramètres de modélisation retenus (taux de ventilation, dimensions des bâtiments, type de sol au droit du bâti, taux de fissuration de la dalle, etc.). L'influence de certains de ces paramètres sur la concentration modélisée sera présentée en analysé des incertitudes.

Au-delà, des niveaux de risque sanitaires établis, les concentrations modélisées sont ici comparées aux valeurs réglementaires et valeurs guides disponibles en termes de qualité d'air intérieur.

*Valeurs Guide de la qualité de l'Air Intérieur (VGAI)*

Compte-tenu d'un impact en BTEX et COHV au droit du site, les concentrations modélisées dans le futur bâtiment ont été comparées, à titre informatif, à la valeur repère de qualité d'air intérieur (VGAI) de l'ANSES.

*Tableau 42 : Comparaison des concentrations modélisées avec les VGAI*

| Substance | Concentrations modélisées dans l'air intérieur (µg/m³) | *VGAI* |
| --- | --- | --- |
| Benzène | 0,303 µg/m³ | *2 µg/m³* |
| Trichloroéthylène | 12,4 µg/m³ | *10 µg/m³* |
| Tétrachloroéthylène | 0,197 µg/m³ | *40 µg/m³* |

La concentration modélisée en Trichloroéthylène dans l'air intérieur du futur local ménage est supérieure à la valeur de qualité d'air intérieur recommandée.

Au vu de ce dépassement potentiel, il est recommandé la mise en œuvre de mesures de gestion décrites ci-dessous.

Il est ainsi recommandé d'augmenter le taux de ventilation au droit du rez-de-chaussée à minima 1,3 vol/h au droit de l'ensemble des pièces présentes.

## 7.7. EVALUATION DES INCERTITUDES

Les calculs de risques sont basés sur des concentrations mesurées, des hypothèses et des modélisations. Chacune des étapes est susceptible de générer des incertitudes. Afin d'évaluer la pertinence du résultat trouvé, une analyse des incertitudes est menée. Les résultats ne donnent que des indications et orientations et restent des outils d'aide à la décision.

### 7.7.1. Incertitudes liées à l'échantillonnage

Les teneurs en polluants dans les gaz des sols/sols ont été déterminées à partir des résultats d'analyses des échantillons prélevés lors des investigations de terrain par un autre bureau d'études (G Environnement).
Les prélèvements réalisés sont des prélèvements ponctuels, effectués à un moment donné en un point donné. Ils présentent donc une incertitude quant à leur représentativité. Cette incertitude pourrait être levée avec la réalisation de nouvelles campagnes de mesures pour consolider les premiers résultats acquis.
Les modalités de conditionnement et conservation des échantillons sont également susceptibles d'induire une incertitude liée à la perte de composé par volatilisation ou transformation. Afin de réduire ces pertes, les échantillons ont été conditionnés en flaconnage adapté et conservés à température optimale (en glacière) avant transmission aux laboratoires d'analyses. Les échantillons ont été envoyés au laboratoire le jour même des prélèvements par transporteur express afin de diminuer les risques de volatilisation.
La prise en compte de valeurs mesurées sur le gaz des sols est plus représentative comme-tenu de la voie de transfert étudiée (volatilisation de composés volatils des sols vers l'air ambiant). Les teneurs dans les gaz de sol ont été réalisées par temps froid et pluvieux donc moins propice aux dégagements de composés volatils.

### 7.7.2. Incertitudes liées à l'analyse par le laboratoire

Tout résultat d'analyses présente une incertitude liée aux conditions de mise en œuvre de cette analyse par le laboratoire. Les variations des niveaux de risques sont proportionnelles aux variations des concentrations.
Afin de limiter les incertitudes liées aux analyses, les méthodes normalisées sont privilégiées et le laboratoire choisi est accrédité par le COFRAC. Les limites de quantification ainsi que les méthodes doivent être conformes à celles énoncées dans l'annexe C de la norme NF X 31-620-1.
Tout résultat d'analyses présente une incertitude liée aux conditions de mise en œuvre de cette analyse par le laboratoire. Les variations des niveaux de risques sont directement proportionnelles aux variations des concentrations.
Toutefois, le rapport entre les niveaux de risques calculés et les seuils de référence étant supérieur à 10, ces dernières ne sont pas de nature à mener à des risques inacceptables.
En outre, le nombre d'analyses réalisé est nécessairement limité par les coûts correspondants, tout en respectant le principe de proportionnalité entre le contexte, la sensibilité de l'usage futur, les risques potentiels de pollution des sols et les coûts.

### 7.7.3. Incertitudes liées aux scénarios d'exposition

L'étude s'est basée sur les données du projet, notamment sur la typologie de bâtiment, sa destination et ses caractéristiques.

Seul le scénario d'inhalation d'air ambiant intérieur a été retenu, les cibles étant les employés futurs.

Les fractions de temps retenues sont considérées sont très majorantes, voire maximalistes.

Les calculs sont déjà les plus sécuritaires possibles.

### 7.7.4. Incertitudes liées au choix des VTR

Les VTR ont été sélectionnées selon les recommandations de la note d'information GDGS/EA1/DGOR/2014/307 du 31 Octobre 2014 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact et de la gestion des sites et sols pollués.

### 7.7.5. Incertitudes liées aux paramètres de modélisation pour les modèles utilisés

Incertitudes générales pour le modèle de Johnson et Ettinger

D'une manière globale, le modèle de Johnson et Ettinger détermine une concentration en vapeur, sur la base d'un équilibre entre les différentes phases. Dans la réalité, cet équilibre n'est valable que pour des faibles concentrations. En outre, il ne prend pas en compte l'influence du mélange de plusieurs substances, chaque composé étant calculé séparément. Les fractions de chaque polluant dans l'air peuvent donc être réduites dans la réalité. Les concentrations dans l'air ambiant intérieur sont ainsi **surestimées**.

En outre, le modèle considère que la diffusion des polluants se fait à travers les fissures et les ouvertures de la dalle. Leur largeur est calculée au départ et reste constante sur le temps de la modélisation. Ceci implique également la prise en compte d'un différentiel de pression entre l'intérieur et l'extérieur du bâtiment qui est constant et qui est retenu tel que favorisant le dégazage dans le bâtiment. Or, lorsque les fenêtres et portes du bâtiment sont ouvertes, le différentiel est quasi nul. Cette démarche est donc **sécuritaire**.

Le modèle de Johnson et Ettinger a fait l'objet de plusieurs études expérimentales et a été reconnu comme l'un des outils de modélisation les plus performants, malgré sa démarche globalement sécuritaire.

### 7.7.6. Paramètres de modélisation

Les résultats présentés ci-avant mettent en évidence un respect des niveaux de risque. L'influence des paramètres de modélisation est étudiée dans la suite de ce chapitre :

- pour le scénario présentant les niveaux de risques initiaux acceptables les plus élevés : inhalation de Benzène, 1,2-Cisdichloroéthylène et Trichloroéthylène à l'intérieur par les futurs employés adultes.

Typologie du sol

Le type de sol pris en considération est un sol type limons sableux sur la base des observations de terrains.
Il va ainsi être testé un sol sableux car il présente la granulométrie la plus favorable aux transferts parmi les typologies de sols observés.

| Quantification du risque | Valeur initiale : **SL** | Valeur testée : **S** |
| --- | --- | --- |
| Concentration en Benzène dans l'air intérieur en µg/m$^3$ | 0,303 | 5,44 |
| Concentration en 1,2-Cisdichloroéthylène dans l'air intérieur en µg/m$^3$ | 3,79 | 67,6 |
| Concentration en Trichloroéthylène dans l'air intérieur en µg/m$^3$ | 12,4 | 222 |

On observe une augmentation des concentrations mesurées dans l'air intérieur d'un facteur 18 pour ces 3 composés, en considérant un sol sableux. Les niveaux de risques correspondant pour cette cible resteraient acceptables en considérant cette hypothèse pour les effets avec seuil (QD < 1) mais deviendraient inacceptables pour les effets sans seuil (ERI = 1,58.10$^{-5}$). De plus, il y aurait des dépassements des VGAI notamment pour le Trichloroéthylène et le Benzène.

Paramètres constructifs liés au projet

En l'absence de caractéristique précise définie actuellement, des hypothèses sécuritaires ont été prises pour les paramètres constructifs :

- L'épaisseur du dallage est la hauteur minimale pour construction d'un bâtiment (20 cm)
- La hauteur sous plafond est la hauteur minimale (2,2 m),
- La pression différentielle est une valeur par défaut du modèle (40 Pa),
- Le taux de renouvellement d'air pris en compte est de 1 vol/h. Le parking au rez-de-chaussée sera largement ventilé (nombreuses ouvertures sur façades) et pas complètement fermé. De plus, seul des locaux techniques seront présents au rez-de-chaussée (local ménage, local TGBT, local informatique), les ventilations seront donc importantes au vu des usages. Le taux de ventilation sera à minima de 1,3 vol/h pour que les concentrations en TCE soient inférieures à la VGAI dans les locaux techniques.
- Les dimensions de l'espace sont basées sur les dimensions réelles du bâtiment issues des plans du PC en date du 23/01/2026.

L'ensemble de ces paramètres sont donc très **sécuritaires**.

Incertitudes concernant les paramètres liés à la construction

Il est rappelé que les calculs sont directement dépendants des paramètres constructifs liés au projet. Si ces derniers sont modifiés par rapport aux hypothèses prises en compte dans cette évaluation de risques, cette dernière devra être mise à jour.

### 7.7.7. Conclusions sur les incertitudes

Les risques sanitaires ont été calculés en choisissant des **hypothèses réalistes ou sécuritaires**.

## 7.8. CONCLUSION DE L'EVALUATION DES RISQUES RESIDUELS PROSPECTIVE

Les résultats montrant des niveaux de risque acceptables en considérant les caractéristiques constructives réalisées, en particulier :

- Taux de renouvellement d'air minimal de 1,3 volume / heure pour les locaux techniques du rez-de-chaussée ;
- Dallage à minima de 20 cm ;
- Au rez-de-chaussée : Local utilisé par les employés de dimensions minimales 3,20 m x 2,58 m avec hauteur sous plafond minimale de 2,2 m ;
- A l'extérieur, recouvrement des zones non imperméabilisées par des revêtements de tout type (enrobés, bétons, dalles, pavés, …) ou par apport de 30 cm matériaux sains (avec géotextile ou grillage avertisseur à l'interface terres en place / terres d'apport) ;
- Interdiction des plantations en pleine terre destinées à la consommation (potagers, arbres fruitiers, baies) ;
- Interdiction d'utilisation des eaux souterraines au droit du site ;
- Les eaux pluviales ne seront pas infiltrées au droit des zones où des concentrations résiduelles seront présentes ;
- Mise en place des réseaux AEP dans des tranchées saines et/ou matériaux garantissant l'absence de perméation (acier, fonte, multicouche) au droit des zones de pollution concentrée traitées en fonction des teneurs résiduelles en contaminants.

Par ailleurs, cette évaluation de risques sanitaires pourrait être mise à jour après acquisition de données analytiques sur les gaz des sols et/ou l'air ambiant.

Il est rappelé que les modélisations effectuées depuis les concentrations dans les sols sont plus pénalisantes.

# 8. A330 : IDENTIFICATION DES DIFFERENTS SCENARIOS DE GESTION POSSIBLES ET REALISATION D'UN BILAN COUTS-AVANTAGES

La méthodologie utilisée pour la réalisation de ce bilan se basera sur la méthodologie employée en pollution des sols et sera basée sur le guide en la matière « Elaboration des bilans coûts-avantages adaptés aux contextes de gestion des sites et sols pollués » de l'ADEME et l'UPDS de Mars 2017.
Les objectifs du bilan coûts-avantages sont :

- Identifier les différents scénarios de gestion possible, valides sur le plan sanitaire ;
- Faire ressortir les solutions les plus adaptées au site.

Il consiste à produire une étude comprenant des éléments factuels et détaillés, de comparaison de chaque scénario de gestion pertinents sur les mêmes critères de comparaison, intégrant l'ensemble des coûts.
Dans la logique des objectifs du plan de gestion, à bilan coûts – avantages comparables, doivent être recherchées :

- en premier lieu les mesures visant à l'élimination de la source,
- en second lieu celles conduisant à désactiver une ou des voies de transfert c'est-à-dire les possibilités de mise en contact les polluants.

Dans le cadre de la présente étude, le bilan coûts-avantages s'attèlera donc à proposer des solutions de gestion des bétons fortement impactés, les sources étant supprimées.
Le bilan coûts-avantages proposé dans le présent rapport est basé sur les critères de comparaison suivants :

- Critères techniques, normatifs et organisationnels,
- Critères économiques,
- Critères environnementaux et liés à l'Hygiène Sécurité,
- Critères socio-politiques,
- Critères juridiques et règlementaires.

Pour mémoire, les principales caractéristiques des dispositions constructives du projet sont présentées dans le paragraphe relatif à l'évaluation des risques sanitaires.

## 8.1. RAPPEL DES OBJECTIFS DE DEPOLLUTION

Dans les chapitres précédents, il a été mis en évidence que les impacts les plus marqués en hydrocarbures (HCT) et en COHV (TCE, 1,2-DCE) représentent des pollutions concentrées qu'il est nécessaire de traiter conformément aux prescriptions de la méthodologie nationale.
Pour rappel, les autres teneurs détectées (PCB, HAP et métaux lourds) ne sont pas assimilés à des pollutions concentrées.
Il est également rappelé que l'évaluation des risques sanitaires conduit à des niveaux de risques acceptables au regard des seuils fixés et qu'il n'est pas requis de fixer des objectifs de dépollution sur le plan sanitaire.

Néanmoins, certaines conditions sont à respecter avec notamment la mise en place d'un recouvrement ou d'un revêtement au droit des zones non imperméabilisées, la mise en place des réseaux AEP dans des tranchées saines et/ constituées de matériaux imperméables.

Dans le cadre de la présente étude, le bilan coûts-avantages s'attèlera donc à étudier la suppression de ces pollutions concentrées. Pour rappel, les objectifs de dépollution sont les suivants :

- HCT : 2000 mg/kg ;
- TCE : 0,6 mg/kg ;
- 1,2-DCE (cis+trans) : 3 mg/kg.

Les pollutions concentrées en HCT et en COHV (TCE, 1,2-DCE) semblent représenter un volume en gestion d'environ 3 400 $m^3$.
En tenant compte d'une nappe phréatique à environ 3m de profondeur au droit du site, il est estimé environ 2 235 $m^3$ situés dans la zone non saturée et 1 160 $m^3$ situé en zone saturée.
Des matériaux non impactés dont les concentrations sont inférieures aux seuils de dépollution seront à prendre en charge lors du terrassement au droit de C6 au droit du local loué pour atteindre les pollutions concentrées (HCT 2-3m = 5 100 mg/kg). Ces matériaux représentent un volume total 200 $m^3$ qui peuvent être remblayés sur site.

Les piézomètres présents sur site devront être conservés. En effet, le contrôle des eaux souterraines sera réalisé pendant les travaux et après la dépollution des sols du site d'étude.
Certains sondages n'ont pas été caractérisés entre 3-6m, néanmoins au vu des concentrations dans les couches sus-jacente, ces matériaux ont été considérés comme impactés et à prendre en charge. Une attention particulière devra être menée au droit de ces zones avec la réalisation de contrôles analytiques en phase travaux.

Les volumes sont rappelés ci-dessous.

*Tableau 43 : Synthèse des volumes de pollutions concentrées à prendre en charge*

| Zones | Sondages | Concentrations HCT > 2000 mg/kg | Concentrations TCE > 0,6 mg/kg | Concentrations 1,2-DCE (cis+trans) > 3 mg/kg | Surface (m²) | Hauteur (m) | Volume impacté associé aux PC (m3) | Volume à terrasser non impacté |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Zone imprégnée Est Démontage VHU | T1 0-0,5m | 37000 | | | 100 | 1 | 100 | |
| Zone Sud-Est | ES9 0-2,5m | 14000 | | | 130 | 4,5 | 585 | |
| | C11 1-2m | 5300 | | | | | | |
| | C10 2-3m | 3000 | | | | | | |
| | C11 2-3m | 2900 | | | | | | |
| | C10 3-4m | 2400 | | | | | | |
| Intérieur atelier stockage huiles | ESC8 1-2m | 3300 | | | | | | |
| Zone Nord | ES10 0-2,75m | 10000 | | | 110 | 4,5 | 495 | |
| | ESC13 0-1m | 3800 | | | | | | |
| | ESC11 1-2m | | | 3,249 | | | | |
| | ESC13 2-3m | 8100 | 1,1 | 3,21 | | | | |
| | ESC11 2-3m | | | 6,08 | | | | |
| Aire de lavage des copeaux | ES6 0,5-1,5m | 36000 | | 130 | 180 | 5 | 900 | |
| | C5 0-1m | | 0,68 | | | | | |
| | C5 1-2m | | | 4,14 | | | | |
| | C5 2-3m | 5600 | | 3,21 | | | | |
| | ESC3 2-3m | 7900 | | | | | | |
| | C5 3-4m | 3200 | | 8,27 | | | | |
| | C5 4-5m | 2000 | | 3,3 | | | | |
| | C5 5-6m | | | 6,24 | | | | |
| | ESC1 0-1m | 3100 | | | 115 | 1 | 115 | |
| Bennes copeaux / Zone de rétention des huiles | ES4 1,5-2,5m | 2800 | 85 | 43 | 150 | 5 | 750 | |
| | C4 0-1m | | 0,73 | | | | | |
| | C4 1-2m | | 1,3 | 6,2 | | | | |
| | C4 2-3m | | 2,2 | | | | | |
| | C4 3-4m | | 2 | 11,23 | | | | |
| Zone entre bennes et aire de lavage | Pas d'analyses mais suspicion d'impacts | | | | 70 | 5 | 350 | |
| Voie de circulation | C2 2-3m | | 0,62 | *A laisser sur place = proche de la valeur seuil* | | | | |
| Cuve enterrée fioul | ES1 2-3m | | 0,6 | *A laisser sur place = valeur seuil* | | | | |
| Local loué | 0-2m | Pas d'impacts | | | 110 | 2 | | 220 |
| | C6 2-3m | 5100 | | | 110 | 1 | 100 | |
| **TOTAL** | | | | | **890** | **-** | **3395** | **220** |

Aucun carottage de la dalle béton n'a pour l'instant été réalisé. Au vu des impacts identifiés dans les sols et de la présence d'huiles au droit de celle-ci il est suspecté qu'elles soient impactées.

Des analyses seront réalisées ultérieurement. En l'état la prise en charge de ces éléments n'est pas appréhendée dans le présent plan de gestion.

## 8.2. DESCRIPTION DES TECHNIQUES DISPONIBLES

L'objet de ce chapitre est de présenter les différentes techniques de réhabilitation applicables au site eu égard aux caractéristiques des sources de contamination prises en compte, présentées dans les paragraphes précédents.
Remarque : chaque technique présentée ci-après n'est pas systématiquement applicable à l'ensemble des sources de contamination susceptibles de faire l'objet d'une réhabilitation.
Tant au plan sanitaire qu'environnemental, les options de gestion à privilégier sont les mesures qui permettent :

- en premier lieu, l'élimination des sources de contamination (traitement, élimination des sources de pollution concentrées…),
- en second lieu, la désactivation des voies de transfert : concernant en priorité les sources ne comprenant pas de substances volatiles.

### 8.2.1. Mesures visant à éliminer les sources

#### 8.2.1.1 Excavation et transfert hors site en installation de stockage de déchets adaptés ou en biocentre

**Principe**

Cette opération consiste à excaver et à enlever les sols contaminés. Le sol excavé est considéré comme un déchet et évacué, après procédure d'acceptation préalable, selon la nature et les teneurs des polluants en :

- En ISD. (Installation de Stockage de Déchets) dangereux, non dangereux ou inertes ;
- En centre de traitement biologique ou thermique.

En biocentre, la technique consiste à optimiser la dégradation biologique des polluants contenus dans les terres par la mise en tertres des terres dans une installation fixe dédiée.

**Applicabilité**

Cette technique peut être mise en œuvre uniquement pour la zone non saturée du sol ± 0,5 m (hors nappe), c'est-à-dire à une profondeur inférieure à environ 3-3,5 m.
La mise en œuvre d'excavation des terres présente des contraintes sur le site :

- La zone à traiter est située entre l'extérieur et l'intérieur du site. La dépollution ne pourra être menée qu'après démolition des bâtiments en place.
- Une partie des terres impactées se situe en zone saturée et les terrassements ne peuvent être réalisée qu'à environ 0,5m sous la nappe.
- Les sols ne semblent pas présenter une bonne tenue et peuvent s'affaisser lors des terrassements (contraintes géotechniques).

Dans une démarche environnementale, il est préférable d'étudier un traitement plutôt qu'une simple mise en stockage (saturation des décharges, pollution persistante, émission de gaz à effet de serre lors de l'excavation et du transport). Les polluants identifiés dans les zones à traiter (hydrocarbures et COHV majoritairement) sont a priori biodégradables (sous certaines conditions) et peuvent être évacués en centre de traitement biologique (biocentre).

Des traitements thermiques tels que de la désorption peuvent également être mis en œuvre. De tels centres sont disponibles dans la région.
La mise en œuvre d'un traitement hors site nécessite l'excavation des terres et doit tenir compte de leur coût de transport vers le centre de traitement, ce qui a un impact à la fois économique et écologique. Par ailleurs, des remblais devront être apportés sur le site pour combler les fouilles.

Le projet ne prévoit aucun terrassement au droit du site. Seuls quelques décapages de surface seront réalisés. Dans ce cadre, cette technique ne semble pas être la plus adaptée dans ce contexte.

#### 8.2.1.2 Excavation et traitement sur site

**Principe**

Comme pour la précédente technique, le traitement sur site consiste en premier lieu à excaver les terres et peut être mise en œuvre uniquement pour la zone non saturée du sol ± 0,5 m (hors nappe), c'est-à-dire à une profondeur inférieure à environ 3-3,5 m.
Toutefois, ces dernières ne seront pas transférées hors site mais seront mises en place sur une aire de traitement aménagée sur le site. Cette technique présente l'avantage de ne pas requérir un transport des terres hors site. En revanche, il existe un surcout lié à la construction et au fonctionnement de la plateforme de traitement. Les traitements peuvent durer plusieurs mois voire années en fonction des objectifs de dépollution à atteindre. La mise en œuvre de tests en laboratoires et/ou d'essais pilotes devront être mis en œuvre pour valider la réponse du traitement, très variable en fonction des caractéristiques du sol, des conditions du milieu et du polluant.
Il n'est donc pas possible d'utiliser rapidement les terres pour le remblaiement des fouilles.
Par ailleurs, une fois traitées, les terres devront :

- Soit être réutilisées sur site, ce qui peut dans certains cas ne pas être envisageable ou apporter des contraintes notamment des contraintes géotechniques, notamment en matière de gestion des pollutions résiduelles à l'issue du traitement (qui dans tous les cas ne permettra pas l'abattement total des pollutions) ;
- Soit être évacuées vers un exutoire (installation de stockage de déchets dangereux, non dangereux ou inertes, en fonction des niveaux de pollution résiduelle).

Comme précédemment les traitements mis en œuvre peuvent principalement être biologique (biotertre) ou thermique (désorption thermique).

**Applicabilité**

Cette technique s'applique a priori aux polluants identifiés sur les terres à traiter (essentiellement des hydrocarbures, et COHV). Toutefois à ce stade et sans mise en œuvre de tests en laboratoires et/ou d'essais pilotes, il n'est pas possible d'évaluer l'efficacité du traitement.
La durée des travaux à prévoir peut-être relativement longue en fonction de l'efficacité du process et du seuil de dépollution à atteindre en fonction de l'objectif final (réutilisation hors site ou évacuation en ISD). Il d'agit d'une mesure visant à maitriser les impacts.
A ce stade, il n'est pas identifié de possibilité d'évaluer les niveaux de pollution résiduels et les contraintes associées (conditions de réemploi des terres sur site et identification d'un exutoire en cas d'évacuation).

Les volumes à traiter étant relativement importants, les coûts liés à l'installation et au fonctionnement de la plateforme semblent compétitifs par rapport à une gestion hors site.

#### 8.2.1.3 Traitement in-situ

**Principe**

Ce type de traitement peut être mis en œuvre autant pour des pollutions superficielles hors nappe (zone non saturée), que pour des pollutions plus profondes situées dans la nappe (zone saturée).

Pour la zone non saturée (hors nappe) :

Ces techniques présentent l'avantage de ne pas avoir la nécessité de procéder à des excavations et un transport des terres hors site. En revanche, la mise en œuvre de tests en laboratoires et/ou d'essais pilotes devront nécessairement être mis en œuvre pour valider la réponse du traitement, très variable en fonction des caractéristiques du sol, des conditions du milieu et du polluant.

Seuls certains types de sol et certains polluants peuvent être traités par ces techniques. Le rendement de ce type de techniques est souvent plus faible et le risque de réapparition de la pollution (effet rebond), nécessitant une reprise du traitement, est important avec certaines techniques.

Pour la zone saturée (nappe) :

Ce type de traitement est le seul pouvant être mis en œuvre sur la zone saturée.

**Applicabilité**

Pour la zone non saturée (hors nappe) :

Les 3 principales techniques utilisables sont :

- La biodégradation dynamisée : mise en place de puits d'injections ou drains pour l'ajout de composés spécifiques dans les sols afin de créer les conditions favorables (oxygène, pH, température, potentiel d'oxydoréduction) à l'activité des microorganismes responsables de la biodégradation des polluants.
- Le venting : mise en place d'aiguilles (réseau de petits puits dans la zone non saturée) permettant la mise en dépression du sol et l'aspiration des composés volatils présents dans la porosité du sol. L'air aspiré est traité sur filtre à charbon actif avant rejet à l'atmosphère. Ce traitement peut également être couplé à un traitement biologique in-situ, on parle alors de bio-venting (apport d'oxygène dans la zone non saturée).
- La désorption thermique in-situ : en complément du dispositif de venting, des aiguilles chauffantes sont mise en place afin de chauffer les sols à quelques centaines de degrés pour favoriser la désorption du polluant des sols.

La biodégradation dynamisée serait efficace pour les COHV et les HCT mais nécessiterait une étude plus approfondie pour permettre son dimensionnement.

Le venting/bioventing serait efficace pour les COHV mais moins pour les HCT compte-tenu de la forte proportion de fractions moyennes à lourdes et la faible proportion de fractions volatiles.

La désorption in-situ serait efficace mais nécessiterait une étude plus approfondie pour permettre son dimensionnement. Toutefois, il existe 2 contraintes majeures proscrivant son recours :

- La présence à faible profondeur de la nappe ;
- Cette technique est très consommatrice en énergie (gaz ou électricité). Les couts de l'énergie sont actuellement prohibitifs pour la mise en œuvre de cette technique. Par ailleurs, il n'y a aucune certitude sur l'évolution des coûts au cours du traitement (plusieurs mois).

Pour la zone saturée (nappe) :

Les investigations menées à ce stade ont révélé l'absence de flottants mais la présence de COHV à des concentrations notables en aval du site.

Ainsi il pourra être mis en œuvre, un traitement visant à traiter les sols et les eaux dans la zone saturée à savoir

- Pompage traitement : mise en place de puits pour extraire les eaux polluées et pour les traiter sur site avant rejet (charbon actif, physico-chimique, stripping).
- Oxydation chimique : Injection d'oxydants dans les sols (zones saturée et non saturée) pour aboutir à la destruction des polluants ou à la formation de sous-produits de dégradation généralement plus biodégradables.
- Barbotage (Sparging) : injection d'air dans la nappe qui favorise la volatilisation des polluants qui sont récupérés via des puits d'extraction. Cette technique est souvent couplée à du venting. Cette technique peut également être du biosparging où de l'oxygène et des nutriments sont ajoutés dans la zone non saturée afin d'augmenter le processus de biodégradation.

## 8.2.2. Mesures visant à désactiver les voies de transfert

### 8.2.2.1 Gestion des COHV en aval du site

Les résultats d'analyses au droit du réseau piézométrique ont révélé que des impacts notables en COHV étaient identifiés en aval du site. Les concentrations sont 10 à 20 fois supérieures à celles mesurées en amont. La pollution rencontrée au droit des sols sort donc du site. Il va donc être nécessaire de mettre en place au plus tôt un système de piège hydraulique pout maintenir les eaux souterraines sur site et/ou les traitées.

Pour le piège hydraulique actif (pompage) : Le pompage (via des puits d'extraction) permet d'extraire les eaux souterraines ainsi que les polluants organiques en phase dissoute dans la zone saturée et la frange capillaire et de les diriger vers des points d'extraction en vue de traitement. Ainsi, le panache de pollution est maintenu ou réduit par pompage en bloquant ou en inversant l'écoulement naturel des eaux souterraines. Les eaux sont ensuite traitées sur site avant rejet (charbon actif, physico-chimique, stripping).

Il peut également être envisagé la mise en place d'une barrière perméable réactive (BPR) qui est constituée d'une zone perméable verticale de matériaux réactifs (accepteurs ou donneurs d'électron, adsorbants, lit bactérien…) située sur le passage d'un panache d'eau souterraine polluée. Par écoulement advectif naturel au travers de la barrière, les polluants présents dans les eaux souterraines sont dégradés en éléments non nocifs (organiques) ou adsorbés/complexés (organiques, métaux et métalloïdes) par le réactif.

### 8.2.2.2 Gestion de la rétention d'huiles sous le groupe

*Figure 36 : Zone extérieure de rétention d'huiles*



Lors de la campagne d'investigations réalisée par G Environnement le 02/04/2025, il a été mis en évidence la création d'une zone de stockage d'huiles à ras de sol sous le groupe froid.

Cette zone ne peut être laissée en l'état pour éviter toute fuites ou débordements. Il est ainsi nécessaire de gérer ces huiles par pompage et évacuation de celles-ci en filière spécifique.
Le sondage C4 a été décalé par G Environnement pour être placé au plus près de cette zone. Des impacts en TCE, 1,2-DCE, chlorure de vinyle et des impacts modérés en HCT ont été identifiés.

#### 8.2.2.3 Recouvrement

**Principe**

Dans le cas où les substances polluantes mises en causes sont uniquement des substances métalliques et organiques non volatiles et non susceptibles d'être solubilisées, des mesures de gestion simples telles que le recouvrement des terres polluées par des épaisseurs suffisantes et justifiées de terres non polluées, enrobé ou dalle béton peuvent apparaître adaptées dès lors que la mémoire de ces pollutions est conservée.
Un revêtement (enrobés, dalle béton…) ou un recouvrement minimum de 30 cm de terres au droit des espaces extérieurs du site est préconisé.

**Applicabilité**

Cette technique peut être mise en œuvre pour les pollutions non concentrées (gestion des pollutions résiduelles) et notamment pour les substances métalliques et les substances organiques peu ou pas volatiles et peu concentrées.
Le recours à cette technique peut se justifier compte-tenu des résultats de l'évaluation quantitative des risques sanitaires montrant qu'avec le maintien des recouvrements actuellement en place (enrobés, dalles béton), les niveaux de risques calculés sont acceptables.
Il sera nécessaire de garder la mémoire de la contamination laissée en place et de ces mesures de recouvrement avec établissement d'un dossier de servitudes notamment.

## 8.3. BILAN COUTS-AVANTAGES (BCA) DES TECHNIQUES APPLICABLES ENVISAGEES

### 8.3.1. Facteurs limitants

Les facteurs limitants indiqués dans le bilan coûts-avantages liés aux sols pollués sont :

- Les composés détectés : HCT C10-C40 (majoritairement fractions lourdes) et COHV (TCE, 1,2-DCE),
- Les concentrations importantes détectées et les seuils de dépollution retenus,
- Planning,
- La présence de la nappe phréatique à faible profondeur (2,5-3m) et l'Arve est à proximité du site,
- La nappe phréatique est impactée en aval du site par les COHV,
- Absence de caractérisation de la dalle béton.

### 8.3.2. Solutions retenues pour le BCA et validité sanitaire

En accord avec les recommandations nationales en matière de gestion des sites pollués, les mesures proposées dans le présent plan de gestion :

- privilégieront la suppression des sources de pollution dans des conditions techniquement et économiquement acceptables,
- vérifieront la compatibilité sanitaire en cas d'expositions résiduelles à des sources du site entre les futurs usages et les milieux,
- préserveront les milieux dans le temps.

Les solutions de dépollution qui peuvent être appliquées et qui sont retenues dans le cadre de la présente étude sont donc :

Pour la zone non saturée (0-3m de profondeur) :

- Solution N°1 : Excavation de la zone non saturée (0-3 m) et évacuation hors site pour traitement biologique ; traitement in-situ de la zone saturée,
- Solution N°2 : excavation du spot de pollution en HCT et évacuation en filière spécifique ; excavation de la zone non saturée (0-3 m) et traitement biologique sur site ; traitement in-situ de la zone saturée,
- Solution N°3 : excavation de la zone non saturée (0-3 m) et traitement thermique sur site ; traitement in-situ de la zone saturée,
- Solution N°4 : Excavation du spot de pollution en HCT et évacuation en filière spécifique ; Traitement in-situ biodégradation dynamisée (gestion de la ZS),
- Solution N°5 : Excavation du spot de pollution en HCT et évacuation en filière spécifique ; Traitement in-situ venting/biosparging (gestion de la ZS).

Pour la zone saturée (> 3m de profondeur)

- Solution N°A : traitement in-situ de la zone saturée par pompage traitement (séparateur, stripper puis charbon actif),
- Solution N°B : traitement in-situ de la zone saturée par oxydation chimique.

**Validité sanitaires des 5 solutions proposées**

Les pollutions actuellement en place ne présentent pas d'incompatibilité sur le plan sanitaire avec les hypothèses d'aménagement considérées.

Pour le scénario 1, les pollutions résiduelles après purge des pollutions concentrées seront donc compatibles sur le plan sanitaire dans l'hypothèse de la mise en place d'un revêtement ou recouvrement au droit de l'ensemble du site. En cas de construction d'un bâtiment avec de nouvelles caractéristiques ou de modification des aménagements, une analyse des risques sanitaires résiduels devra être menée afin de garantir la compatibilité du projet. Ceci peut donc nécessiter la reprise ultérieure de l'actuel bilan coûts-avantage.

Pour les scénarios 2 et 3, si les terres sont réutilisées sur site et comprennent des pollutions résiduelles après traitement, une analyse des risques sanitaires résiduels devra être menée afin de garantir la compatibilité du projet. Ceci peut également nécessiter la reprise ultérieure de l'actuel bilan coûts-avantage.

Pour les scénarios 4 et 5, si les terres laissées en place comprennent des pollutions résiduelles après traitement, une analyse des risques sanitaires résiduels devra être menée afin de garantir la compatibilité du projet. Ceci peut également nécessiter la reprise ultérieure de l'actuel bilan coûts-avantage.

### 8.3.3. Analyse qualitative sur la base de critères non économiques

Les tableaux 44 à 49 présentent l'analyse qualitative des différentes solutions proposées sur la base des critères :

- Environnementaux,
- Juridiques et réglementaires,
- Techniques liés au projet, aux polluants, au site, aux traitements envisagés.

Les critères de notation sont présentés ci-dessous :

- Note 20/20 : la solution est optimisée et semble la plus adéquate ;
- Note 15/20 : la solution est adéquate mais présente quelques contraintes ;
- Note 10/20 : la solution est compatible mais présente de nombreuses contraintes ;
- Note 5/20 : de nombreuses contraintes sont liées à cette solution ;
- Note 0/20 : la solution n'est pas adaptée. **Une note de 0/20 est éliminatoire (attribution d'une note de zéro pour la note globale du critère)**

*Tableau 44 : Analyse des critères environnementaux*

| | **Solution N° 1 : Excavation de la ZNS et évacuation pour traitement biologique hors site ; traitement in-situ de la ZS** | | **Solution N° 2 : Excavation du spot de pollution en HCT et évacuation en filière spécifique ; excavation de la zone non saturée (0-3 m) et traitement biologique sur site ; traitement in-situ de la zone saturée** | | **Solution N° 3 : Excavation de la zone non saturée (0-3 m) et traitement thermique sur site ; traitement in-situ de la zone saturée** | | **Solution N°4 : Excavation du spot de pollution en HCT et évacuation en filière spécifique ; Traitement in-situ biodégradation dynamisée** | | **Solution N°5 : Excavation du spot de pollution en HCT et évacuation en filière spécifique ; Traitement in-situ venting/biosparging** | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Critères étudiés | Evaluation | Justification | Evaluation | Justification | Evaluation | Justification | Evaluation | Justification | Evaluation | Justification |
| Rendement énergétique et émission gaz à effet de serre | 5/20 | Consommation d'énergie liée :<br>• À l'excavation des terres polluées ;<br>• Au transport routier des terres jusqu'au Biocentre (plusieurs centaines de km selon les centres) ;<br>• A l'apport de matériaux ;<br>• Au fonctionnement du centre de traitement (Biocentre). | 15/20 | Consommation d'énergie liée :<br>• À l'excavation des terres polluées ;<br>• Au fonctionnement de l'unité de traitement (biotertre) ;<br>• Au transport des matériaux présentant un spot en HCT jusqu'au Biocentre ;<br>• Au remblaiement sur site des terres traitées. | 10/20 | Consommation d'énergie liée :<br>• À l'excavation des terres polluées ;<br>• Au fonctionnement de l'unité de traitement (forte consommation de gaz ou d'électricité pour le chauffage des terres) ;<br>• Au remblaiement sur site des terres traitées. | 15/20 | Consommation d'énergie liée :<br>• Au fonctionnement de l'unité de traitement ;<br>• À l'excavation et au transport des matériaux présentant un spot en HCT jusqu'au Biocentre. | 15/20 | Idem scénario n°4 |
| Mobilisation des polluants vers les eaux souterraines | 20/20 | Absence de risque de mobilisation de la pollution vers les eaux souterraines du fait de l'élimination des terres présentant les pollutions concentrées en ZNS et de leurs traitements en ZS. | 15/20 | Risque de contaminations résiduelles liées au traitement. Ce paramètre dépend de l'efficacité du traitement.<br>La nappe sera également traitée. | 15/20 | Idem scénario n°2 | 15/20 | Idem scénario n°2 | 15/20 | Idem scénario n°2 |
| Impact géotechnique et pédologique | 15/20 | Les terres étant évacuées du site, le remblaiement devra faire l'objet de prescriptions géotechniques. | 15/20 | Les excavations puis le remblaiement des terres traitées devront faire l'objet de prescriptions géotechniques. | 10/20 | Idem scénario n°2<br>+ le traitement à un fort impact thermique sur les terres. | 20/20 | Pas de contraintes géotechniques ; les terres étant laissées en place. | 20/20 | Idem scénario n°4 |
| Impact sur la faune et la flore | 15/20 | Absence d'impact sur des zones naturelles (site en zone d'activités) et évacuation de l'ensemble de la pollution.<br>Emission de poussières réduite. | 10/20 | Absence d'impact sur des zones naturelles (site en zone d'activités).<br>Risque de contaminations résiduelles liées au traitement. Ce paramètre dépend de l'efficacité du traitement.<br>Emission de poussières réduite. | 10/20 | Idem scénario n°2 | 5/20 | Impact sur la microfaune et la microflore du sol. | 5/20 | Idem scénario n°4 |
| Impact sur le voisinage (riverains) | 10/20 | Des mesures devront être prises pour limiter l'envol de poussières et les émanations olfactives lors des excavations et au droit des stocks tampons : bâchage, système d'aspiration …<br>Augmentation du trafic : rotation d'environ 40 semi-remorques ou 94 camions bennes 6x4 pour l'évacuation des terres et autant pour l'apport de remblais. | 15/20 | Des mesures devront être prises pour limiter l'envol de poussières et les émanations olfactives lors des excavations.<br>Gène acoustique lié au fonctionnement des installations (toutefois peu importante au regard du contexte industriel / routier local) | 15/20 | Idem scénario n°2 | 20/20 | Gène acoustique lié au fonctionnement des installations (toutefois peu importante au regard du contexte industriel / routier local) | 20/20 | Idem scénario n°4 |
| Valorisation des terres traitées | 10/20 | Pour le Biocentre, à l'issue du traitement, le centre a possibilité de valoriser tout ou partie des terres (réutilisation, comblement de carrières) | 15/20 | Le traitement vise à atténuer les pollutions présentes dans les terres. A l'issue du traitement, les terres ont possibilités d'être valorisées sur site par réutilisation avec contraintes.<br>Cette démarche est compatible avec le projet où peu de terrassements sont envisagés au droit du site. | 15/20 | Idem scénario n°2 | 20/20 | Le traitement vise à laisser en place les terres sur site.<br>Cette démarche est compatible avec le projet où peu de terrassements sont envisagés au droit du site. | 20/20 | Idem scénario n°4 |
| Note globale | **12,5/20** | | **14,17/20** | | **12,50/20** | | **15,83/20** | | **15,83/20** | |

*Tableau 45 : Analyse des critères juridiques et réglementaires*

| | **Solution N° 1 : Excavation de la ZNS et évacuation pour traitement biologique hors site ; traitement in-situ de la ZS** | | **Solution N° 2 : Excavation du spot de pollution en HCT et évacuation en filière spécifique ; excavation de la zone non saturée (0-3 m) et traitement biologique sur site ; traitement in-situ de la zone saturée** | | **Solution N° 3 : Excavation de la zone non saturée (0-3 m) et traitement thermique sur site ; traitement in-situ de la zone saturée** | | **Solution N°4 : Excavation du spot de pollution en HCT et évacuation en filière spécifique ; Traitement in-situ biodégradation dynamisée** | | **Solution N°5 : Excavation du spot de pollution en HCT et évacuation en filière spécifique ; Traitement in-situ venting/biosparging** | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Critères étudiés | Evaluation | Justification | Evaluation | Justification | Evaluation | Justification | Evaluation | Justification | Evaluation | Justification |
| Déchets générés par le chantier | 5/20 | Les terres polluées excavées seront éliminées comme déchets vers le Biocentre (valorisation possible après traitement). Pour le Biocentre, déchets liés au fonctionnement de l'installation de traitement (charbon actif, bâches…), rejets aqueux et/ou atmosphériques. Le maitre d'ouvrage est responsable de ces déchets jusqu'à leur élimination. | 10/20 | Possibilité de valoriser les terres traitées sur site sous contraintes et ne seront pas considérés comme déchets. Mais en cas d'impacts notables elles nécessiteront leur évacuation en fin de traitement selon un exutoire à préciser en fonction des pollutions résiduelles.<br>Le spot de pollution en HCT sera éliminé comme déchets (valorisation en Biocentre).<br>Déchets liés au fonctionnement de l'installation de traitement (charbon actif des filtres), rejets atmosphériques … | 15/20 | Possibilité de valoriser les terres traitées sur site sous contraintes et ne seront pas considérés comme déchets. Mais en cas d'impacts notables elles nécessiteront leur évacuation en fin de traitement selon un exutoire à préciser en fonction des pollutions résiduelles.<br>Déchets liés au fonctionnement de l'installation de traitement (charbon actif des filtres), rejets atmosphériques … | 15/20 | Le spot de pollution en HCT sera éliminé comme déchets (valorisation en Biocentre). Pour le reste, les terres ne seront pas évacuées du site.<br>Déchets liés au fonctionnement de l'installation de traitement (charbon actif des filtres), rejets atmosphériques … | 15/20 | Idem scénario n°4 |
| Contraintes résiduelles (restrictions d'usage, surveillance, permanence de traitement …) | 15/20 | Mesures pour gestion des pollutions résiduelles (recouvrement et surveillance des eaux souterraines) : restrictions d'usage et servitudes | 10/20 | Mesures pour gestion des pollutions résiduelles (recouvrement et surveillance des eaux souterraines) : nécessité de réaliser un dossier de servitudes afin de garder la mémoire des terres potentiellement polluées réutilisées sur site, en cas de contamination résiduelle.<br>Mobilisation foncière le temps du traitement (plusieurs mois à plusieurs années) | 10/20 | Idem scénario n°2 | 10/20 | Idem scénario n°2 | 10/20 | Idem scénario n°2 |
| Contraintes réglementaires / autorisations administratives | 15/20 | Nécessité d'obtenir un Certificat d'Acceptation Préalable (CAP) auprès des centres avant évacuation des terres.<br>Traçabilité des terres éliminées (BSD / Trackdéchets).<br>Surveillances environnementales (eaux souterraines) | 5/20 | Idem scénario n°1<br>+<br>Traitement à réaliser sur site pour éviter un classement au titre des rubriques 27XX de la nomenclature ICPE.<br>Les rejets atmosphériques (et aqueux le cas échéant) devront donc être contrôlés et éventuellement analysés. L'installation devra faire l'objet de contrôle acoustique.<br>Les rejets aqueux (le cas échéant) devront faire l'objet d'une convention avec la collectivité en charge de la gestion du réseau EU. | 5/20 | Idem scénario n°2 | 10/20 | Les rejets atmosphériques (et aqueux le cas échéant) devront donc être contrôlés et éventuellement analysés. L'installation devra faire l'objet de contrôle acoustique.<br>Les rejets aqueux (le cas échéant) devront faire l'objet d'une convention avec la collectivité en charge de la gestion du réseau EU. | 10/20 | Idem scénario n°4 |
| Note globale | **11,67/20** | | **8,33/20** | | **10/20** | | **11,67/20** | | **11,67/20** | |

*Tableau 46 : Analyse des critères techniques liés au projet*

| | **Solution N° 1 : Excavation de la ZNS et évacuation pour traitement biologique hors site ; traitement in-situ de la ZS** | | **Solution N° 2 : Excavation du spot de pollution en HCT et évacuation en filière spécifique ; excavation de la zone non saturée (0-3 m) et traitement biologique sur site ; traitement in-situ de la zone saturée** | | **Solution N° 3 : Excavation de la zone non saturée (0-3 m) et traitement thermique sur site ; traitement in-situ de la zone saturée** | | **Solution N°4 : Excavation du spot de pollution en HCT et évacuation en filière spécifique ; Traitement in-situ biodégradation dynamisée** | | **Solution N°5 : Excavation du spot de pollution en HCT et évacuation en filière spécifique ; Traitement in-situ venting/biosparging** | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Critères étudiés | Evaluation | Justification | Evaluation | Justification | Evaluation | Justification | Evaluation | Justification | | |
| Délais stratégie de dépollution dans le temps | 20/20 | Durée du chantier limitée (de l'ordre de 3-5 mois avec les étapes préparatoires) | 10/20 | Délais qui dépendent de l'efficacité de traitement et peuvent être longs : cinétique du traitement d'environ 12-18 mois. Cette méthode nécessite d'intégrer au phasage une zone « tampon » pour le traitement des terres. | 20/20 | Durée du chantier limitée (de l'ordre de 3-6 mois avec les étapes préparatoires) | 5/20 | Délais qui dépendent de l'efficacité de traitement et peuvent être longs : cinétique du traitement d'environ 1-4 ans. | 5/20 | Idem scénario n°4 |
| Stratégie de dépollution dans l'espace / foncier disponible | 20/20 | Mobilisation du foncier uniquement le temps de la réalisation des excavations et évacuations (zone à excaver, zone de stockage tampon, zones de manœuvre et circulation) | 10/20 | Mobilisation du foncier sur site le temps de la réalisation des excavations et évacuations (zone à excaver, zone de stockage tampon, zones de manœuvre et circulation).<br>Mobilisation d'une partie du foncier nécessaire pour l'accueil de la plateforme de traitement, pendant toute la période de fonctionnement (plusieurs mois).<br>Les fouilles ne pourront être remblayées qu'après la fin du traitement ou nécessité de réaliser un apport de matériaux + gestion des terres traitées. | 15/20 | Idem scénario n°2 mais requiert moins de place | 15/20 | Mobilisation d'une partie du foncier nécessaire pour l'accueil de la plateforme de traitement, pendant toute la période de fonctionnement (plusieurs années). | 15/20 | Idem scénario n°4 |
| Nécessité de laisser des unités de traitement sur place | 20/20 | Pas d'installation de traitement sur site | 10/20 | Installation de traitement de terres en place potentiellement pendant plusieurs mois / années | 15/20 | Installation de traitement de terres en place potentiellement pendant plusieurs mois | 5/20 | Installation de traitement de terres en place potentiellement pendant plusieurs années. | 5/20 | Idem scénario n°4 |
| Critères et procédures de réception de la dépollution | 15/20 | Les opérations de réception devront comprendre la réalisation de prélèvements et analyses sur les parois des fouilles (bords et fonds) afin de valider l'atteinte des objectifs de dépollution. | 10/20 | Les opérations de réception devront comprendre la réalisation de prélèvements et analyses sur les parois des fouilles (bords et fonds) afin de valider l'atteinte des objectifs.<br>Des contrôles analytiques devront être opérés régulièrement sur les terres traitées afin de vérifier le bon fonctionnement du traitement et l'atteinte des objectifs de dépollution. Le traitement devra être poursuivi jusqu'à l'atteinte de ces objectifs. | 10/20 | Idem scénario n°2 | 10/20 | Des contrôles analytiques devront être opérés régulièrement sur les eaux souterraines et les terres traitées afin de vérifier le bon fonctionnement du traitement et l'atteinte des objectifs de dépollution. Le traitement devra être poursuivi jusqu'à l'atteinte de ces objectifs. | 10/20 | Idem scénario n°4 |
| Nécessité ou non de réaliser des études complémentaires / gestion des incertitudes | 15/20 | L'ARR prédictive a confirmé la compatibilité sanitaire du site après excavation des pollutions concentrées.<br>Réalisation d'une ARR en fin de travaux si les teneurs résiduelles sont supérieures aux objectifs fixés dans le PG. | 10/20 | Réalisation de test de traitabilité et/ou d'essais pilotes afin de s'assurer de l'efficacité de la technique retenue. L'ARR prédictive a confirmé la compatibilité sanitaire du site après excavation des pollutions concentrées.<br>Réalisation d'une ARR en fin de travaux si les teneurs résiduelles sont supérieures aux objectifs fixés dans le PG. | 10/20 | Idem scénario n°2 | 10/20 | Idem scénario n°2 | 10/20 | Idem scénario n°2 |
| Note globale | **18/20** | | **10/20** | | **14/20** | | **9/20** | | **9/20** | |

*Tableau 47 : Analyse des critères techniques liés aux polluants*

| | **Solution N° 1 : Excavation de la ZNS et évacuation pour traitement biologique hors site ; traitement in-situ de la ZS** | | **Solution N° 2 : Excavation du spot de pollution en HCT et évacuation en filière spécifique ; excavation de la zone non saturée (0-3 m) et traitement biologique sur site ; traitement in-situ de la zone saturée** | | **Solution N° 3 : Excavation de la zone non saturée (0-3 m) et traitement thermique sur site ; traitement in-situ de la zone saturée** | | **Solution N°4 : Excavation du spot de pollution en HCT et évacuation en filière spécifique ; Traitement in-situ biodégradation dynamisée** | | **Solution N°5 : Excavation du spot de pollution en HCT et évacuation en filière spécifique ; Traitement in-situ venting/biosparging** | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Critères étudiés | Evaluation | Justification | Evaluation | Justification | Evaluation | Justification | Evaluation | Justification | Evaluation | Justification |
| Nature des polluants | 15/20 | Les polluants rencontrés (HCT, COHV) sont classiquement acceptés dans les ISD ou les plateformes de traitement<br>Les seuils d'acceptation sont spécifiques à chaque centre et un Certificat d'Acceptation Préalable (CAP) devra être demandée à l'ISD ou le Biocentre et les concentrations en polluants seront à renseigner sur la Fiche d'Identification de Déchet (FID). | 10/20 | La réalisation de tests de traitabilité et/ou d'essais pilotes afin de s'assurer de l'efficacité de la technique retenue est indispensable.<br>Le Biotertre s'applique à des sols pollués par les produits pétroliers de type gasoils, fuels, kérosène. Les COHV, SCOV, pesticides, certaines coupes pétrolières lourdes (HAP, huiles organiques …) peuvent aussi, dans certaines conditions, être traités mais avec des rendements épuratoires plus faibles.<br>Le rendement des biotertres varie fortement en fonction des conditions du milieu ; il peut dans certains cas atteindre plus de 90% si le temps de traitement est suffisamment long. | 10/20 | La réalisation de tests de traitabilité et/ou d'essais pilotes afin de s'assurer de l'efficacité de la technique retenue est indispensable.<br>La Désorption thermique est utilisée pour de nombreux polluants organiques (volatils, semi-volatils voire peu volatils) : hydrocarbures pétroliers (essences, gasoils, kérosènes ….), fractions plus lourdes d'hydrocarbures, solvants chlorés, huiles, PCB, pesticides, dioxines/furanes, HAP.<br>Les concentrations en HCT jusqu'à 50 000 mg/kg peuvent être prises en charge. | 10/20 | La réalisation de tests de traitabilité et/ou d'essais pilotes afin de s'assurer de l'efficacité de la technique retenue est indispensable.<br>Les polluants les plus concernés sont les hydrocarbures pétroliers à molécule courte à moyenne, les COV et les SCOV. Certains solvants chlorés comme le TCE, le TCA, le DCE peuvent être dégradés par cométabolisme. Certains HAP, SCOHV et SCOV ont pu être dégradés dans certaines conditions.<br>Le rendement varie fortement en fonction des conditions du milieu ; il peut dans certains cas atteindre plus de 90% si le temps de traitement est suffisamment long et en fonction de la cinétique de traitement. | 10/20 | La réalisation de tests de traitabilité et/ou d'essais pilotes afin de s'assurer de l'efficacité de la technique retenue est indispensable.<br>Les polluants concernés sont des pollutions de types hydrocarbures pétroliers légers ainsi que pour des pollutions liées aux composés halogénés volatils et aux composés non-halogénés volatils. Cette technique est, dans certaines conditions, potentiellement applicable sur certains composés halogénés semi-volatils et certains composés non-halogénés semi-volatils.<br>Dans des conditions optimales, le rendement de ce procédé peut dépasser 90%. Néanmoins, ce rendement peut être sensiblement affecté par l'hétérogénéité du milieu, la présence de matière organique et la présence de polluants semi-volatils. |
| Masses et cubatures de polluants et de leurs concentrations | 5/20 | Le volume à évacuer en ZNS est notable 2 235 $m^3$. Une gestion hors site est peu envisageable économiquement avec ces tonnages. | 15/20 | Les cubatures sont notables environ 2 235 $m^3$ dont 100 $m^3$ pour évacuation et 2 135 $m^3$ pour traitement. Il est donc possible d'envisager un traitement de ces tonnages. Les coûts fixes (amenée et repli, installation…) et de fonctionnement (énergie, consommables …) des installations de traitement peuvent être équivalent ou supérieur à une gestion hors-site (à étudier financièrement), en intégrant également les tests en laboratoire à mener au préalable. | 15/20 | Idem scénario n°2 | 15/20 | Idem scénario n°2 | 15/20 | Idem scénario n°2 |
| Toxicité / inflammabilité / explosivité des polluants | 10/20 | Les terres les plus impactées peuvent présenter de fortes odeurs et dégager des vapeurs lors des excavations (conformément aux observations terrain). | 10/20 | Idem scénario n°1 | 10/20 | Idem scénario n°1 | 20/20 | En absence d'excavation, les contraintes ne sont pas représentatives | 20/20 | En absence d'excavation, les contraintes ne sont pas représentatives |
| Note globale | **10/20** | | **11,67/20** | | **11,67/20** | | **15/20** | | **15/20** | |

*Tableau 48 : Analyse des critères techniques liés au site*

| | **Solution N° 1 : Excavation de la ZNS et évacuation pour traitement biologique hors site ; traitement in-situ de la ZS** | | **Solution N° 2 : Excavation du spot de pollution en HCT et évacuation en filière spécifique ; excavation de la zone non saturée (0-3 m) et traitement biologique sur site ; traitement in-situ de la zone saturée** | | **Solution N° 3 : Excavation de la zone non saturée (0-3 m) et traitement thermique sur site ; traitement in-situ de la zone saturée** | | **Solution N°4 : Excavation du spot de pollution en HCT et évacuation en filière spécifique ; Traitement in-situ biodégradation dynamisée** | | **Solution N°5 : Excavation du spot de pollution en HCT et évacuation en filière spécifique ; Traitement in-situ venting/biosparging** | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Critères étudiés | Evaluation | Justification | Evaluation | Justification | Evaluation | Justification | Evaluation | Justification | Evaluation | Justification |
| Accessibilité du site | 15/20 | Pas de contrainte particulière mais démolitions préalables nécessaires. | 10/20 | A l'heure actuelle, les accès au site ne posent pas de contrainte particulière. En fonction de la durée du traitement, des problèmes d'accès pourront se poser par la suite, si les travaux de gros œuvre débutent. | 15/20 | Idem scénario n°1 | 10/20 | Idem scénario n°2 | 10/20 | Idem scénario n°2 |
| Contrôle des émissions et gènes générés pour la population alentours | 10/20 | Dans le cadre des terrassements et évacuations il sera nécessaire de veiller :<br>• aux poussières occasionnées en installant une unité d'arrosage,<br>• aux boues/terres sur les roues des véhicules en installant des laves-roues en sortie de chantier,<br>• au bruit généré par le chantier en veillant à respecter les horaires réglementaires de travail. | 10/20 | Dans le cadre du traitement il est courant d'effectuer le suivi de :<br>• des gaz des sols (suivi de la production de CO2 notamment),<br>• des concentrations en polluants dans les rejets atmosphériques et paramètres relatifs au traitement des gaz,<br>• des concentrations en polluants dans les rejets liquides et paramètres relatifs au traitement des eaux (débits, saturation des filtres, …). | 10/20 | Idem scénario n°2 | 10/20 | Idem scénario n°2 | 10/20 | Idem scénario n°2 |
| Distance entre le site et le centre de traitement / stockage | 10/20 | Des centres de traitement sont disponibles au niveau régional (Ain, Rhône, Isère)<br>Les centres de traitement les plus proches se trouvent :<br>- dans la région de l'Ain à environ 100 km du site d'étude<br>- dans la région lyonnaise à Ternay (69) à environ 190 km du site d'étude | 15/20 | Le traitement s'opère sur le site et les terres seront également réutilisées sur site. Les matériaux présentant un spot en HCT (100 $m^3$) seront à évacuer dans un centre de traitement (région lyonnaise ou de l'Ain). | 20/20 | Non concerné | 15/20 | Le traitement s'opère in-situ. Les matériaux présentant un spot en HCT (100 $m^3$) seront à évacuer dans un centre de traitement (région lyonnaise ou de l'Ain). | 15/20 | Idem scénario n°4 |
| Note globale | **11,67/20** | | **11,67/20** | | **15/20** | | **11,67/20** | | **11,67/20** | |

*Tableau 49 : Analyse des critères techniques liés aux traitements envisagés*

| | **Solution N° 1 : Excavation de la ZNS et évacuation pour traitement biologique hors site ; traitement in-situ de la ZS** | | **Solution N° 2 : Excavation du spot de pollution en HCT et évacuation en filière spécifique ; excavation de la zone non saturée (0-3 m) et traitement biologique sur site ; traitement in-situ de la zone saturée** | | **Solution N° 3 : Excavation de la zone non saturée (0-3 m) et traitement thermique sur site ; traitement in-situ de la zone saturée** | | **Solution N°4 : Excavation du spot de pollution en HCT et évacuation en filière spécifique ; Traitement in-situ biodégradation dynamisée** | | **Solution N°5 : Excavation du spot de pollution en HCT et évacuation en filière spécifique ; Traitement in-situ venting/biosparging** | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Critères étudiés | Evaluation | Justification | Evaluation | Justification | Evaluation | Justification | Evaluation | Justification | Evaluation | Justification |
| Maturité / faisabilité de la technique | 20/20 | L'expédition de sols pollués vers des ISD ou des plateformes de traitement est une pratique habituelle, qui a montré son efficacité pour des HCT, COHV via la réalisation de traitement biologique. | 15/20 | Technique assez courante mais efficacité variable en fonction des polluants, des caractéristiques physiques et biologiques. Il pourrait être nécessaire de réaliser des essais pilotes afin de s'assurer de l'efficacité de la technique retenue, le rendement de ce procédé variant fortement en fonction des conditions du milieu. L'installation de traitement devra être conçue et dimensionnée spécifiquement en tenant compte de ces éléments. | 15/20 | Idem scénario n°2 | 10/20 | Des tests et essais devront être entrepris pour valider la faisabilité technique du traitement, évaluer le temps de traitement et l'atténuation attendue. L'installation de traitement devra être conçue et dimensionnée spécifiquement en tenant compte de ces éléments. | 10/20 | Idem scénario n°4 |
| Critères d'acceptation en centre d'élimination | 15/20 | Les seuils d'acceptation sont spécifiques à chaque centre et un Certificat d'Acceptation Préalable (CAP) devra être demandée au centre et les concentrations en polluants seront à renseigner sur la Fiche d'Identification de Déchet (FID). Des prélèvements ponctuels seront réalisés à l'arrivée des camions sur le centre, afin de vérifier le respect de ces critères. En cas de dépassement, les camions pourront être acheminés vers une autre filière moins restrictive mais plus couteuse. | 10/20 | Idem scénario n°1 pour le spot en HCT<br>+<br>Les terres traitées sont susceptibles de contenir des pollutions résiduelles qui nécessiteront une élimination complémentaire ou une adaptation des dispositions prévues dans le plan de gestion. | 10/20 | Les terres traitées sont susceptibles de contenir des pollutions résiduelles qui nécessiteront une élimination complémentaire ou une adaptation des dispositions prévues dans le plan de gestion. | 10/20 | Idem scénario n°2 | 10/20 | Idem scénario n°2 |
| Critères de rejets en termes de flux et/ou de concentration | 20/20 | Absence de contrainte sur site pour ce scénario. | 10/20 | Les rejets atmosphériques de l'installation feront l'objet d'un traitement (charbon actif). Toutefois, ces derniers pourront faire l'objet de contrôles analytiques. En cas de rejets aqueux, il sera nécessaire d'établir une convention de rejet avec la collectivité en charge de la gestion du réseau EU qui fixera des limites de flux et de concentration en polluant. Cela pourra engendrer la mise en place d'une unité de traitement des effluents avant rejet. | 10/20 | Idem scénario n°2 | 10/20 | Idem scénario n°2 | 10/20 | Idem scénario n°2 |
| Note globale | **18,33/20** | | **11,67/20** | | **11,67/20** | | **10/20** | | **10/20** | |

Les 4 scénarios envisagés ont donc été analysés grâce à différents critères (autres que financiers). Le tableau suivant présente la synthèse des notes obtenues pour les différents critères, ainsi que la note globale et le classement de chaque solution.

*Tableau 50 : Synthèse de l'analyse des critères non économiques et classement des solutions*

| | **Solution N° 1 : Excavation de la ZNS et évacuation pour traitement biologique hors site ; traitement in-situ de la ZS** | **Solution N° 2 : Excavation du spot de pollution en HCT et évacuation en filière spécifique ; excavation de la zone non saturée (0-3 m) et traitement biologique sur site ; traitement in-situ de la zone saturée** | **Solution N° 3 : Excavation de la zone non saturée (0-3 m) et traitement thermique sur site ; traitement in-situ de la zone saturée** | **Solution N°4 : Excavation du spot de pollution en HCT et évacuation en filière spécifique ; Traitement in-situ biodégradation dynamisée** | **Solution N°5 : Excavation du spot de pollution en HCT et évacuation en filière spécifique ; Traitement in-situ venting/biosparging** |
|---|---|---|---|---|---|
| Critères étudiés | Note | Note | Note | Note | Note |
| Environnementaux | 12,5/20 | 14,17/20 | 12,5/20 | 15,83/20 | 15,83/20 |
| Juridiques et réglementaires | 11,67/20 | 8,33/20 | 10/20 | 11,67/20 | 11,67/20 |
| Techniques liés au projet | 18/20 | 10/20 | 14/20 | 9/20 | 9/20 |
| Techniques liés aux polluants | 10/20 | 11,67/20 | 11,67/20 | 15/20 | 15/20 |
| Techniques liés au site | 11,67/20 | 11,67/20 | 15/20 | 11,67/20 | 11,67/20 |
| Techniques liés aux traitements envisagés | 18,33/20 | 11,67/20 | 11,67/20 | 10/20 | 10/20 |
| **Evaluation globale pour les critères non financiers** | **13,70/20** | **11,25/20** | **12,5/20** | **12,2/20** | **12,2/20** |
| **Classement** | **1** | **4** | **2** | **3** | **3** |

D'une manière globale le scénario 1, paraît le plus adapté au site.

Néanmoins, dans une démarche de développement durable, les autres scénarios sont plus avantageux.

Les scénarios 2 à 5 présentent plusieurs inconvénients et incertitudes limitant leurs mises en œuvre :

- Efficacité / durée du traitement : à ce jour aucun test de traitabilité et/ou essai pilote n'a été mené. L'efficacité du traitement n'est pas démontrée, et en conséquence il n'est pas possible d'estimer la durée prévisionnelle du traitement, ainsi que les teneurs résiduelles attendues en fin de traitement.
- Devenir des terres traitées : à l'issue du traitement sur site, les terres pourront être remblayées sur site. En cas de dépassement des seuils de pollution fixés, l'ARR devra être mise à jour.
- Contraintes administratives : des procédures administratives et des autorisations seront nécessaires pour la gestion des rejets de fonctionnement de l'installation et pour la réutilisation des terres traitées

### 8.3.4. Analyses quantitatives sur la base du critère économique

L'objectif de ce paragraphe est de donner une fourchette de coûts liés aux techniques de dépollution retenues afin d'avoir une base comparative. Il ne s'agit en aucun cas un devis pour les travaux de dépollution. Les coûts sont uniquement donnés à titre indicatif et Alpes Contrôles ne s'engage pas en la matière.
Les coûts présentés ci-après ont été déterminés sur la base de plusieurs sources :

- Outil d'aide à la décision SELECDEPOL ;
- Echange avec des sociétés de travaux ;
- Echange avec des centres de traitement ou de stockage de déchets,
- Retours d'expériences sur des chantiers similaires.

Tous les coûts liés à la démolition des bâtiments ne sont pas pris en compte dans les estimations car seront réalisés par la lot démolition.

De plus, tous les coûts liés à la démolition de la dalle et les coûts liés à la géotechnique ne sont pas pris en compte dans la présente étude.
Au vu de l'imprégnation de la dalle béton, il est suspecté que celle-ci n'est pas inerte et devra être gérée spécifiquement. Un diagnostic au droit de la dalle béton doit être réalisé pour pallier à cette incertitude.

L'estimation des coûts pour les solutions 1 à 5 sont détaillées dans les tableaux suivants. A noter que le chiffrage précis ne peut être établi pour les solutions n°2 à n°5 car ces techniques nécessiteraient par ailleurs un plan de conception des travaux afin de pouvoir être dimensionnée et chiffrée.

Compte-tenu de la complexité des travaux, il est toutefois recommandé de consolider ces estimations par une consultation auprès d'entreprises spécialisées. Il est recommandé d'avoir recours à des entreprises disposant de la certification LNE SSP pour le domaine C : https://www.lne.fr/recherche-certificats/fr/241

Les mesures prévues pour désactiver les voies de transfert (gestion des pollutions résiduelles) décrites au paragraphe 12.2.2 ne sont pas intégrées dans cette analyse économique. Ces contraintes d'aménagement seront intégrées directement à la conception du projet.

*Tableau 51 : Analyses des critères économiques pour les différents scénarios*

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Coûts travaux dépollution | **Barrière hydraulique pour gestion des COHV en aval du site** | | | | |
| | Essais pilotes et dimensionnement | 15 | à | 25 | k€HT |
| | Mise en place de puits d'extraction | 30 | à | 50 | k€HT |
| | Pompage + Traitement des eaux pompées (séparateur hydrocarbures, stripper puis charbon actif) - 2 ans | 150 | à | 200 | k€HT |
| | **Préparation et installation de chantier -** | | | | |
| | Préparation de chantier (production du dossiers d'exécution, documents réglementaires, constat d'huissier …) et installation de chantier (base vie, clôture / signalisation …) - 2 mois | 10 | à | 15 | k€HT |
| | Décroutage enrobés + démolition dalles bétons au droit des zones à traiter + Gestion de ces métariaux | NON DETERMINABLE | | | |
| | **Gestion d'une cuve enterrée** | | | | |
| | Dégazage et retrait d'une cuve enterrée - Elimination des résidus + eaux lavage + cuve en filières adaptées et analyses de la fouille | 3 | à | 5 | k€HT |
| | **Gestion des huiles stockées sous le groupe froid** | | | | |
| | Pompage et évacuation des huiles stockées sous le groupe froid en filière spécifique | 3 | à | 6 | k€HT |
| | **Gestion des matériaux pollués - zone non saturée (0-3m) - hors site** | | | | |
| | Construction (puis démantèlement) d'une aire de stockage temporaire des terres pour tri et analyses | 8 | à | 12 | k€HT |
| | Repérage piquetage des mailles par un géomètre | 1 | à | 2 | k€HT |
| | Terrassement 2235 $m^3$ (environ 4023 T) (hors problématique géotechnique) | 12 | à | 23 | k€HT |
| | Mise en stockage provisoire des terres excavées par lots de 100 $m^3$, analyses, puis reprise des terres à réception des analyses pour chargement en camions | 5 | à | 10 | k€HT |
| | Demande CAP | 1 | à | 2 | k€HT |
| | Transport et Elimination des terres en centre adapté (Biocentre estimé 50 - 65 €HT / tonne) - 2235 m3 environ 4023 tonnes | 202 | à | 262 | k€HT |
| | Concassage et élimination des enrobés et bétons | NON DETERMINABLE | | | |
| | **Gestion des matériaux pollués - zone saturée (>3m) - in situ** | | | | |
| | Mise en place d'un traitement in-situ de la zone saturée 1160 m3 soit environ 2088 T (pompage-traitement ou oxydation chimique) + Suivi | 126 | à | 188 | k€HT |
| | **Remblaiement, réglage et compactage** | | | | |
| | Remblaiement par matériaux d'apport au TN actuel, réglage et compactage | 45 | à | 68 | k€HT |
| | **Repli et remise en état** | | | | |
| | Repli du chantier, élimination des déchets de chantier hors terres et bétons | 3 | à | 5 | k€HT |
| | Rapport fin de travaux / DOE | 2 | à | 3 | k€HT |
| | **Sous-total travaux** | **616** | **à** | **876** | k€HT |
| Coût Ingénierie et AMO dépollution | AMO dépollution : assistance consultation et sélection candidats, suivi chantier, assistance réception, rapport de récolement | 12 | à | 15 | k€HT |
| | Prélèvement et analyses sur lots de 100 m3 de terres excavées pour caractérisation avant envoi filière | 6 | à | 10 | k€HT |
| | Prélèvement et analyses en parois de fouille (bords et fonds) | 3 | à | 5 | k€HT |
| | **Sous-total ingénierie, AMO** | **21** | **à** | **30** | k€HT |
| Coûts des mesures constructives | Taux de renouvellement (0,7 vol/h), Dallage 20 cm, Dimensions minimales locaux RDC 6,13*5,47*2,5m, Recouvrement ou revêtement au droit des expaces extérieures, Absence de plantations, interdiction d'utilisation des eaux souterraines, réseaux AEP dans tranchées saines ou en matériaux garantissant l'absence de perméation, Infiltration des EP hors zone des pollutions résiduelles | A prévoir dans le projet | | | |
| Coûts des suivis ultérieurs et travaux annexes | Suivi de la qualité des eaux souterraines au droit du site - 4 ans | **15** | **à** | **25** | k€HT |
| | **TOTAL SCENARIO 1** | **652** | **à** | **931** | **k€HT** |

| Solution N° 2 : Excavation et traitement biologique sur site (Planning environ 2 ans) | | |
|---|---|---|
| Coûts travaux dépollution | **Barrière hydraulique pour gestion des COHV en aval du site** | |
| | Essais pilotes et dimensionnement | 15 à 25 k€HT |
| | Mise en place de puits d'extraction | 30 à 50 k€HT |
| | Pompage + Traitement des eaux pompées (séparateur hydrocarbures, stripper puis charbon actif) - 2 ans | 150 à 200 k€HT |
| | **Préparation et installation de chantier** | |
| | Préparation de chantier (production du dossiers d'exécution, documents réglementaires, constat d'huissier …) et installation de chantier (base vie, clôture / signalisation …) | 10 à 15 k€HT |
| | Décroutage enrobés + démolition dalles bétons au droit des zones à traiter + Gestion de ces métariaux | NON DETERMINABLE |
| | **Gestion d'une cuve enterrée** | |
| | Dégazage et retrait d'une cuve enterrée - Elimination des résidus + eaux lavage + cuve en filières adaptées et analyses de la fouille | 3 à 5 k€HT |
| | **Gestion des huiles stockées sous le groupe froid** | |
| | Pompage et évacuation des huiles stockées sous le groupe froid en filière spécifique | 3 à 6 k€HT |
| | **Traitement des matériaux pollués - zone non saturée (0-3m) - sur site** | |
| | Construction (puis démantèlement) d'une aire de stockage temporaire des terres pour tri et analyses | 8 à 12 k€HT |
| | Repérage piquetage des mailles par un géomètre | 1 à 2 k€HT |
| | Terrassement 2235 $m^3$ (environ 4023 T) (hors problématique géotechnique) | 12 à 23 k€HT |
| | Traitement biotertre ventilé avec filtration charbon actif (12 - 18 mois) 2135 m3 environ 3843 T - DUREE NON | 193 à 270 k€HT |
| | Demande CAP | 1 à 2 k€HT |
| | Transport et Elimination des terres en centre adapté T1 0-1m (Biocentre estimé 50 - 65 €HT / tonne) - 100 m3 environ 180 tonnes | 9 à 12 k€HT |
| | Concassage et élimination des enrobés et bétons | NON DETERMINABLE |
| | **Gestion des matériaux pollués - zone saturée (>3m) - in situ** | |
| | Mise en place d'un traitement in-situ de la zone saturée 1160 m3 soit environ 2088 T (pompage-traitement ou oxydation chimique) + Suivi | 126 à 188 k€HT |
| | **Remblaiement, réglage et compactage** | |
| | Remblaiement avec terres traitées (reprise) au TN actuel, réglage et compactage | 23 à 34 k€HT |
| | **Repli et remise en état** | |
| | Repli du chantier, élimination des déchets de chantier hors terres et bétons | 3 à 5 k€HT |
| | Rapport fin de travaux / DOE | 2 à 3 k€HT |
| | **Sous-total travaux** | **589 à 852 k€HT** |
| Coût Ingénierie et AMO dépollution | Plan de conception des travaux (PCT) | 15 à 30 k€HT |
| | AMO dépollution : assistance consultation et sélection candidats, suivi chantier, assistance réception, rapport de récolement | 12 à 15 k€HT |
| | Prélèvement et analyses sur terres avant traitement | 6 à 10 k€HT |
| | Contrôle analytique des terres traitées | 6 à 10 k€HT |
| | Prélèvement et analyses en parois de fouille (bords et fonds) | 3 à 5 k€HT |
| | **Sous-total ingénierie, AMO** | **42 à 70 k€HT** |
| Coûts des mesures constructives | Taux de renouvellement (0,7 vol/h), Dallage 20 cm, Dimensions minimales locaux RDC 6,13*5,47*2,5m, Recouvrement ou revêtement au droit des expaces extérieures, Absence de plantations, interdiction d'utilisation des eaux souterraines, réseaux AEP dans tranchées saines ou en matériaux garantissant l'absence de perméation, Infiltration des EP hors zone des pollutions résiduelles | A prévoir dans le projet |
| Coûts des suivis ultérieurs et travaux annexes | Suivi de la qualité des eaux souterraines au droit du site - 4 ans | 15 à 25 k€HT |
| | **TOTAL SCENARIO 2** | **646 à 947 k€HT** |

| Solution N° 3 : Excavation et traitement thermique sur site (Planning 3-6 mois) | | | |
|---|---|---|---|
| Coûts travaux dépollution | **Barrière hydraulique pour gestion des COHV en aval du site** | | |
| | Essais pilotes et dimensionnement | 15 à 25 | k€HT |
| | Mise en place de puits d'extraction | 30 à 50 | k€HT |
| | Pompage + Traitement des eaux pompées (séparateur hydrocarbures, stripper puis charbon actif) - 2 ans | 150 à 200 | k€HT |
| | **Préparation et installation de chantier** | | |
| | Préparation de chantier (production du dossiers d'exécution, documents réglementaires, constat d'huissier …) et installation de chantier (base vie, clôture / signalisation …) | 10 à 15 | k€HT |
| | Décroutage enrobés + démolition dalles bétons au droit des zones à traiter + Gestion de ces métariaux | NON DETERMINABLE | |
| | **Gestion d'une cuve enterrée** | | |
| | Dégazage et retrait d'une cuve enterrée - Elimination des résidus + eaux lavage + cuve en filières adaptées et analyses de la fouille | 3 à 5 | k€HT |
| | **Gestion des huiles stockées sous le groupe froid** | | |
| | Pompage et évacuation des huiles stockées sous le groupe froid en filière spécifique | 3 à 6 | k€HT |
| | **Traitement des matériaux pollués - zone non saturée (0-3m) - sur site** | | |
| | Construction (puis démantèlement) d'une aire de stockage temporaire des terrespour tri et analyses | 8 à 12 | k€HT |
| | Repérage piquetage des mailles par un géomètre | 1 à 2 | k€HT |
| | Test de traitabilité en laboratoire | 10 à 15 | k€HT |
| | Terrassement 2235 $m^3$ (environ 4023 T) (hors problématique géotechnique) | 12 à 23 | k€HT |
| | Traitement DT avec filtration charbon actif 2235 m3 - 4023 T(3 mois) | 402 à 603 | k€HT |
| | Demande CAP | 1 à 2 | k€HT |
| | Concassage et élimination des enrobés et bétons | NON DETERMINABLE | |
| | **Gestion des matériaux pollués - zone saturée (>3m) - in situ** | | |
| | Mise en place d'un traitement in-situ de la zone saturée 1160 m3 soit environ 2088 T (pompage-traitement ou oxydation chimique) + Suivi | 126 à 188 | k€HT |
| | **Remblaiement, réglage et compactage** | | |
| | Remblaiement avec terres traitées (reprise) au TN actuel, réglage et compactage | 23 à 34 | k€HT |
| | **Repli et remise en état** | | |
| | Repli du chantier, élimination des déchets de chantier hors terres et bétons | 3 à 5 | k€HT |
| | Rapport fin de travaux / DOE | 2 à 3 | k€HT |
| | **Sous-total travaux** | **799 à 1188** | k€HT |
| Coût Ingénierie et AMO dépollution | Plan de conception des travaux (PCT) | 15 à 40 | k€HT |
| | AMO dépollution : assistance consultation et sélection candidats, suivi chantier, assistance réception, rapport de récolement | 12 à 15 | k€HT |
| | Prélèvement et analyses sur terres avant traitement | 6 à 10 | k€HT |
| | Contrôle analytique des terres traitées | 6 à 10 | k€HT |
| | Prélèvement et analyses en parois de fouille (bords et fonds) | 3 à 5 | k€HT |
| | **Sous-total ingénierie, AMO** | **42 à 80** | k€HT |
| Coûts des mesures constructives | Taux de renouvellement (0,7 vol/h), Dallage 20 cm, Dimensions minimales locaux RDC 6,13*5,47*2,5m, Recouvrement ou revêtement au droit des expaces extérieures, Absence de plantations, interdiction d'utilisation des eaux souterraines, réseaux AEP dans tranchées saines ou en matériaux garantissant l'absence de perméation, Infiltration des EP hors zone des pollutions résiduelles | A prévoir dans le projet | |
| Coûts des suivis ultérieurs et travaux annexes | Suivi de la qualité des eaux souterraines au droit du site - 4 ans | **15 à 25** | k€HT |
| | **TOTAL SCENARIO 3** | **856 à 1293** | **k€HT** |

| Solution N°4 : Excavation spot de pollution HCT et traitement in situ biodégradation dynamisée (Planning 2 ans) | | |
|---|---|---|
| Coûts travaux dépollution | **Barrière hydraulique pour gestion des COHV en aval du site** | |
| | Essais pilotes et dimensionnement | 15 à 25 k€HT |
| | Mise en place de puits d'extraction | 30 à 50 k€HT |
| | Pompage + Traitement des eaux pompées (séparateur hydrocarbures, stripper puis charbon actif) - 2 ans | 150 à 200 k€HT |
| | **Préparation et installation de chantier** | |
| | Préparation de chantier (production du dossiers d'exécution, documents réglementaires, constat d'huissier …) et installation de chantier (base vie, clôture / signalisation …) | 10 à 15 k€HT |
| | Décroutage enrobés + démolition dalles bétons au droit des zones à traiter + Gestion de ces métariaux | NON DETERMINABLE |
| | **Gestion d'une cuve enterrée** | |
| | Dégazage et retrait d'une cuve enterrée - Elimination des résidus + eaux lavage + cuve en filières adaptées et analyses de la fouille | 3 à 5 k€HT |
| | **Gestion des huiles stockées sous le groupe froid** | |
| | Pompage et évacuation des huiles stockées sous le groupe froid en filière spécifique | 3 à 6 k€HT |
| | **Traitement des matériaux pollués - zone non saturée (0-3m) et saturée - in situ** | |
| | Repérage piquetage des mailles par un géomètre | 1 à 2 k€HT |
| | Test de traitabilité en laboratoire | 10 à 25 k€HT |
| | Traitement in situ biodégradation dynamisée (1-2 ans) - DUREE ET VOLUMES NON CONSOLIDES A CE STADE | 222 à 363 k€HT |
| | Demande CAP | 1 à 2 k€HT |
| | Transport et Elimination des terres en centre adapté T1 0-1m (Biocentre estimé 50 - 65 €HT / tonne) - environ 180 tonnes | 9 à 12 k€HT |
| | Concassage et élimination des enrobés et bétons | NON DETERMINABLE |
| | **Repli et remise en état** | |
| | Repli du chantier, élimination des déchets de chantier hors terres et bétons | 3 à 5 k€HT |
| | Rapport fin de travaux / DOE | 2 à 3 k€HT |
| | **Sous-total travaux** | **459 à 713** k€HT |
| Coût Ingénierie et AMO dépollution | Plan de conception des travaux (PCT) | 20 à 45 k€HT |
| | AMO dépollution : assistance consultation et sélection candidats, suivi chantier, assistance réception, rapport de récolement | 12 à 15 k€HT |
| | Contrôle analytique des terres traitées | 15 à 25 k€HT |
| | **Sous-total ingénierie, AMO** | **47 à 85** k€HT |
| Coûts des mesures constructives | Taux de renouvellement (0,7 vol/h), Dallage 20 cm, Dimensions minimales locaux RDC 6,13*5,47*2,5m, Recouvrement ou revêtement au droit des expaces extérieures, Absence de plantations, interdiction d'utilisation des eaux souterraines, réseaux AEP dans tranchées saines ou en matériaux garantissant l'absence de perméation, Infiltration des EP hors zone des pollutions résiduelles | A prévoir dans le projet |
| Coûts des suivis ultérieurs et travaux annexes | Suivi de la qualité des eaux souterraines au droit du site - 4 ans | **15** à **25** k€HT |
| | **TOTAL SCENARIO 4** | **521 à 823 k€HT** |

| Solution N°5 : Excavation spot de pollution HCT et traitement in situ venting/biosparging (Planning 2 ans) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Coûts travaux dépollution | **Barrière hydraulique pour gestion des COHV en aval du site** | | | | |
| | Essais pilotes et dimensionnement | 15 | à | 25 | k€HT |
| | Mise en place de puits d'extraction | 30 | à | 50 | k€HT |
| | Pompage + Traitement des eaux pompées (séparateur hydrocarbures, stripper puis charbon actif) - 2 ans | 150 | à | 200 | k€HT |
| | **Préparation et installation de chantier** | | | | |
| | Préparation de chantier (production du dossiers d'exécution, documents réglementaires, constat d'huissier …) et installation de chantier (base vie, clôture / signalisation …) | 10 | à | 15 | k€HT |
| | Décroutage enrobés + démolition dalles bétons au droit des zones à traiter + Gestion de ces métariaux | NON DETERMINABLE | | | |
| | **Gestion d'une cuve enterrée** | | | | |
| | Dégazage et retrait d'une cuve enterrée - Elimination des résidus + eaux lavage + cuve en filières adaptées et analyses de la fouille | 3 | à | 5 | k€HT |
| | **Gestion des huiles stockées sous le groupe froid** | | | | |
| | Pompage et évacuation des huiles stockées sous le groupe froid en filière spécifique | 3 | à | 6 | k€HT |
| | **Traitement des matériaux pollués - zone non saturée (0-3m) et saturée - in situ** | | | | |
| | Repérage piquetage des mailles par un géomètre | 1 | à | 2 | k€HT |
| | Traitement in situ VENTING 2235 m3 environ 4023 T (1,5-2 ans) + Suivi - DUREE NON CONSOLIDEE A CE STADE | 141 | à | 202 | k€HT |
| | Traitement in situ BIOSPARGING (1,5-2 ans) + Suivi - DUREE ET VOLUMES NON CONSOLIDES A CE STADE | 128 | à | 220 | k€HT |
| | Demande CAP | 1 | à | 2 | k€HT |
| | Transport et Elimination des terres en centre adapté T1 0-1m (Biocentre estimé 50 - 65 €HT / tonne) - environ 180 tonnes | 9 | à | 12 | k€HT |
| | Concassage et élimination des enrobés et bétons | NON DETERMINABLE | | | |
| | **Repli et remise en état** | | | | |
| | Repli du chantier, élimination des déchets de chantier hors terres et bétons | 3 | à | 5 | k€HT |
| | Rapport fin de travaux / DOE | 2 | à | 3 | k€HT |
| | **Sous-total travaux** | **496** | **à** | **747** | k€HT |
| Coût Ingénierie et AMO dépollution | Plan de conception des travaux (PCT) | 20 | à | 45 | k€HT |
| | AMO dépollution : assistance consultation et sélection candidats, suivi chantier, assistance réception, rapport de récolement | 12 | à | 15 | k€HT |
| | Contrôle analytique des terres traitées | 15 | à | 25 | k€HT |
| | **Sous-total ingénierie, AMO** | **47** | **à** | **85** | k€HT |
| Coûts des mesures constructives | Taux de renouvellement (0,7 vol/h), Dallage 20 cm, Dimensions minimales locaux RDC 6,13*5,47*2,5m, Recouvrement ou revêtement au droit des expaces extérieures, Absence de plantations, interdiction d'utilisation des eaux souterraines, réseaux AEP dans tranchées saines ou en matériaux garantissant l'absence de perméation, Infiltration des EP hors zone des pollutions résiduelles | A prévoir dans le projet | | | |
| Coûts des suivis ultérieurs et travaux annexes | Suivi de la qualité des eaux souterraines au droit du site - 4 ans | **15** | à | **25** | k€HT |
| | **TOTAL SCENARIO 5** | **558** | **à** | **857** | **k€HT** |

Les 5 scénarios envisagés ont donc été analysés sur le plan économique.

Les coûts économiques des solutions 4 & 5 (in situ) sont inférieurs mais moins maîtrisés et nécessitent la réalisation d'essais en amont (risque de dérive liés à des imprévus).

### 8.3.4.1 Synthèse de l'évaluation des différents scénarios pour chaque critère

| | **Solution N° 1 : Excavation de la ZNS et évacuation pour traitement biologique hors site ; traitement in-situ de la ZS** | | **Solution N° 2 : Excavation du spot de pollution en HCT et évacuation en filière spécifique ; excavation de la zone non saturée (0-3 m) et traitement biologique sur site ; traitement in-situ de la zone saturée** | | **Solution N° 3 : Excavation de la zone non saturée (0-3 m) et traitement thermique sur site ; traitement in-situ de la zone saturée** | | **Solution N°4 : Excavation du spot de pollution en HCT et évacuation en filière spécifique ; Traitement in-situ biodégradation dynamisée** | | **Solution N°5 : Excavation du spot de pollution en HCT et évacuation en filière spécifique ; Traitement in-situ venting/biosparging** | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Critères étudiés | Evaluation | Justification | Evaluation | Justification | Evaluation | Justification | Evaluation | Justification | Evaluation | Justification |
| Critères techniques | **14,5/20** | Méthode très facile à mettre en œuvre. Mais pas idéal d'un point de vue de développement durable. | **11,3/20** | La technique est mature car utilisée. Néanmoins, elle présente une part d'inconnue sur le rendement et donc la durée de traitement à prévoir qui pourraient poser un problème dans le phasage du chantier.<br>La place est disponible pour l'installation du traitement. | **13,1/20** | La technique est mature car utilisée. Technique qui permet de traiter de nombreux polluants (volatils et peu volatils) à d'importantes concentrations.<br>Néanmoins, elle présente une part d'inconnue sur le rendement et donc la durée de traitement à prévoir qui pourraient poser un problème dans le phasage du chantier. | **11,4/20** | Le procédé nécessite une expertise importante et la performance est extrêmement variable. | **11,4/20** | La technique est mature car utilisée. Néanmoins, elle présente une part d'inconnue sur le rendement et donc la durée de traitement à prévoir qui pourraient poser un problème dans le phasage du chantier. |
| Critères économiques | **15/20** | Avec les hypothèses prise cette technique engendre un coût pour la dépollution estimée à environ 652-931 k€ HT. | **15/20** | Avec les hypothèses prise cette technique engendre un coût pour la dépollution estimée à environ 646-947 k€ HT. | **10/20** | Avec les hypothèses prise cette technique engendre un coût pour la dépollution estimée à environ 856-1293 k€ HT. | **15/20** | Avec les hypothèses prise cette technique engendre un coût pour la dépollution estimée à environ 521-823 k€ HT. | **15/20** | Avec les hypothèses prise cette technique engendre un coût pour la dépollution estimée à environ 558-857k€ HT. |
| Critères environnementaux | **12,5/20** | Le bilan carbone engendré par les excavations et les évacuations par la méthode.<br>Les teneurs résiduelles laissées en place sont maitrisées et seront contrôlées. | **14,2/20** | Le traitement sur site génère moins d'impact environnemental que les évacuations si les rejets et émissions sont traitées notamment.<br>Les teneurs résiduelles laissées en place si réutilisation sur site sont dépendante de l'efficacité de la méthode. | **12,5/20** | Cette technique impose une forte consommation d'énergie pour chauffer les terres. | **15,8/20** | Absence de terrassements.<br>Les teneurs résiduelles laissées en place si réutilisation sur site sont dépendante de l'efficacité de la méthode. | **15,8/20** | Absence de terrassements.<br>Les teneurs résiduelles laissées en place si réutilisation sur site sont dépendante de l'efficacité de la méthode. |
| Critères juridiques et règlementaires | **11,7/20** | La mise en place est simple et nécessite quelques démarches préalables mais la méthode est réglementée (transport, acceptation, traitement…) et maitrisée. | **8,3/20** | La méthodologie nationale préconise le traitement sur site à l'évacuation hors site. | **10/20** | La méthodologie nationale préconise le traitement sur site à l'évacuation hors site. | **11,7/20** | La méthodologie nationale préconise le traitement à l'évacuation hors site. | **11,7/20** | La méthodologie nationale préconise le traitement à l'évacuation hors site. |
| **Synthèses** | **53,7/80** | | **48,8/80** | | **45,6/20** | | **53,9/80** | | **53,9/80** | |

Pour les critères non économiques : D'une manière globale, les solutions in-situ n°4 ou n°5 paraissent les plus adaptées au site et au projet. Ces 2 solutions présentent néanmoins une légère « insécurité » en termes de résultats car il est nécessaire de réaliser quelques un plan de conception de travaux avec la réalisation de tests préalables en laboratoire pour valider l'efficacité. Quelques aléas peuvent être rencontrés avec cette technique : aléas liés à un mauvais dimensionnement de l'installation ou lié à la réponse réelle du traitement (efficacité, durée).
Pour le critère économique : 2 solutions (Scénario n°4 biodégradation dynamisée in-situ et Scénario n°5 venting/biospaging in situ) sont plus économiques mais présentent de nombreuses incertitudes. 2 autres solutions se valent (Scénario n°1 évacuation hors site et Scénario n°2 biotertre sur site). En revanche, le scénario n°3 (désorption thermique sur site) est la plus onéreuse.

En l'état actuel des connaissances, les scénarios in situ Scénario n°4 : Excavation du spot de pollution en HCT et évacuation en filière spécifique ; Traitement in-situ biodégradation dynamisée et Scénario n° 5 Excavation du spot de pollution en HCT et évacuation en filière spécifique ; Traitement in-situ venting/biosparging, en complément des mesures prévues pour désactiver les voies de transfert (gestion des pollutions résiduelles) semblent les scénarios les plus pertinents. 2 autres scénarios sont viables économiquement mais pour l'un engendre de nombreuses émissions de gaz à effet de serre pour évacuation des terres impactées dans les filières adaptées et pour l'autre de nombreuses incertitudes sur la faisabilité/traitabilité sont présentes.

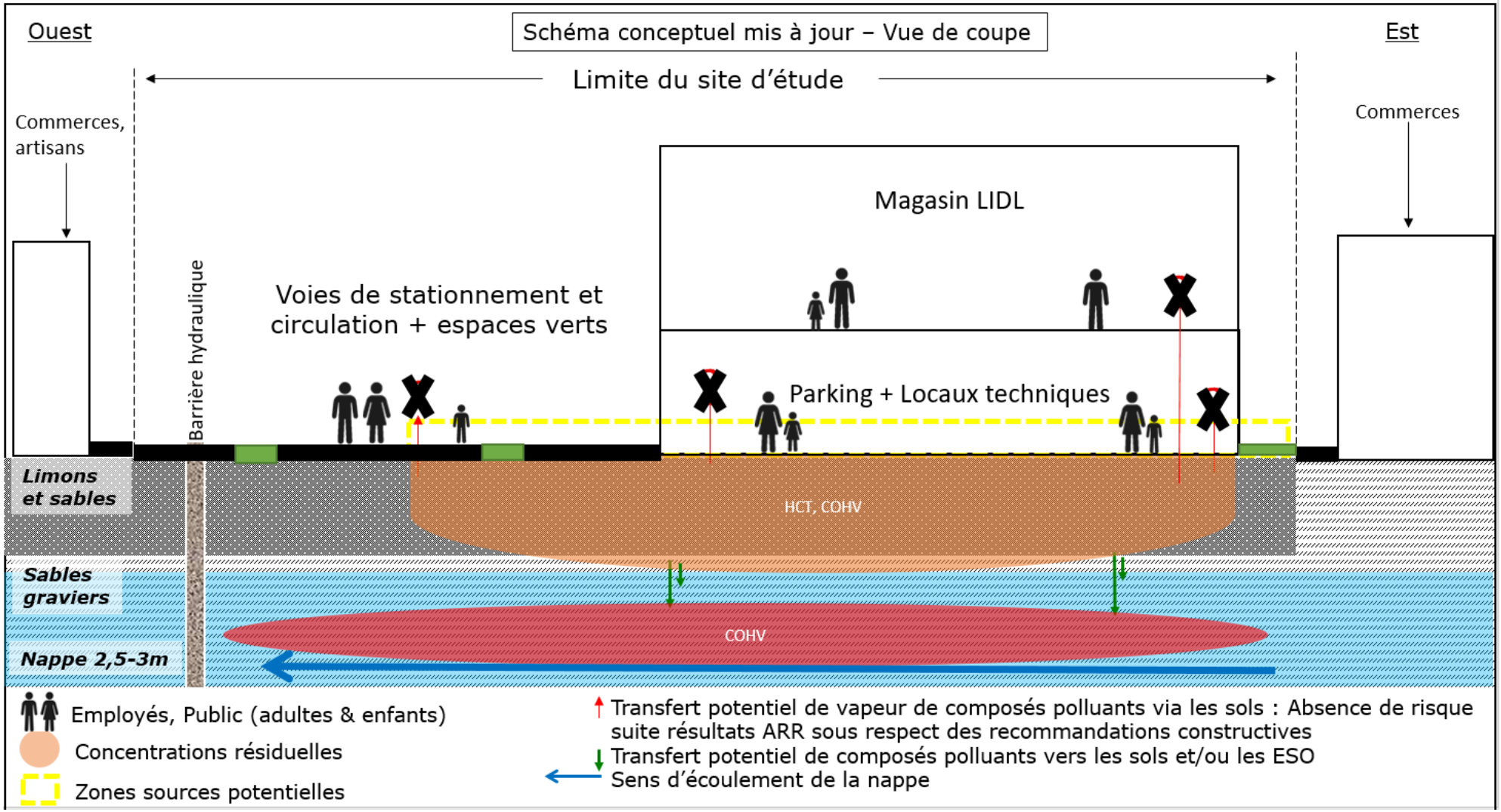
### 8.3.5. Proposition des scénarios les plus adaptés

Les scénarios 2, 4 et 5 sont adaptés à la situation.
Toutefois, les scénarios 4 et 5 paraissent les plus adaptés au site suite à l'analyse multicritères, tant sur les aspects économiques, qu'environnementaux, juridiques et réglementaires et techniques. Néanmoins, ces scénarios présentent de nombreuses incertitudes et devront faire l'objet d'un plan de conception de travaux avec la réalisation de tests (faisabilité, traitabilité, essais-pilotes) en amont afin de s'assurer de l'efficacité du scénario.
Le scénario 2 pourrait être une bonne alternative mais cette solution nécessite un approfondissement par des tests de traitabilité pour la dimensionner plus précisément et obtenir une meilleure évaluation des coûts.

### 8.3.6. Recommandations sur les paramètres complémentaires permettant d'assurer la faisabilité technique des scénarios

Il va être nécessaire de réaliser de tests en laboratoire et/ou d'essais pilotes de biodégradation en amont afin de vérifier la bonne faisabilité de cette solution par rapport aux seuils de dépollution retenus et de la cinétique de traitement. Pour l'évacuation des matériaux impactés par les métaux lourds, les seuils d'acceptation en filière sont spécifiques à chaque centre et un Certificat d'Acceptation Préalable (CAP) devra être demandée au centre et les concentrations en polluants seront à renseigner sur la Fiche d'Identification de Déchet (FID).

### 8.3.7. Schémas conceptuels



# 9. CONCLUSIONS

Conclusion de l'étude :

La société **LIDL** souhaite acquérir un site, localisé 54 rue des Communaux à BONNEVILLE (74130), d'une superficie de 9 306 m², afin de construire un supermarché LIDL en R+1, sans sous-sol avec des voiries en enrobé, des places de stationnement et des espaces verts.

Dans le cadre de ce projet de réhabilitation du site, un plan de gestion comprenant une évaluation des risques sanitaires et un bilan couts-avantage ont été réalisés.

Suite aux investigations menées au droit du site par G ENVIRONNEMENT, les extensions horizontales et verticales des zones de pollution concentrée ont pu être déterminées.

Les impacts en HCT C10-C40 et COHV sont retrouvés principalement :

- Au droit de l'aire de lavage des copeaux entre 0-5m ;
- Au droit des bennes de copeaux et de la zone de rétention des huiles entre 0-5m ;
- Au droit du local loué entre 2-3m ;
- Au droit de zones extérieures : Au Nord, à l'Est et au Sud-Est entre 0-1m ou 0-4,5m.

Pour les eaux souterraines, les prélèvements ont révélé des impacts en COHV (1,2-DCE, TCE) au droit des piézomètres avec des impacts notables en aval du site.

Pour les gaz du sol, les prélèvements ont mis en évidence des BTEX, des TPH aliphatiques et des COHV.

Le plan de gestion a permis de définir et dimensionner des sources de pollutions concentrées dans les sols pour les composés suivants :

- Les hydrocarbures totaux C10-C40 (HCT),
- Les Composés Organiques Halogénés Volatils (Trichloroéthylène, 1,2-Dichloroéthylène).

Des niveaux de seuil de coupure ont été fixés pour définir les pollutions concentrées. Pour rappel, les objectifs de dépollution fixés sont les suivants :

- HCT 2000 mg/kg ;
- TCE 0,6 mg/kg ;
- 1,2-DCE 3 mg/kg.

Lors de la campagne d'investigations réalisée par G Environnement le 02/04/2025, il a été mis en évidence la création d'une zone de stockage d'huiles à ras de sol sous le groupe froid.

Cette zone ne peut être laissée en l'état pour éviter toute fuites ou débordements. Il est ainsi nécessaire de gérer ces huiles par pompage et évacuation de celles-ci en filière spécifique.

La réalisation d'un diagnostic au droit de la dalle béton afin d'appréhender la qualité de ce milieu. Il est suspecté que ces matériaux soit impactés et ne pourront être réutilisés sur site mais devront être évacués en filière agréée.

**Recommandation : GESTION DES POLLUTIONS CONCENTREES**

**Conformément à la méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués, un volume de terres polluées devra être traité dans le cadre de la réhabilitation du site.**

Une cuve enterrée, toujours présente sur le site, devra également être gérée (élimination).

En l'état actuel des connaissances, les scénarios in situ Scénario n°4 : Excavation du spot de pollution en HCT et évacuation en filière spécifique ; Traitement in-situ biodégradation dynamisée et Scénario n° 5 Excavation du spot de pollution en HCT et évacuation en filière spécifique ; Traitement in-situ venting/biosparging, en complément des mesures prévues pour désactiver les voies de transfert (gestion des pollutions résiduelles) semblent les scénarios les plus pertinents.

Les 3400 m$^3$ de matériaux impactés par des pollutions concentrées seraient gérés de la manière suivante :

- 100 m$^3$ de matériaux présentant un spot en HCT de 34 000 mg/kg à évacuer hors site en filière Biocentre ou équivalent ;
- 2 135 m$^3$ de matériaux en zone non saturée + 1160 m$^3$ de matériaux impactés situés en zone saturée impactés en HCT et COHV, à traiter in situ soit en Biodégradation dynamisée soit en venting/biosparging en fonction des résultats des essais à réaliser dans le plan de conception des travaux.
- 200 m$^3$ de matériaux inertes non impactés issus des terrassements de surface des zones de pollutions concentrées (C6 0-2m), à mettre en stockage provisoire et à réutiliser en remblais sur site.

L'enveloppe financière des travaux est estimée à 521-857 k€ HT en considérant les solutions 4 ou 5 présentant le meilleur rapport technico-économique.

L'évaluation des risques sanitaires a été réalisée à titre prospective en tenant compte des travaux de dépollution envisagés (ARR prospective). Au regard du projet défini dans le cadre de cet aménagement, seul le scénario Inhalation de composés volatils présents dans les gaz de sol par les futurs employés a été étudié.

Cette Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires montre des niveaux de risque acceptables pour les futurs usagers (employés adultes et publics enfants et adultes) en considérant les contraintes constructives suivantes :

- Taux de renouvellement d'air minimal de 1,3 volume / heure pour les pièces au RDC ;
- Dallage à minima de 20 cm ;
- Au rez-de-chaussée : Local utilisé par les employés de dimensions minimales 3,20 m x 2,58 m avec hauteur sous plafond minimale de 2,2 m ;
- A l'extérieur, recouvrement des zones non imperméabilisées par des revêtements de tout type (enrobés, bétons, dalles, pavés, …) ou par apport de 30 cm matériaux sains (avec géotextile ou grillage avertisseur à l'interface terres en place / terres d'apport) ;
- Interdiction des plantations en pleine terre destinées à la consommation (potagers, arbres fruitiers, baies) ;
- Interdiction d'utilisation des eaux souterraines au droit du site dans l'état actuel du milieu concerné ;
- Mise en place des réseaux AEP dans des tranchées saines et/ou matériaux garantissant l'absence de perméation (acier, fonte, multicouche) au droit des zones de pollution concentrée traitées en fonction des teneurs résiduelles en contaminants ;
- Installation des noues d'infiltration hors des zones de pollutions résiduelles.

L'état environnemental du site est donc compatible avec l'usage commercial envisagé, sous réserve de la mise en œuvre de mesures de gestion envisagées.

**Recommandation : GESTION DES POLLUTIONS RESIDUELLES**

L'ensemble de ces hypothèses constructives et d'aménagement précédemment citées devront être respectées et intégrées dans la conception du projet. A défaut, cette étude devra être mise à jour. Par ailleurs, l'évaluation de risques sanitaires pourrait être mise à jour après acquisition de nouvelles données analytiques sur les gaz des sols ou les sols en fonction des résultats d'analyses des matériaux traités.

Afin de garantir la bonne prise en compte de ces recommandations et de conserver une traçabilité des travaux de dépollution effectués, il est conseillé de confier une prestation d'AMO à une entreprise spécialisée en sites et sols pollués.

**Recommandation : ASSISTANCE A MAITRISE D'OUVRAGE EN PHASE ETUDES (AMO Etudes)**

Au stade de la consultation des entreprises, en participant pour la partie relative à la pollution des sols, à l'élaboration des pièces techniques de cahier des charges, à formuler un avis quant aux offres techniques et financière des candidats

En phase chantier : suivi et contrôle des opérations, gestion des imprévus

En fin de chantier : assistance aux opérations de réception des travaux, constats et analyses au droit des matériaux traités, rapport de récolement des travaux effectués, si pertinent : réalisation d'une analyse des risques sanitaires résiduels.

Les conclusions et recommandations formulées dans le cadre de la présente étude devront être communiquées aux futurs propriétaires / locataires / exploitants du site. Ils devront être informés de l'état des sols et des mesures de gestion prises ou à prendre : ils devront garantir à leur tour le maintien des mesures mises en place.

Pour informer durablement les propriétaires successifs de l'état de pollution des sols, le Ministère en charge de l'environnement a identifié cinq outils permettant de conserver la mémoire de ces pollutions, soit au niveau de la conservation des Hypothèques, soit au niveau des plans locaux d'urbanisme (PLU) ou plans d'occupation des sols (POS). L'Etat dispose également de la possibilité de classer les parcelles cadastrales en Secteurs d'Information sur les Sols (SIS). Ceux-ci comprennent les terrains où la connaissance de la pollution des sols justifie, notamment en cas de changement d'usage, la réalisation d'études de sols et la mise en place de mesures de gestion de la pollution pour préserver la sécurité, la santé ou la salubrité publique et l'environnement.

**Recommandation : TRANSMISSION DES INFORMATIONS ET CONSERVATION DE LA MEMOIRE**

Un de ces dispositifs devra être mis en œuvre pour garantir la conservation de l'information sur la présence de substances polluantes et sa prise en compte pour des aménagements futurs. Ce rapport devra être transmis lors de toute transaction immobilière (vente ou location), ainsi que tout autre document ultérieur relatif au niveau de pollution résiduel des sols.

Limites de l'étude :

Il est à noter que tout changement concernant les caractéristiques environnementales du site (découverte d'une nouvelle source), le projet d'aménagement et les scénarios d'exposition pris en considération est susceptible de modifier les résultats de l'étude.

Le présent rapport, est rédigé à l'usage exclusif du client et de manière à répondre à ses objectifs indiqués au paragraphe 5. Il est établi au vu des informations fournies et connaissances du site et du projet détaillé dans ce rapport. BUREAU ALPES CONTROLES n'est notamment pas responsable des décisions de quelque nature que ce soit prises par le client par la suite.

# Annexe 1 : Codification selon la norme NFX31-620-2

| Codification des offres globales de prestations | | Prestations réalisées |
|---|---|---|
| Code | Prestations globales - domaine A | |
| AMO Etudes | Assistance à maîtrise d'ouvrage en phase Etudes | |
| LEVE | Levée de doute pour savoir si un site relève ou non de la méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués | |
| INFOS | Réalisation des études historiques, documentaire et de vulnérabilité afin d'élaborer un schéma conceptuel et, le cas échéant, un programme prévisionnel d'investigations | |
| DIAG | Mise en œuvre d'un programme d'investigations et interprétation des résultats | |
| **PG** | **Plan de gestion dans le cadre d'un projet de réhabilitation ou d'aménagement d'un site** | **X** |
| IEM | Interprétation de l'état des milieux | |
| SUIVI | Surveillance environnementale | |
| BQ | Bilan quadriennal | |
| CONT | Contrôle :<br>▪ de la mise en œuvre du programme d'investigation ou de surveillance ;<br>▪ de la mise en œuvre des mesures de gestion. | |
| XPER | Expertise dans le domaine des sites et sols pollués | |
| VERIF | Vérifications en vue d'évaluer le passif environnemental lors d'un projet d'acquisition d'une entreprise | |
| Code | Offres de prestations élémentaires - Domaine A | |
| A100 | Visite du site | |
| A110 | Études historiques, documentaires et mémorielles | |
| A120 | Étude de vulnérabilité des milieux | |
| A130 | Elaboration d'un programme prévisionnel d'investigations | |
| A200 | Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les sols | |
| A210 | Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les eaux souterraines | |
| A220 | Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les eaux superficielles et/ou sédiments | |
| A230 | Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les gaz du sol | |
| A240 | Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur l'air ambiant et les poussières atmosphériques | |
| A250 | Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les denrées alimentaires | |
| A260 | Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les terres excavées ou à excaver | |
| A270 | Interprétation des résultats des investigations | |
| A300 | Analyse des enjeux sur les ressources en eaux | |
| A310 | Analyse des enjeux sur les ressources environnementales | |
| **A320** | **Analyse des enjeux sanitaires** | **X** |
| **A330** | **Identification des différentes options de gestion possibles et réalisation d'un bilan coûts/avantages** | **X** |
| A400 | Dossiers de restriction d'usage, de servitudes | |

# Annexe 2 : PLU / PPRI

SITE D'ETUDE

SAINT-PIERRE-EN-FAUCIGNY

VOUGY

MONT-SAXONNEX

BRISON

SAINT-PIERRE-EN-FAUCIGNY

PETIT-BORNAND-LES-GLIÈRES

## ZONAGE

### ZONE URBAINE

- UH1 — Secteur à vocation dominante d'habitat (occupation du sol à optimiser)
- UH1a — Secteur à vocation dominante d'habitat (occupation du sol à optimiser) relevant de l'assainissement collectif à court terme
- UH1c — Secteur de centralité, forte densité et mixité des fonctions
- UH1c (oap1,2,3,4) — Secteur de centralité, forte densité et mixité des fonctions (urbanisable sous conditions particulières et dans le cadre d'Orientations d'Aménagement et de Programmation)
- UH2 — Secteur à vocation dominante d'habitat (occupation du sol à optimiser)
- UH3 — Secteur à vocation dominante d'habitat (occupation du sol à optimiser)
- UH3c — Secteur correspondant au coeur historique des hameaux
- UH3m — Secteur à vocation dominante d'habitat mitoyen (occupation du sol à optimiser)
- UH3a — Secteur à vocation dominante d'habitat (occupation du sol à optimiser) relevant de l'assainissement collectif à court terme
- UHi — Secteur d'habitat relevant de l'assainissement individuel
- UHic — Secteur relevant de l'assainissement individuel correspondant au coeur historique des hameaux
- UHinc — Secteur d'habitat dépourvu de possibilités d'assainissement collectif ou non collectif
- UHp — Secteur d'habitat de faible densité
- UHpa — Secteur d'habitat de faible densité relevant de l'assainissement collectif à court terme
- UHpi — Secteur d'habitat de faible densité relevant de l'assainissement individuel
- UE — Zone à vocation d'équipements publics et collectifs
- UE (oap3,5) — Secteur à vocation d'équipements publics et collectifs (urbanisable sous conditions particulières et dans le cadre d'Orientations d'Aménagement et de Programmation)
- UEr — Domaine autoroutier
- UEf — Domaine ferroviaire
- UX — Zone à vocation d'activités économiques
- Uxc — Secteur à vocation dominante d'activités commerciales

### ZONE NON URBANISEE, RESERVEE A L'URBANISATION FUTURE

*Zones à urbaniser à court terme*

- 1AUH2 (oap7,8) — Habitat dominant (urbanisable sous conditions particulières et dans le cadre d'Orientations d'Aménagement et de Programmation)
- 1AUH2c (oap6) — Habitat dominant (urbanisable sous conditions particulières et dans le cadre d'Orientations d'Aménagement et de Programmation)
- 1AUH3a (oap9) — Habitat dominant (urbanisable sous conditions particulières et dans le cadre d'Orientations d'Aménagement et de Programmation)
- 1AUHp (oap14,15,16) — Habitat dominant (urbanisable sous conditions particulières et dans le cadre d'Orientations d'Aménagement et de Programmation)
- 1AUHi (oap10,11,12,13) — Habitat dominant (urbanisable sous conditions particulières et dans le cadre d'Orientations d'Aménagement et de Programmation)
- 1AUE — Equipements publics et collectifs
- 1AUX (oap5,17) — Activités économiques (urbanisable sous conditions particulières et dans le cadre d'Orientations d'Aménagement et de Programmation)

*Zone à urbaniser à moyen ou long terme (inconstructible jusqu'à une modification ou une révision du PLU)*

- 2AUX — Activités économiques

### ZONE AGRICOLE

- A — Zone Agricole
- Ar — Secteur à réhabiliter en espace agricole

### ZONE NATURELLE

- N — Zone naturelle protégée

## AUTRES

- Trame végétale
- A titre indicatif : bâtiments d'exploitation agricole (à la date d'approbation du PLU):

*ELEMENTS, SITES et SECTEURS réglementés au titre de l'article L.151-19 du CU*

- Périmètres de bâti patrimonial
- Constructions d'intérêt patrimonial
- Plages agraires d'intérêt paysager

*ELEMENTS réglementés au titre de l'article L.151-23 du CU*

- Espaces naturels ou agricoles d'intérêt écologique
- Zones humides
- Pelouses sèches
- Corridors écologiques

*ELEMENTS réglementés au titre de l'article L.151-38 du CU*

- Itinéraires de randonnée au PDIPR

*SECTEURS réglementés au titre de l'article R.123.11.b° du CU*

- Zone non aedificandi
- Bandes d'effet de la canalisation de gaz

## DEPARTEMENT DE LA HAUTE-SAVOIE

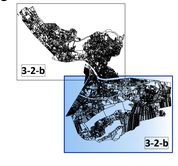
# BONNEVILLE

Plan Local d'Urbanisme

## DOCUMENT GRAPHIQUE REGLEMENTAIRE

***Plan des périmètres***

**PARTIE SUD**




Certifié conforme par le Maire et vu pour être annexé à la délibération du Conseil Municipal en date du 19 mai 2016 approuvant le P.L.U. de BONNEVILLE,

**Le Maire,**
**Stéphane VALLI**

| PLAN N°3-2-b | PROCEDURES | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ELABORATION | MODIFICATIONS | | REVISIONS |
| ECHELLE 1/5000 | N°1 | N°1 | | N°1 | |
| | | N°2 | | N°2 | |
| Mise au point | | N°3 | | N°3 | |


CONCEPTION — TERRITOIRES, Laprévalle, Parc Actival Multipôle, 74370 - METZ - TESSY, Tél : 04-50-33-32-76, e-mail : agence@territoires-urba.com

B.E.DESSIN — S.C.P. GUICHARD Bernard, GUICHARD Emmanuel, 16, Route des Vieux Moulins, 74160 ST JULIEN EN GENEVOIS, Tél : 04-50-49-02-04 e-mail : scp@scpduopoint.com



FOND CADASTRAL — **Origine CADASTRE Droits de l'Etat réservés**


MISE A JOUR DU BATI — **Janvier 2015**

Préfecture de la Haute-Savoie

Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt

rtm

Office National des Forêts

Service de Restauration des Terrains en Montagne

Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles

Carte Réglementaire

# PPR INONDATION DE L'ARVE

# BONNEVILLE

**Réglementation des zones**

- Zone inconstructible
  **Risque fort** ou **champ d'expansion de crue** ou **mesures conservatoires le long des torrents et ruisseaux**
- Zone de **risque moyen à fort** en zone fortement urbanisée
  Zone inconstructible en attendant des travaux de protection
- Zone de **risque modéré**
  constructible sous conditions
- Zone de **risque négligeable ou nul**
  non réglementé par le PPR

**Identification des zones**

4 / 1 — Réglementation applicables / Numéro de zone

Limite de périmètre réglementaire

**Plan n ° 1: Partie Est**

*Echelle : 1/5 000e*

*26 Juin 2000*

# Annexe 3 : Synthèse des paramètres physico-chimiques

| Substance | Caractéristiques des substances | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Coefficient de partage carbone organique** | **Diffusion dans l'air** | **Diffusion dans l'eau** | **Solubilité dans l'eau** | **Constante de Henry** | **Constante de Henry à la température de référence** | **Température de référence pour la constante de Henry** | **Température d'ébullition** | **Température critique** | **Enthalpie de vaporisation à la température d'ébullition** |
| | $K_{oc}$ | $D_a$ | $D_w$ | S | H' | H | $T_R$ | $T_B$ | $T_C$ | $DH_{v,b}$ |
| | ($cm^3/g$) | ($cm^2/s$) | ($cm^2/s$) | (mg/L) | (sans unité) | (atm-$m^3$/mol) | ($^oC$) | ($^oK$) | ($^oK$) | (cal/mol) |
| Benzène (71-43-2) | 5,89E+01 | 8,80E-02 | 9,80E-06 | 1,79E+03 | 2,27E-01 | 5,54E-03 | 25 | 353,24 | 562,16 | 7 342 |
| m-xylène (108-38-3) | 4,07E+02 | 7,00E-02 | 7,80E-06 | 1,61E+02 | 3,00E-01 | 7,32E-03 | 25 | 412,27 | 617,05 | 8 523 |
| p-xylène (106-42-3) | 3,89E+02 | 7,69E-02 | 8,44E-06 | 1,85E+02 | 3,13E-01 | 7,64E-03 | 25 | 411,52 | 616,20 | 8 525 |
| o-xylène (95-47-6) | 3,63E+02 | 8,70E-02 | 1,00E-05 | 1,78E+02 | 2,12E-01 | 5,18E-03 | 25 | 417,60 | 630,30 | 8 661 |
| 1,2,4-Trimethylbenzène (95-63-6) | 1,35E+03 | 6,06E-02 | 7,92E-06 | 5,70E+01 | 2,52E-01 | 6,14E-03 | 25 | 442,30 | 649,17 | 9 369 |
| 1,3,5-Trimethylbenzène (108-67-8) | 1,35E+03 | 6,02E-02 | 8,67E-06 | 2,00E+00 | 2,41E-01 | 5,87E-03 | 25 | 437,89 | 637,25 | 9 321 |
| Chlorure de vinyle (75-01-4) | 1,86E+01 | 1,06E-01 | 1,23E-05 | 8,80E+03 | 1,10E+00 | 2,69E-02 | 25 | 256,25 | 432,00 | 5 250 |
| 1,1-dicholoroéthène (75-35-4) | 5,89E+01 | 9,00E-02 | 1,04E-05 | 2,25E+03 | 1,07E+00 | 2,60E-02 | 25 | 304,75 | 576,05 | 6 247 |
| 1,1-dichloroéthane (75-34-3) | 3,16E+01 | 7,42E-02 | 1,05E-05 | 5,06E+03 | 2,30E-01 | 5,61E-03 | 25 | 330,55 | 523,00 | 6 895 |
| 1,2-Cisdichloroéthylène (156-59-2) | 3,55E+01 | 7,36E-02 | 1,13E-05 | 3,50E+03 | 1,67E-01 | 4,07E-03 | 25 | 333,65 | 544,00 | 7 192 |
| 1,2-Transdichloroéthylène (156-60-5) | 5,25E+01 | 7,07E-02 | 1,19E-05 | 6,30E+03 | 3,84E-01 | 9,36E-03 | 25 | 320,85 | 516,5 | 6717 |
| Tétrachloroéthylène (127-18-4) | 1,55E+02 | 7,20E-02 | 8,20E-06 | 2,00E+02 | 7,53E-01 | 1,84E-02 | 25 | 394,40 | 620,20 | 8 288 |
| Trichloroéthylène (79-01-6) | 1,66E+02 | 7,90E-02 | 9,10E-06 | 1,47E+03 | 4,21E-01 | 1,03E-02 | 25 | 360,36 | 544,20 | 7 505 |
| Aromatiques C8-C10 | 2,51E+02 | 1,00E-01 | 1,00E-05 | 2,50E+01 | 4,80E+01 | 1,17E+00 | 25 | 4,23E+02 | - | - |
| Aliphatiques C8-C10 | 3,16E+04 | 1,00E-01 | 1,00E-05 | 4,30E-01 | 8,00E+01 | 1,96E+00 | 25 | 423 | 594,6 | 8886 |
| Aliphatiques C10-C12 | 2,51E+05 | 1,00E-01 | 1,00E-05 | 3,40E-02 | 1,20E+02 | 2,96E+00 | 25 | 473 | 639 | 10000 |
| Aliphatiques C12-C16 | 5,01E+06 | 1,00E-01 | 1,00E-05 | 7,60E-04 | 5,20E+02 | 1,27E+01 | 25 | 533 | 693 | 11460 |

# Annexe 4 : Valeurs toxicologique de référence des substances et potentiel danger

# Benzène (n° CAS : 71-43-2) – Inhalation avec/sans seuil chronique

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Benzène (CAS 71-43-2) | 2024 | VTR court terme Inhalation | 29 µg.m$^{-3}$ | |
| | 2024 | VTR moyen terme Inhalation | 19 µg.m$^{-3}$ | |
| | 2024 | VTR long terme à seuil Inhalation | 9,7 µg.m$^{-3}$ | |
| | 2024 | VTR cancérogène sans seuil Inhalation | 1,6.10$^{-6}$ (µg.m$^{-3}$)$^{-1}$ | / |

# Xylènes (n° CAS : 1330-20-7) – Inhalation avec seuil chronique

**Effets à seuil - Exposition chronique par inhalation :**

**L'Anses retient une VTR de 0,1 mg.m$^{-3}$ (0,03 ppm) pour une exposition chronique par inhalation à un mélange de xylènes (Anses, 2020)**

L'Anses a mené une revue des valeurs existantes et n'a pas jugé nécessaire de construire une valeur différente de celle de l'US EPA (2003). Ainsi, L'Anses retient une NOAEC de 50 ppm (217 mg.m$^{-3}$) pour les effets neurologiques (altération de la coordination motrice) à partir d'une étude sub-chronique chez le rat (Korsak *et al.*, 1994).

Un ajustement temporel et un ajustement allométrique ont été pratiqués.

**Facteurs d'incertitude :** un facteur global de 300 est appliqué : un facteur 3 car la valeur utilisée est un LOAEL et un facteur de 10 pour la variabilité au sein de la population.

**Calcul** : 38,75 mg.m$^{-3}$ x 1/300 = 0,1 mg.m$^{-3}$

**Indice de confiance :** l'Anses accorde un indice de confiance moyen/faible dans cette valeur.

# 1,2,4-Triméthylbenzène (n° CAS : 95-63-6) – Inhalation avec seuil chronique

Cible : Population générale

Voie d'exposition : Inhalation - A seuil

Aiguë | Sub-chronique | **Chronique**

**Autres valeurs des organismes reconnus**

| Nom | Valeur | Source | Commentaire | Effet critique retenu |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| REL | 4 µg.m$^{-3}$ | OEHHA (2023) | 1 ppb | Neurotoxic effects (pain sensitivity behavio |
| RfC | 0,06 mg.m$^{-3}$ | US EPA (2016) | | Decreased pain sensitivity in r |

# 1,3,5-Triméthylbenzène (n° CAS : 108-67-8) – Inhalation avec seuil chronique

**Autres valeurs des organismes reconnus**

Cible : Population générale

Voie d'exposition : Inhalation - A seuil

Aiguë | Sub-chronique | **Chronique**

**Autres valeurs des organismes reconnus**

| Nom | Valeur | Source | Commentaire | Effet critique retenu | Etat |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| RfC | 0,06 mg.m$^{-3}$ | US EPA (2016) | | Decreased fetal weight and maternal weight | |

‹ Précédente 1 Suivante › Options

# Chlorure de vinyle (n° CAS : 75-01-4) – Inhalation avec/sans seuil chronique

**Effets à seuil - Exposition chronique par inhalation:**

**L'INERIS propose de retenir la valeur du TCEQ de $6.10^{-2}$ mg.m$^{-3}$ pour des expositions chroniques au chlorure de vinyle par inhalation.**

Deux VTR sont proposées celle de l'US-EPA (2000) et celle du TCEQ (2023).

| | US EPA (2000) | TCEQ (2023) |
| --- | --- | --- |
| **Etude clé, Durée et voie d'exposition** | Til *et al.*, 1983 ; Til *et al.*, 1991<br>Chronique chez le rat par voie orale | l'étude sur deux générations (Thornton *et al.*, 2002) par inhalation |
| **Effet critique/ dose** | Hépatique<br>NOAEL : 0,13 mg.kg$^{-1}$.j$^{-1}$ | hépatique (hypertrophie centro-lobulaire des femelles F1<br>$BMCL_{10}$ = 2,72 ppm (7,1 mg.m$^{-3}$) |
| **Calcul** | Modélisation PBPK : $NOAEC_{HEC}$ de 2,5 mg.m$^{-3}$ | Ajustement temporel Et concentration équivalente pour l'homme<br>0,680 ppm (1,8 mg.m$^{-3}$) |
| **UF total** | 30 | 30 |
| **UFA** | 3 | 3 |
| **UFH** | 10 | 10 |
| **VTR** | 0,1 mg.m$^{-3}$ | $6.10^{-2}$ mg.m$^{-3}$ |

La valeur de l'US-EPA a été extrapolée à partir de l'étude chronique par ingestion de Til *et al.*, (1983, 1991). La valeur du TCEQ est basée sur une étude de reproduction sur 2 générations (Thornton *et al.*, 2002). L'étude de Thornton n'est pas une étude chronique mais une étude par inhalation alors que l'étude de Til est une étude chronique par voie orale. L'US-EPA a estimé que la substance présentait un mode d'action commun pour les deux voies d'exposition (ingestion et inhalation) à savoir une toxicité hépatique. L'extrapolation voie à voie a donc été réalisée en utilisant les modèles PBPK. L'INERIS préfère retenir la valeur du TCEQ basée sur des études de bonne qualité par inhalation.

La valeur du TCEQ est basée sur une atteinte hépatique des femelles F1. L'effet hépatique apparait pertinent. Le TCEQ utilise ensuite une modélisation multi-étapes pour le calcul d'une Benchmark concentration. Une démarche similaire à partir de la même étude a également été retenue par l'ATSDR dans l'élaboration d'une VTR sub-chronique.

Concernant l'utilisation des facteurs d'incertitude, les deux organismes retiennent un facteur 10 pour la variabilité au sein de la population humaine et un facteur 3 pour l'extrapolation de l'animal à l'homme en raison de l'utilisation d'un ajustement. L'utilisation de ces facteurs est justifiée et cohérente.

**La valeur du TCEQ apparait donc plus pertinente pour les effets à seuil par inhalation.**

**Indice de confiance :** Moyen en raison de la qualité de l'étude et la transparence de la construction mais limité par de la durée de l'étude.

**Effets sans seuil - Exposition chronique par inhalation :**

**L'Anses retient la valeur de 0,0038 $(mg.m^{-3})^{-1}$ soit 3,8.$10^{-6}$ $(\mu g.m^{-3})^{-1}$ pour des expositions chroniques au chlorure de vinyle par inhalation (Anses, 2012)**

Six VTR sont proposées : la VTR de l'US-EPA (2000) également retenue par Santé Canada (2021), celle du RIVM (2001), celle de l'OEHHA (2011), celle de l'Anses (2012) et celle du TCEQ (2023).

Le RIVM, l'US-EPA, Santé Canada et le TCEQ se basent sur les mêmes études pour élaborer leur valeur toxicologique de référence : Maltoni *et al.*, 1981 ; Maltoni *et al.*, 1984. L'OEHHA s'appuie sur des études expérimentales complémentaires (Bi *et al.*, 1985, Drew *et al.*, 1983) et sur une étude épidémiologique : Waxweiler *et al.*, 1976. Enfin, en 2012, l'Anses propose une nouvelle valeur basée sur l'étude de Hong et al. (1981), cette étude n'avait pas été retenue par les autres organismes mais il s'agit d'une étude de bonne qualité et dont les résultats sont utilisables pour une modélisation et un calcul de benchmark dose. Selon l'Anses, les autres études retenues jusqu'à présent par les différents organismes se sont révélées moins bien adaptées à ce type de modélisation. La démarche de calcul est claire et détaillée, les arguments sont recevables. Cette valeur est retenue.

Cette valeur de 0,0038 $(mg.m^{-3})^{-1}$ correspond à une concentration de 2,63 $\mu g.m^{-3}$ pour un excès de risque de $10^{-5}$ et une concentration de 0,26 $\mu g.m^{-3}$ pour un excès de risque de $10^{-6}$.

**Indice de confiance de l'ANSES** : L'Anses n'a pas donné d'indice de confiance pour cette valeur.

# 1,1-Dichloroéthylène (n° CAS : 75-35-4) – Inhalation avec seuil chronique

**Effets à seuil - Exposition chronique par inhalation :**

**L'Ineris propose de retenir pour une exposition chronique au 1,1-DCE par inhalation la VTR chronique de $4.10^{-3}$ mg.m$^{-3}$ (0,001 ppm) (ATSDR, 2022).**

Cinq organismes proposent des valeurs pour une exposition chronique : l'US EPA (2002), l'OEHHA (2000), l'OMS CICAD (2003), le TCEQ (2013) et l'ATSDR (2022)

Tous les organismes s'appuient sur des études expérimentales. L'US EPA et l'OMS CICAD retiennent l'étude chronique de Quast *et al.*, 1986 chez le rat. L'étude de Quast est une étude de 18 mois (chronique) de qualité recevable, malgré une augmentation des concentrations d'exposition en cours d'étude et des niveaux d'exposition relativement élevés. Le TCEQ et l'OEHHA prennent celle de Prendergast *et al.*, 1967 menée sur plusieurs espèces animales (rats, chiens, cobayes, lapins, singes) pendant 90 jours (sub-chronique). L'étude de Prendergast présente l'avantage d'avoir été menée sur plusieurs espèces à des niveaux d'exposition relativement faibles, cependant les dosages des enzymes hépatiques en lien avec l'effet critique retenu, n'ont pas été réalisées aux doses intermédiaires. Enfin, l'ATSDR utilise les études du NTP, 2015 pour des expositions sub-chroniques et chroniques conduites chez le rat et la souris. Ces études du NTP sont de bonne qualité toutefois les concentrations retenues chez le rat pour les expositions chroniques ne sont pas assez basses pour la détermination d'une NOAEC, ce qui limite la pertinence de cette étude.

Tous les organismes, en dehors de l'ATSDR retiennent comme effet critique la toxicité hépatique, cohérent avec les effets du 1,1-DCE. Le TCEQ retient une atteinte hépatique mise en évidence histologiquement par des foyers de nécrose observés à la fois chez le rat, le chien et le singe dans les groupes exposés à 101 mg.m$^{-3}$. A partir de la même étude (Prendergast *et al.*, 1967), l'OEHHA considère une NOAEC de 20 mg.m$^{-3}$ pour l'augmentation du taux des enzymes hépatiques. L'US EPA prend en compte des changements mineurs dans la taille des cellules hépatiques présentes dans les lobes hépatiques chez les rats mâles et femelles, 6 et 12 mois après le début de l'exposition. Après 18 mois d'exposition, ces changements persistent seulement chez les rats femelles. Cet effet est significatif uniquement pour la concentration de 75 ppm (300 mg.m$^{-3}$). Il est réversible et n'induit aucun changement dans le fonctionnement hépatique. A partir de ces éléments une NOAEC de 25 ppm (100 mg.m$^{-3}$) et une LOAEC de 75 ppm (300 mg.m$^{-3}$) ont été établies chez les rates.

Seul l'ATSDR retient comme effet critique, des lésions localisées au niveau de l'épithélium nasal documentées dans des études de 90 jours et 2 ans réalisées par le NTP en 2015, à la fois chez le rat et la souris. Ces lésions surviennent à des concentrations plus faibles que les effets hépatiques et correspondent à un effet local du 1,1-DCE. Du fait de sa plus grande sensibilité et de son expression locale, l'effet critique retenu par l'ATSDR au niveau de l'épithélium nasal est jugé plus pertinent que l'effet systémique hépatique considéré par les autres organismes.

L'ATSDR construit initialement sa valeur à partir d'une étude sur 2 ans chez la souris, avec une concentration limite d'exposition inférieure plus faible (6,25 ppm) que chez le rat (25 ppm). L'effet critique retenu correspond à une augmentation de l'incidence d'une métaplasie de l'épithélium olfactif, significative dès la plus faible dose de 6,5 ppm. L' ATSDR développe sa valeur selon le même schéma que celui décrit pour le calcul de la VTR sub-chronique construit à partir d'une étude de 90 jours chez le rat et aboutit à un MRL du même ordre de grandeur, mais légèrement supérieure. L' ATSDR souligne l'incohérence de proposer un MRL de toxicité chronique supérieur au MRL de toxicité sub-chronique et choisit donc de retenir la même valeur de MRL à la fois pour une exposition sub-chronique et chronique.

L'Ineris suit la démarche de l'ATSDR et retient la valeur développée pour les expositions sub-chroniques pour des expositions chroniques.

# 1,1-Dichloroéthane (n° CAS : 75-34-3) – Inhalation avec seuil chronique




# Cis-Dichloroéthylène (n° CAS : 156-59-2) & Trans-Dichloroéthylène (n° CAS : 156-60-5) – Inhalation avec seuil chronique

**Effets à seuil - Exposition chronique par inhalation**

**Le RIVM propose, pour l'isomère cis, une pTCA (TCA provisoire) de 3.10-2 mg/m3 pour une exposition chronique par inhalation (Baars et al., 2001).**

Pour le RIVM, il n'existe pas d'étude appropriée permettant de calculer une concentration tolérable dans l'air pour le cis-dichloroéthylène. La TCA a donc été calculée provisoirement à partir de la dose journalière admissible (TDI) pour l'isomère cis (extrapolation voie-à-voie). La méthode d'extrapolation utilisée n'est pas précisée. Pour le RIVM, la fiabilité de cette valeur est faible.

**Le RIVM propose, pour l'isomère trans, une pTCA (TCA provisoire) de 6.10-2 mg/m3 pour une exposition chronique par inhalation (Baars et al., 2001).**

Cette valeur a été établie à partir de l'étude expérimentale de Freundt (Freundt et al., 1977) décrite plus haut. Des effets hépatiques et pulmonaires ont été notés chez le rat, exposé durant 8 heures à la dose la plus faible testée soit 780 mg/m3 (équivalent à 185 mg/m3 en exposition continue). La TCA est provisoire car elle est issue d'un LOAEL provenant d'une étude de toxicité aiguë. Pour le RIVM, la fiabilité de cette valeur est faible.

Facteurs d'incertitude : un facteur 10 a été appliqué car la valeur utilisée est un LOAEL, un facteur 10 pour l'extrapolation de données animales vers l'homme, un facteur 10 pour la variabilité au sein de la population et un facteur 3 pour la durée limitée de l'étude.

Calcul : 185 mg/m3 x 1/3 000 = 0,06 mg/m3

# Trichlorométhane - Chloroforme (n° CAS : 67-66-3) – Inhalation avec seuil chronique

| | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Chloroforme (CAS 67-66-3) | 2008 | VTR long terme à seuil Inhalation | 63 µg.m$^{-3}$ | / |

# Trichloroéthylène (n° CAS : 79-01-9) – Inhalation avec/sans seuil chronique

**Effets à seuil - Exposition chronique par inhalation :**

**L'Anses propose de retenir pour une exposition chronique au TCE par inhalation la VTR chronique de 3,2 mg.m$^{-3}$.**

L'Anses (2018) retient pour une exposition chronique au TCE par inhalation la VTR de 3,2 mg.m$^{-3}$.

Six VTR sont proposées pour une exposition chronique : elles sont présentées par le RIVM (2001), par l'OEHHA (2003), par l'US EPA (2011), par l'ANSES (2018), par l'ATSDR (2019) et par Santé Canada (2021). L'OEHHA retient une étude source (Vandervort et Polnkoff, 1973) conduite chez les travailleurs et qui est basée sur des données humaines contrairement à l'étude expérimentale menée chez la souris (Kjellstrand et al., 1983) retenue par le RIVM. La TCA proposée par le RIVM, est provisoire car l'étude chez la souris est considérée comme peu fiable. Plus récemment, l'US EPA (2011) rapporte une nouvelle valeur basée sur plusieurs études expérimentales qui prennent en compte les effets immunotoxiques chez la souris et les malformations cardiaques chez le rat. La valeur développée par l'US EPA repose notamment sur une approche par extrapolation voie à voie, elle n'est donc pas retenue. En 2019, l'ATSDR propose de retenir la même valeur que celle de l'US EPA. Ces différentes valeurs ont été rejetées par l'ANSES, car elles ne sont pas considérées comme étant de bonne qualité scientifique tant du point de vue de la qualité des études sources que de la méthode de construction de la valeur. Plus récemment, Santé Canada reprend la valeur de l'US EPA (2011), pour les mêmes raisons que celles évoquées pour l'US EPA, cette valeur n'est pas retenue.

Enfin, l'Anses propose une nouvelle VTR basée sur une exposition par inhalation chez le rat (Maltoni et al., 1988 et retient comme effet critique les effets rénaux, caryocytomégalie des cellules tubulaires rénales (Anses, 2018). Cette valeur est retenue par l'Ineris.

**Indice de confiance :** L'Anses attribue un indice de confiance moyen/fort à sa valeur

**Effets sans seuil - Exposition chronique par inhalation :**

**L'Anses propose de retenir pour une exposition chronique au TCE par inhalation la VTR chronique de 1.10$^{-6}$ (µg.m$^{-3}$)$^{-1}$ (ANSES, 2018).**

Cinq VTR sont proposées pour une exposition chronique pour des effets sans seuil, par les organismes de référence suivants : l'OMS (2000), Santé Canada (2021), l'OEHHA (2011), l'US EPA (2011) et l'ANSES (2018). Les trois premières se réfèrent à des études expérimentales. L'OMS a choisi de retenir une seule étude réalisée chez le rat (Maltoni et al., 1988) avec pour effet critique des tumeurs testiculaires alors que l'OEHHA se base sur 4 études menées chez la souris (Bell et al., 1978 ; Henschler et al., 1980 ; Fukuda et al., 1983 ; Maltoni et al., 1986) avec comme effet critique des tumeurs hépatiques, pulmonaires et des lymphomes. L'étude de l'US EPA et de Santé Canada retient une population de travailleurs (Charbotel et al., 2006) mais pour lesquels des co-expositions sont probables et non complètement prises en compte dans les résultats de l'étude. L'ANSES a réanalysé l'ensemble des valeurs disponibles en 2018 et considère que, malgré leurs limites, l'étude de Charbotel et al. et la construction de l'US EPA sont recevables en ce qui concerne les effets rénaux. Cependant, l'ANSES ne retient pas les enfants comme population sensible pour ce type d'effet, ce qui conduit l'ANSES à ne pas appliquer de facteurs spécifiques et donc à retenir une valeur finale légèrement différente de celle calculée par l'US EPA et Santé Canada. Cette valeur est retenue par l'Ineris.

**Indice de confiance :** L'ANSES accorde un indice de confiance moyen/fort dans la valeur qu'elle a construite.

# Tétrachloroéthylène (n° CAS : 127-18-4) – Inhalation avec/sans seuil chronique

**L'ANSES propose de retenir pour une exposition chronique au tétrachloroéthylène par inhalation la VTR de 0,4 mg.m$^{-3}$ (2018).**

Huit organismes différents proposent des valeurs (ATSDR, 2019, US EPA, 2012, OMS CICAD, 2006, OMS, 2000, Santé Canada, 2021, RIVM, 2001, ANSES, 2018, OEHHA, 1991).

| | ATSDR 2019 | ANSES 2018 | US EPA 2010 | OMS CICAD 2006 | OMS 2000 RIVM 2001 | Santé Canada 2021 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Valeur (mg.m$^{-3}$)** | **0,041** | **0,40** | **0,040** | **0,2** | **0,25** | **0,040** |
| **Etude clé** | Cavalleri *et al.*, 1994 | Cavalleri *et al.*, 1994 | Cavalleri *et al.*, 1994<br>Echeverria *et al.*, 1995 | Seeber, 1989 | Utti *et al.*, 1992 | Cavalleri *et al.*, 1994<br>Echeverria *et al.*, 1995 |
| **Espèce** | Homme (travailleur) | Homme (travailleur) | Homme (travailleur) | Homme (travailleur) | Homme (travailleur) | Homme (travailleur) |
| **Concentration critique et effet associé** | LOAEC = 7,3 ppm<br>Vision des couleurs | LOAEC = 7,3 ppm (50 mg.m$^{-3}$)<br>Vision des couleurs | LOAEC = 56 mg.m$^{-3}$ effets cognitifs<br>LOAEC = 15 mg.m$^{-3}$ (2 ppm) dyschromatopsie<br>Moyenne arithmétique : LOAEC = 35,5 mg.m$^{-3}$ | LOAEC = 83 mg.m$^{-3}$ (12 ppm) effets neurologiques | LOAEC = 102 mg.m$^{-3}$ effets rénaux | LOAEC = 56 mg.m$^{-3}$ effets cognitifs<br>LOAEC = 15 mg.m$^{-3}$ (2 ppm) dyschromatopsie<br>Point médian : LOAEC/FI = 0,04 mg.m$^{-3}$ |
| **Ajustement exposition continue** | 1,7 ppm | 1,8 ppm | - | 20 mg.m$^{-3}$ | 24,3 mg.m$^{-3}$ | oui |
| **Concentration équivalente pour l'homme** | - | - | - | - | - | - |
| **UF total** | **300** | **30** | **1 000** | **100** | **100** | **1 000** |
| $UF_A$ | - | - | - | - | - | 10 |
| $UF_H$ | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| $UF_L$ | 10 | 3 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| $UF_D$ | 3 | - | 10 | | | - |
| **Indice de confiance** | - | Fort | Moyen | - | - | - |

L'OEHHA retient une ancienne valeur de l'US EPA qui a été révisée depuis. Cette valeur n'est pas retenue.

L'OMS et le RIVM retiennent un effet critique correspondant à des effets rénaux chez l'homme avec une LOAEC de 102 ppm soit 725 mg.m$^{-3}$ (Mutti *et al.*, 1992). Cet effet n'est pas celui apparaissant aux plus faibles niveaux d'exposition.

L'ATSDR, l'OMS CICAD, l'US EPA, Santé Canada et l'ANSES retiennent comme effet critique des effets neurologiques. L'OMS CICAD retient une LOAEC de 12 ppm pour des effets neurologiques (vitesse de perception visuelle retardée, détérioration de l'attention et de détection visuelle), chez des individus résidant à proximité de pressing (Seeber, 1989). L'US EPA propose une valeur basée sur deux études épidémiologiques menées chez des travailleurs : l'une sur les troubles de la vision pour une LOAEC de 2,6 ppm soit 18 mg.m$^{-3}$ (Cavalleri *et al.*, 1994) et l'autre sur des troubles comportementaux pour une LOAEC de 9,7 ppm soit 70 mg.m$^{-3}$ (Echeverria *et al.*, 1995). Santé Canada retient la même approche que l'US EPA. Enfin, l'ANSES et l'ATSDR à partir d'une de ces deux études (Cavalleri *et al.*, 1994) retient la LOAEC de 50 mg.m$^{-3}$(7,3 ppm).

De manière générale, les effets neurologiques, et plus particulièrement les troubles de la vision des couleurs, sont décrits comme survenant pour les plus faibles niveaux d'exposition au tétrachloroéthylène. Ces derniers sont retenus comme effets critiques pour les valeurs proposées par l'OMS CICAD, l'US EPA, l'ANSES et l'ATSDR. De plus, une analyse de la robustesse méthodologique des différentes études rapportées dans la littérature sur ces effets neurologiques menée par le NRC ne retient pas les études de Ferroni *et al.*, 1992 et de Seeber, 1989 parmi celles recevables alors qu'elle conseille l'utilisation notamment des études de Cavalleri *et al.*, 1994 et de Echeverria *et al.*, 1995. Cette analyse nous paraît justifiée.

Outre le choix de l'étude clé, les cinq valeurs proposées par l'ATSDR, l'OMS CICAD, l'US EPA, Santé Canada et l'ANSES diffèrent par les facteurs d'incertitude appliqués. L'ATSDR, l'OMS CICAD et l'US EPA retiennent deux

**Effets sans seuil - Exposition chronique par inhalation :**

**L'ANSES propose de retenir pour une exposition chronique au tétrachloroéthylène par inhalation l'ERUi de 2,6.$10^{-7}$ ($\mu g.m^{-3}$)$^{-1}$ (2018).**

Trois organismes proposent des valeurs l'US EPA (2012), l'ANSES (2018) et l'OEHHA (2005). La valeur de l'ANSES retient celle proposée par l'US EPA (2012). Deux organismes, l'US EPA et l'ANSES utilisent une étude expérimentale de cancérogenèse chez la souris : l'étude de JISA (1993), alors que l'OEHHA a intégré dans son analyse les deux études de cancérogènes à la fois chez le rat et la souris (JISA, 1993 et NTP, 1986). La qualité de l'étude de JISA (1993) ne peut pas être évaluée car il s'agit d'une étude non publiée mais elle est décrite par l'US EPA, qui a eu accès au dossier, comme étant de bonne qualité. L'étude du NTP (1986) est de bonne qualité.
Les écarts observés entre les organismes US EPA, ANSES d'une part et OEHHA d'autre part, sont liés principalement à deux points particuliers :

1. L'US EPA a fait le choix de considérer uniquement la voie d'oxydation dans son calcul de dose interne, alors que l'OEHHA a pris en compte à la fois une métabolisation du tétrachloroéthylène par la voie oxydative et la voie du glutathion. Les calculs de conversions de Benchmark dose en doses internes chez l'homme réalisés à partir du modèle PBPK aboutissent à un écart important : la dose interne selon l'hypothèse d'un métabolisme exclusivement oxydatif est 11 fois supérieure à celle obtenue si l'on fait l'hypothèse d'un métabolisme par les deux voies.
2. L'US EPA a centré le calcul de risque uniquement par rapport aux tumeurs hépatiques chez la souris, l'ensemble des données relatives aux tumeurs n'a pas été prise en compte par l'US EPA dans le calcul de sa valeur. A l'inverse, l'OEHHA a fait le choix de balayer l'ensemble des pathologies tumorales observées dans les deux études, sur deux espèces rat et souris, la valeur finale étant la moyenne géométrique de quatre ERU sélectionnés pour leur pertinence. Ce choix a entraîné un facteur 1,7 dans le calcul des ERU.

Les trois organismes retiennent le même effet critique : la survenue d'hépatocarcinomes chez les souris. L'étude de JISA est plus complète et permet de déterminer une relation dose-effet plus fiable dans la mesure où trois concentrations ont été testées pour chacune des deux espèces alors que seules deux concentrations ont été testées par le NTP.
L'ANSES conseille de retenir la valeur de l'US EPA ERUi de 2,6 $10^{-7}$ ($\mu g.m^{-3}$)$^{-1}$, mais fait observer que des incertitudes subsistent, notamment concernant le mode d'action cancérogène du tétrachloroéthylène au niveau hépatique, l'extrapolation à l'homme des tumeurs du foie observées chez la souris, la part chez l'homme de la voie métabolique de conjugaison au GSH.
**Indice de confiance :** Le niveau de confiance global de la VTR est de moyen à faible.

Valeurs toxicologiques équivalentes (RfD et RfC) du TPHCWG et potentiel danger associé :

| TPHCWG | RfD équivalente (1997) | *Substance de la classe ayant cette VTR* | RfC équivalente (1997) | *Substance de la classe ayant cette VTR* | Effets |
|---|---|---|---|---|---|
| Aliphatic nC>5-nC6 | **5 mg/kg/j** (SF = 1000) | *Hexane commrecial (dérivé de RfC)* | **18.4 mg/m3** (SF : 100) | *Hexane commercial* | neurotoxique |
| Aliphatic nC>6-nC8 | | | | | |
| Aliphatic nC>8-nC10 | **0.1 mg/kg/j** (SF = 1000) | *C10-C13* | **1 mg/m3** (SF = 1000) | *White spirit desaromatisé C7-C11, isoparaffines C10-C11 et Fuel JP-8* | Hepatoxique et neurotoxique |
| Aliphatic nC>10-nC12 | | | | | |
| Aliphatic nC>12-nC16 | | | | | |
| Aliphatic nC>16-nC35 | **2 mg/kg/j** (SF =100) | *huiles* | Non volatil | Non volatil | Tumeurs hépatiques |
| Aliphatic >nC35 | **20 mg/kg/j** (SF =100) | *huiles* | Non volatil | Non volatil | Tumeurs hépatiques |
| Aromatic nC>5-nC7 | *Classe correspondant au benzène a prendre en tant que tel* | | | | |
| Aromatic nC>7-nC8 | **0.2 mg/kg/j** (SF = 1000) | *styrène* | **0.4 mg/m3** (SF = 300) | *Toluène* | Hepa et nephrotoxiques |
| Aromatic nC>8-nC10 | **0.04 mg/kg/j** (SF = 10000) | *Isopropylbenzene, naphtalène, fluoranthene, fluorene* | **0.2 mg/m3** (SF = 1000) | *C9-aromatiques* | Diminution du poids |
| Aromatic nC>10-nC12 | | | | | |
| Aromatic nC>12-nC16 | | | | | |
| Aromatic nC>16-nC21 | **0.03 mg/kg/j** (SF = 3000) | *pyrene* | Non volatil | Non volatil | nephrotoxiques |
| Aromatic nC>21-nC35 | | | | | |

# Annexe 5 : Résultats des calculs de risques sanitaires

ALPES CONTRÔLES
Construction & Exploitation

# Calculs des risques sanitaires - Air ambiant intérieur rez-de-chaussée LIDL (local ménage) - Adultes (employés)

| | |
|---|---|
| Scénario | Inhalation air ambiant intérieur |
| Cible | **Population générale - employés adultes** |
| Substances | **A seuil** |

| | |
|---|---|
| Durée d'exposition théorique (année) | 43 |
| Période sur laquelle est moyennée l'exposition (année) | 43 |

| | |
|---|---|
| Durée d'exposition journalière (h) | 4 |
| Fréquence d'exposition journalière | 0,167 |
| Nombre de jours annuels d'exposition | 218 |
| Fréquence annuelle d'exposition | 0,597 |

| Substances | $C_{int}$ Concentration dans l'air intérieur (µg/m$^3$) | Concentration moyenne inhalée (µg/m$^3$) | Concentration moyenne inhalée (mg/m$^3$) | Valeur toxicologique de référence (mg/m$^3$) | QD Quotient de risque | % du risque total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Benzène (71-43-2) | 3,03E-01 | 3,02E-02 | 3,02E-05 | 1,00E-02 | 3,02E-03 | 12,56% |
| m-xylène (108-38-3) | 1,18E+00 | 1,18E-01 | 1,18E-04 | 1,00E-01 | 1,18E-03 | 4,89% |
| p-xylène (106-42-3) | 1,18E+00 | 1,18E-01 | 1,18E-04 | 1,00E-01 | 1,18E-03 | 4,89% |
| o-xylène (95-47-6) | 3,79E-01 | 3,77E-02 | 3,77E-05 | 1,00E-01 | 3,77E-04 | 1,57% |
| 1,2,4-Triméthylbenzène (95-63-6) | 2,73E-01 | 2,71E-02 | 2,71E-05 | 6,00E-02 | 4,52E-04 | 1,88% |
| 1,3,5-Triméthylbenzène (108-67-8) | 9,84E-02 | 9,80E-03 | 9,80E-06 | 6,00E-02 | 1,63E-04 | 0,68% |
| Chlorure de vinyle (75-01-4) | 3,79E-01 | 3,78E-02 | 3,78E-05 | 6,00E-02 | 6,29E-04 | 2,62% |
| 1,1-dicholoroéthylène (75-35-4) | 1,97E-02 | 1,96E-03 | 1,96E-06 | 4,00E-03 | 4,90E-04 | 2,04% |
| 1,2-Transdichloroéthylène (156-60-5) | 5,76E-02 | 5,73E-03 | 5,73E-06 | 6,00E-02 | 9,56E-05 | 0,40% |
| 1,2-Cisdichloroéthylène (156-59-2) | 3,79E+00 | 3,77E-01 | 3,77E-04 | 3,00E-02 | 1,26E-02 | 52,30% |
| Trichlorométhane-Chloroforme (67-66-3) | 3,78E-03 | 3,76E-04 | 3,76E-07 | 6,30E-02 | 5,97E-06 | 0,02% |
| Trichloroéthylène (79-01-6) | 1,24E+01 | 1,24E+00 | 1,24E-03 | 3,20E+00 | 3,87E-04 | 1,61% |
| Tétrachloroéthylène (127-18-4) | 1,97E-01 | 1,96E-02 | 1,96E-05 | 4,00E-01 | 4,90E-05 | 0,20% |
| Aromatiques C8-C10 | 2,65E+00 | 2,64E-01 | 2,64E-04 | 2,00E-01 | 1,32E-03 | 5,50% |
| Aliphatiques C8-C10 | 1,84E+01 | 1,83E+00 | 1,83E-03 | 1,00E+00 | 1,83E-03 | 7,60% |
| Aliphatiques C10-C12 | 2,93E+00 | 2,91E-01 | 2,91E-04 | 1,00E+00 | 2,91E-04 | 1,21% |
| Aliphatiques C12-C14 | 2,41E-02 | 2,40E-03 | 2,40E-06 | 1,00E+00 | 2,40E-06 | 0,01% |

| | |
|---|---|
| **Somme des risques substances à seuil - QD** | **2,40E-02** |

---

| | |
|---|---|
| Scénario | Inhalation air ambiant intérieur |
| Cible | **Population générale - employés adultes** |
| Substances | **Sans seuil** |

| | |
|---|---|
| Durée d'exposition théorique (année) | 43 |
| Période sur laquelle est moyennée l'exposition (année) | 70 |

| | |
|---|---|
| Durée d'exposition journalière (h) | 4 |
| Fréquence d'exposition journalière | 0,167 |
| Nombre de jours annuels d'exposition | 218 |
| Fréquence annuelle d'exposition | 0,597 |

| Substances | $C_{int}$ Concentration dans l'air intérieur (µg/m$^3$) | Concentration moyenne inhalée (µg/m$^3$) | Concentration moyenne inhalée (mg/m$^3$) | Valeur toxicologique de référence (mg/m$^3$)$^{-1}$ | ERI Excès de Risque Individuel | % du risque total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Benzène (71-43-2) | 3,03E-01 | 1,85E-02 | 1,85E-05 | 1,60E-03 | 2,97E-08 | 3,37% |
| Chlorure de vinyle (75-01-4) | 3,79E-01 | 2,32E-02 | 2,32E-05 | 3,80E-03 | 8,81E-08 | 10,00% |
| 1,1-Dichloroéthane (75-34-3) | 3,05E-03 | 1,86E-04 | 1,86E-07 | 1,60E-03 | 2,98E-10 | 0,03% |
| Trichloroéthylène (79-01-6) | 1,24E+01 | 7,60E-01 | 7,60E-04 | 1,00E-03 | 7,60E-07 | 86,24% |
| Tétrachloroéthylène (127-18-4) | 1,97E-01 | 1,20E-02 | 1,20E-05 | 2,60E-04 | 3,13E-09 | 0,36% |

| | |
|---|---|
| **Somme des risques substances sans seuil - ERI** | **8,81E-07** |

# C3. Plan de localisation des pollutions concentrées

ALPES CONTROLES – mars 2026




ALPES CONTRÔLES

N

Sources : Google satellite

Echelle :

0 10 20 m

Légende :

- Site d'étude
- Futur bâtiment LIDL
- Air sous-dalle

Sondages réalisés

- 0,5m
- 1,5m
- 1,75m
- 2m
- 2,5m
- 2,75m
- 3m
- 4m
- 5m
- 6m

Pollutions concentrées

- HCT
- HCT+COHV
- HCT+COHV?

# Plan de localisation des pollutions concentrées

# C4. Données servant de base à l'élaboration du cahier des charges pour la consultation des entreprises de travaux de dépollution

ALPES CONTROLES – mail du 27 mars 2026

Source : ALPES CONTROLE

Dans le plan de gestion, plusieurs scénarios ont été étudiés pour la dépollution du site :

- Solution N°1 : Excavation de la zone non saturée (0-3 m) et évacuation hors site pour traitement biologique ; traitement in-situ de la zone saturée,
- Solution N°2 : excavation du spot de pollution en HCT et évacuation en filière spécifique ; excavation de la zone non saturée (0-3 m) et traitement biologique sur site ; traitement in-situ de la zone saturée,
- Solution N°3 : excavation de la zone non saturée (0-3 m) et traitement thermique sur site ; traitement in-situ de la zone saturée,
- Solution N°4 : Excavation du spot de pollution en HCT et évacuation en filière spécifique ; Traitement in-situ biodégradation dynamisée (gestion de la ZS),
- Solution N°5 : Excavation du spot de pollution en HCT et évacuation en filière spécifique ; Traitement in-situ venting/biosparging (gestion de la ZS).

**LIDL souhaite s'orienter sur la solution n°1 pour plusieurs raisons : maitrise complète de la technique, absence d'essais de faisabilité qui rallongent le planning, éviter tout risque de pollution résiduelle, avoir le planning de travaux le plus court possible.**

Les pollutions concentrées en HCT et en COHV (TCE, 1,2-DCE) semblent représenter un volume en gestion d'environ 3 400 m3.

En tenant compte d'une nappe phréatique à environ 3m de profondeur au droit du site, il est estimé environ 2 235 m3 situés dans la zone non saturée et 1 160 m3 situé en zone saturée.

Des matériaux non impactés dont les concentrations sont inférieures aux seuils de dépollution seront à prendre en charge lors du terrassement au droit de C6 au droit du local loué pour atteindre les pollutions concentrées (HCT 2-3m = 5 100 mg/kg). Ces matériaux représentent un volume total 200 m3 qui peuvent être remblayés sur site.

**Ainsi 2 235 m3 de matériaux seront à évacuer en filière agréée de type Biocentre ou équivalent.**

**Pour le remblaiement, il est difficile de fournir un volume précis à ce stade.** En effet, cela dépendra du plan de terrassements, de la qualité des dalles bétons, des fondations qui peuvent potentiellement être concassées puis remblayées sur site (cloutage).

Concernant les nuisances olfactives et des poussières, il sera demandé à l'entreprise les mesures spécifiques suivantes :

- Respect des horaires de chantier ;
- Diminution de la vitesse de circulation sur site ;
- Limitation des excavations, dans la mesure du possible, en période de vent fort (> 40 km/h)
- Bachage des camions et des stocks ;
- Arrosage des pistes de circulation si besoin ;
- Brumisation ou arrosage lors des terrassements si envol des poussières ;
- Nettoyage des voiries adjacentes si besoin...

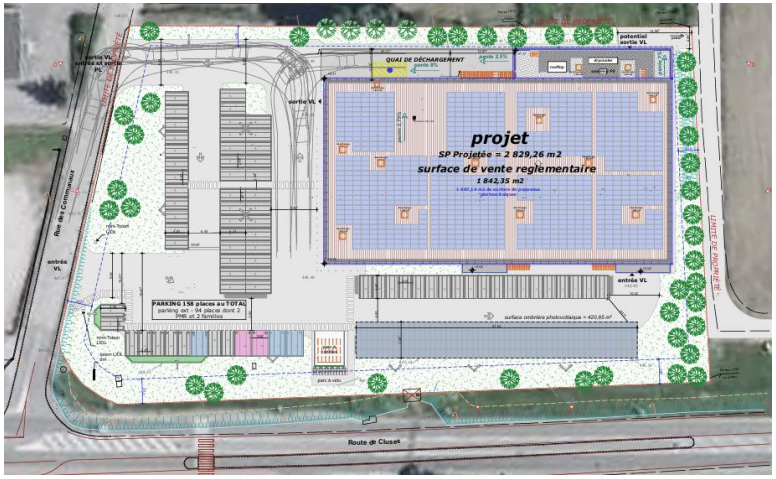
# D.Etude d’impact circulatoire de la création d’un magasin LIDL

Lee Sormea – 31 octobre 2025

# ETUDE DE TRAFIC - BONNEVILLE (74)

## Etude et projection de trafic





# SOMMAIRE


- Contexte et objectif de la mission
- Recueil de données sur le terrain
  - Comptages automatiques
  - Comptages directionnels
  - Conditions de circulation
- Desserte en transport en commun
- Projet et hypothèse d'induction
  - Présentation du projet
  - Calcul d'induction du nombre de véhicules supplémentaires
  - Trafics routiers futurs
- Calcul de capacité
  - Calcul sur l'état actuel
  - Calcul sur l'état futur
- Conclusion
- Synthèse

# Contexte de la mission

- L'enseigne LIDL souhaite délocaliser l'un de ses magasins de la rue des Bernacles à la rue des Communaux à Bonneville (74).
- La relocalisation s'accompagne de l'agrandissement de l'enseigne qui passe de 1842m² de surface de vente projetée contre 823m² actuellement.

- La présente mission a pour objectif de **réaliser un état des lieux des déplacements sur le secteur et de mesurer l'impact du déplacement et de l'agrandissement du magasin sur les conditions de circulation sur les axes routiers et intersections environnantes**.

- Pour cela nous avons réalisé :
  - Des **comptages sur une semaine et sur l'heure de pointe** permettant l'analyse du trafic actuel de la zone ;
  - Une **analyse des comportements** des usagers actuels ;
  - **L'estimation des flux futurs** à l'heure de pointe commerciale du vendredi et du samedi ;
  - A l'état actuel et futur, des calculs **de réserve de capacité des carrefours** en vérifiant la faisabilité du projet.



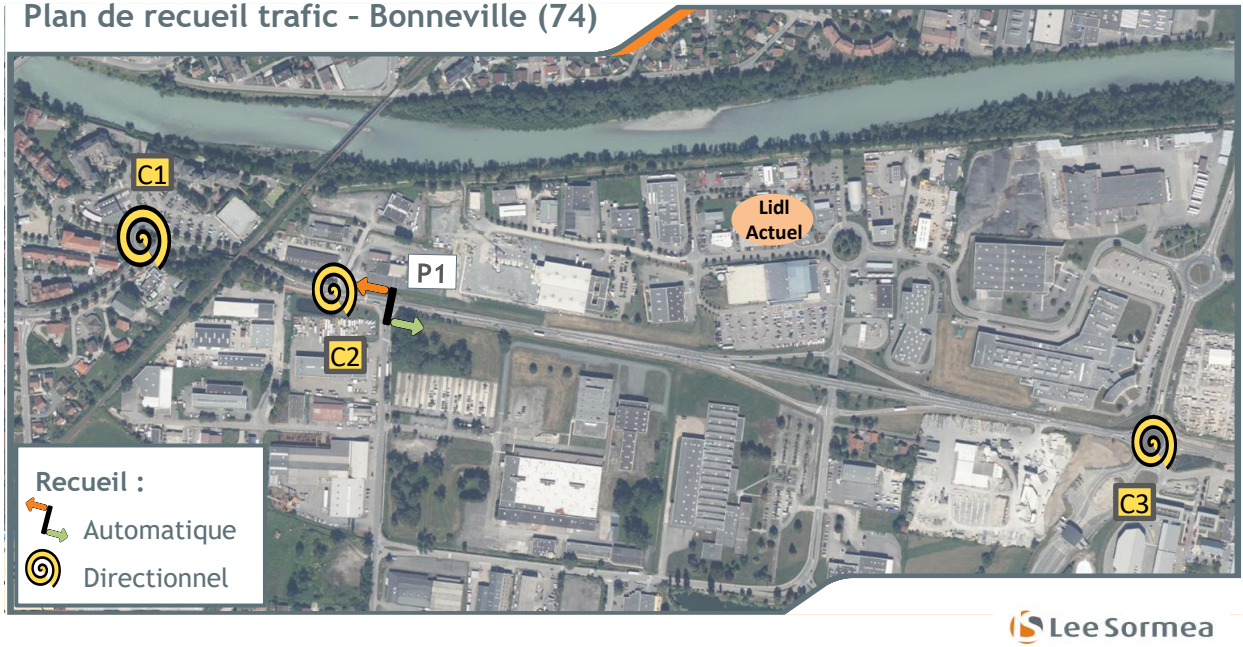
# CONDITIONS DE CIRCULATION ACTUELLES

# Recueils de données - Trafic

- **Relevé des conditions de circulation** le vendredi 19 septembre 2025 et le samedi 20 septembre 2025
- **Comptage du débit routier** des véhicules en section courante du 14/09/2025 au 20/09/2025.
- **Comptages directionnels** de véhicules aux carrefours d'accès à la zone commerciale : le vendredi 19 et samedi 20 septembre 2025, durant l'heure de pointe.

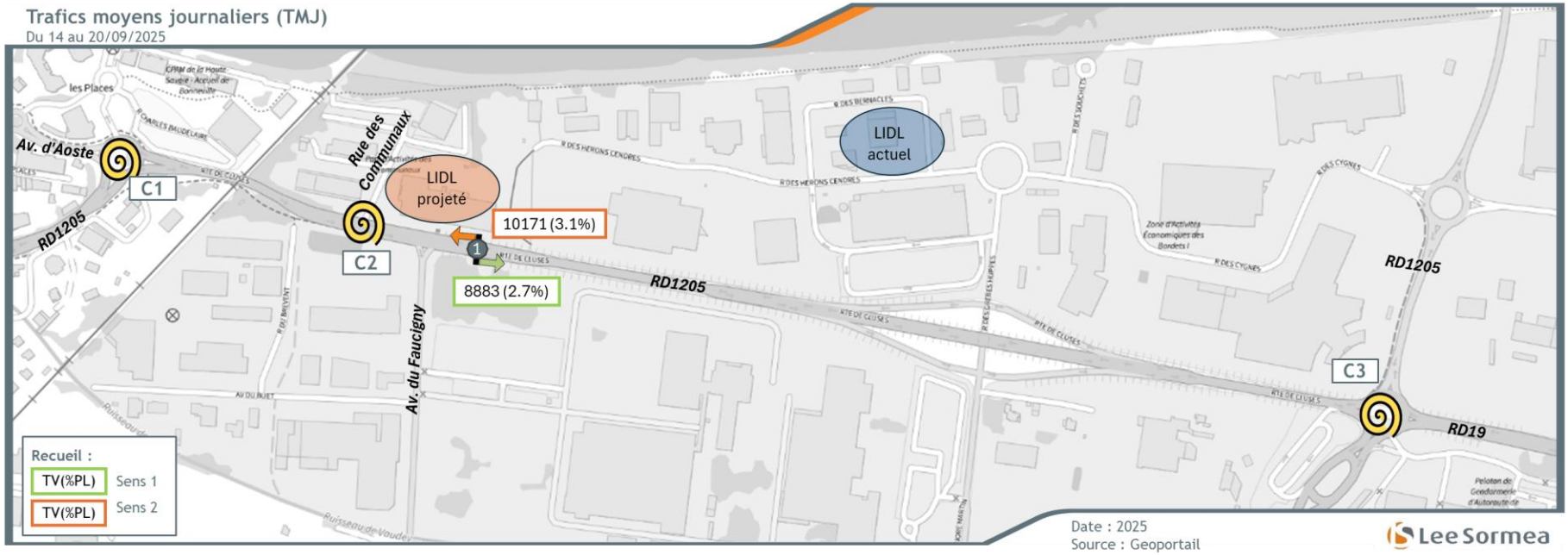
Les comptages automatiques ont pour objectif de connaître les flux et leur répartition (VL/PL-Bus) sur une période d'une semaine complète, afin de connaître les charges de trafic sur les différents créneaux horaires de la semaine sur le secteur. Les résultats sont détaillés au pas de 15 minutes, avec différenciation des sens de circulation.

Le comptage directionnel a pour but de connaître le fonctionnement des carrefours. L'objectif est de dénombrer tous les mouvements tournants afin de définir si les flux additionnels pourront être supportés par la configuration du carrefour actuel.



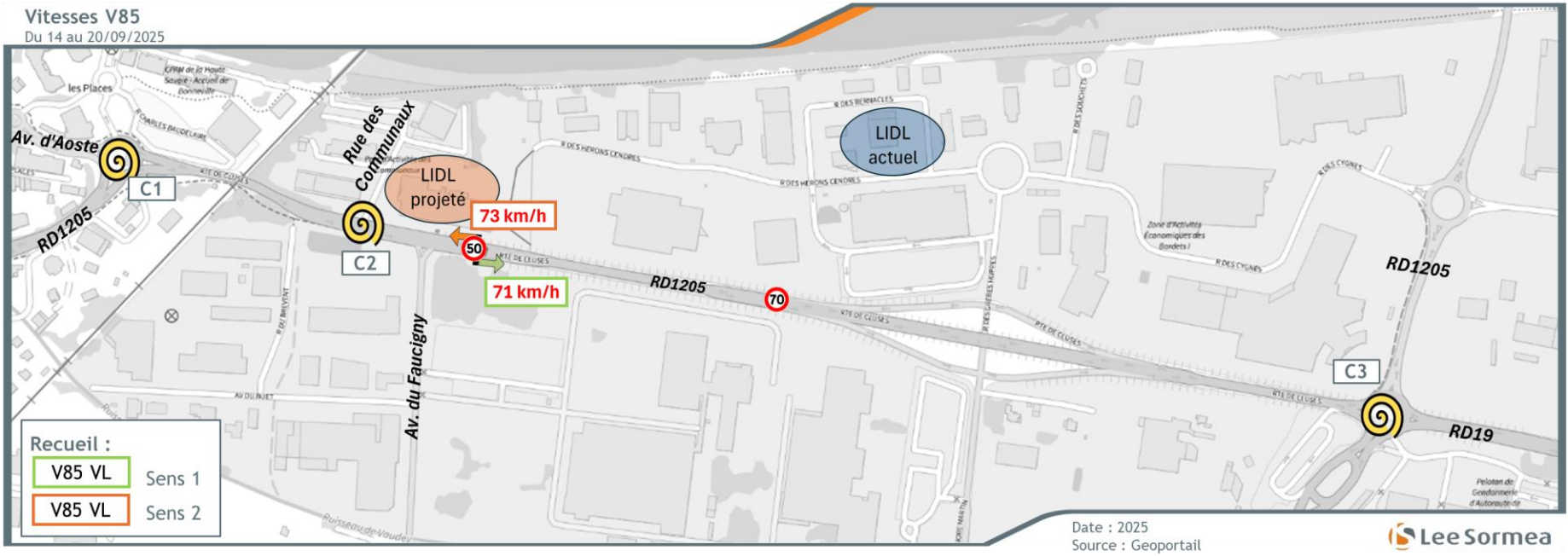
# Trafic Moyen Journalier

- La carte de trafic ci-contre représente le Trafic Moyen Journalier (TMJ) sur une semaine.
- La charge de trafic sur le RD1205 est supérieure dans le sens Est vers Ouest avec environ 10 200 véh/j.
- Elle est légèrement plus faible dans le sens Ouest vers Est avec un trafic de près de 8900 veh/j.
- Dans les 2 sens de circulation la part de poids lourds est autour de 3%.
- Pour information, le poste de comptage du département sur ce même axe relevait un trafic moyen journalier de 19 480 véh/j en 2024 dans les 2 sens confondus, avec une part PL de 5,8%. Ici le comptage double sens donne 19 054 véh/j ce qui respecte l'ordre de grandeur légèrement à la baisse.



# Analyse des vitesses

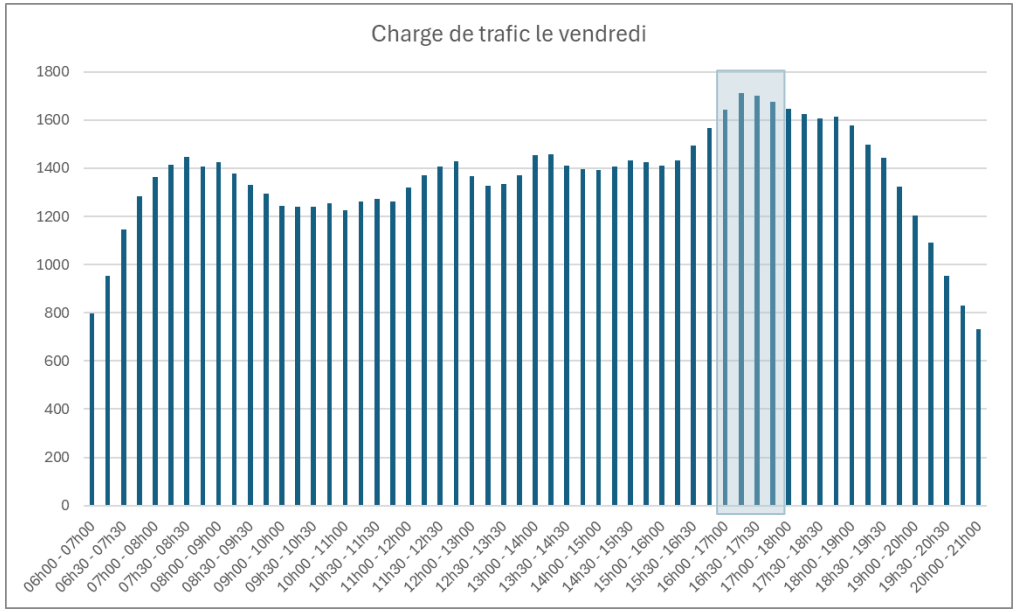
- **La vitesse V85 représente la vitesse en dessous de laquelle circulent 85% des véhicules**. La vitesse réglementaire sur la RD1205 au niveau du poste de comptage est de 50 km/h.
- On observe que la vitesse (V85) est **très supérieure à la vitesse règlementaire** sur la RD1205. Le taux d'infraction atteint **89%** sur la semaine des relevés. Ceci est dû au caractère prioritaire et rectiligne de cet axe ainsi que la proximité avec la limite de ville, avant laquelle la vitesse règlementaire est de 70 km/h.



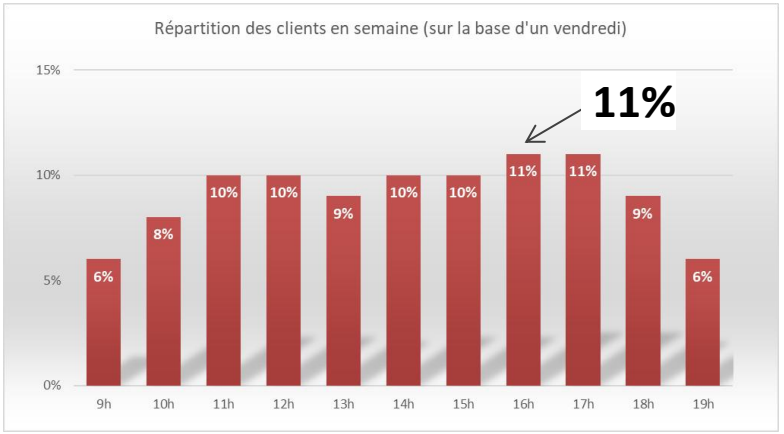
# Validation des heures de pointe du vendredi

- Les comptages automatiques nous ont permis de relever les flux de trafics durant une semaine. La définition de l'heure de pointe est identifiée par rapport aux comptages automatiques. La courbe de la charge de trafic sur la RD1205 montre un pic de charge le vendredi entre 16h00 et 18h00, avec un pic plus marqué entre 16h30 et 17h30.

- La période de pointe retenue est le **vendredi de 16h00 à 17h00.**




**Flux tous véhicules (VL+PL)**

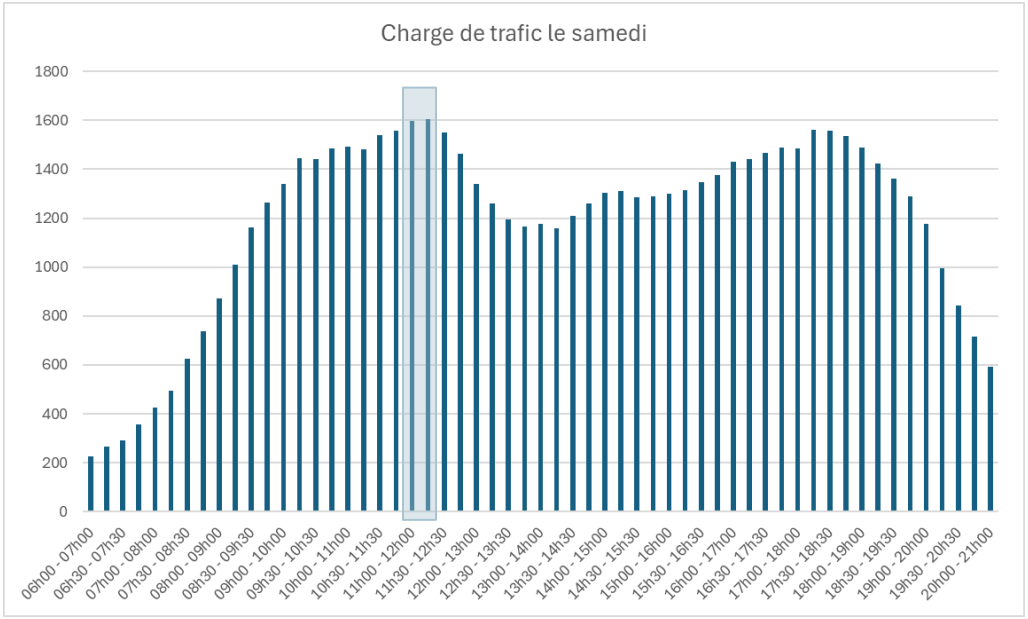



*<u>Remarque</u> : L'heure de pointe du vendredi a été déterminée en accord avec la fréquentation haute classique du LIDL actuel à Bonneville (source Google).*

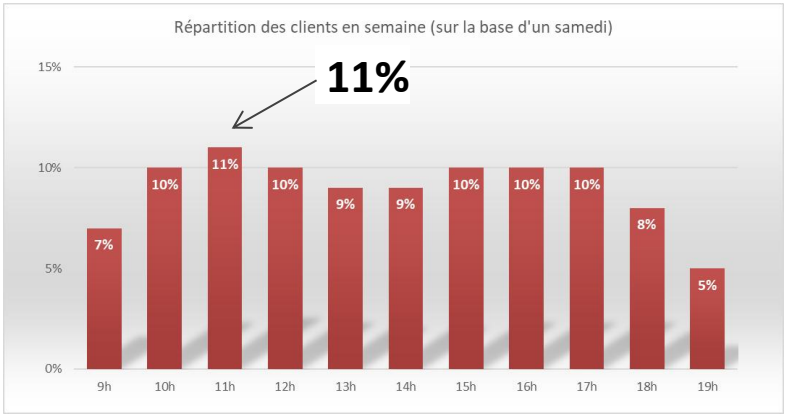
# Validation des heures de pointe du samedi

- Les comptages automatiques nous ont permis de relever les flux de trafics durant une semaine. La définition de l'heure de pointe est identifiée par rapport aux comptages automatiques. La courbe de la charge de trafic montre un pic de charge le samedi entre 10h00 et 12h00, avec une heure plus marquée entre 11h00 et 12h00.

- Le samedi, la période de pointe retenue est le **samedi de 11h00 à 12h00.**




**Flux tous véhicules (VL+PL)**

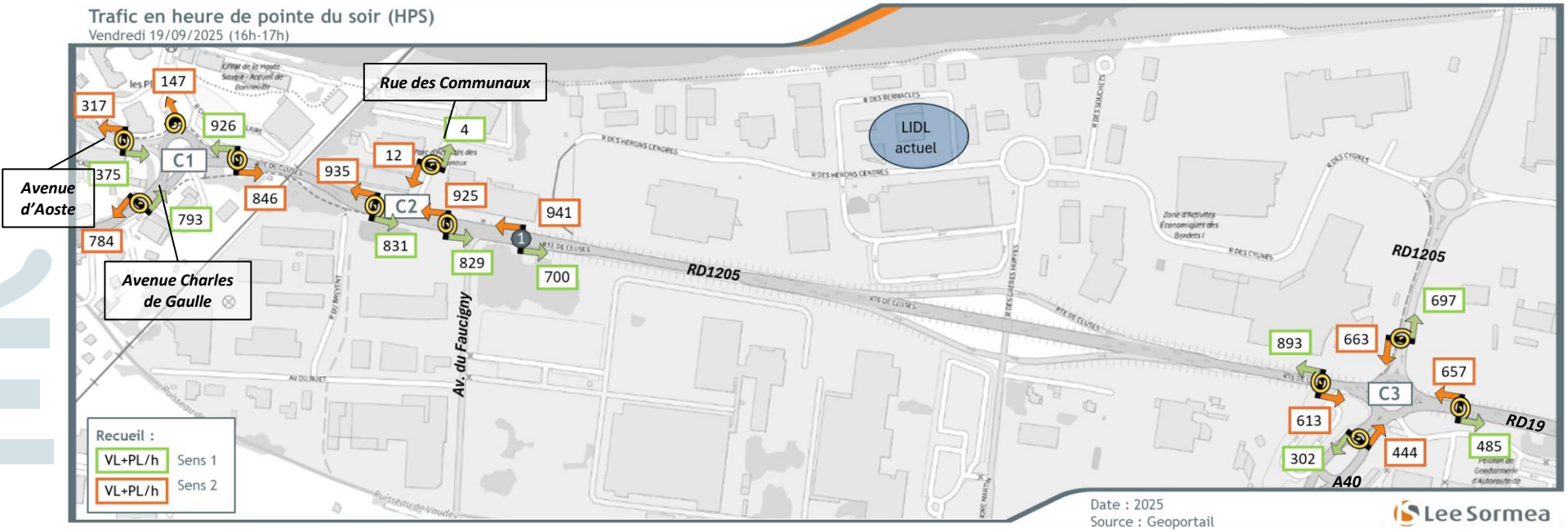



*<u>Remarque</u> : l'heure de pointe du samedi a été déterminée en accord avec la fréquentation haute classique du LIDL actuel à Bonneville (source Google).*

# Charge de trafic en heure de pointe du soir

(vendredi 16h00-17h00)

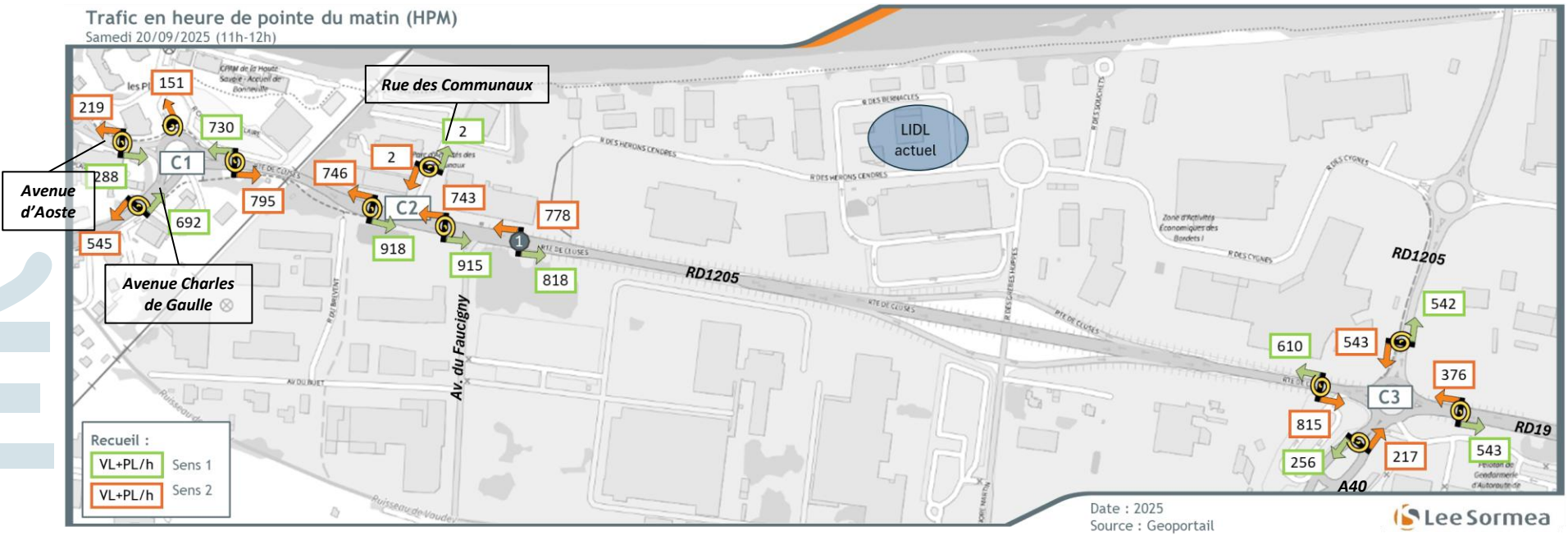
- La carte de charge de trafic ci-dessous illustre un flux majoritaire sur la route de Cluses (RD1205) avec environ 950 veh/h qui circulent dans le sens Est vers Ouest. Le flux est légèrement plus faible dans l'autre sens de circulation avec environ 830 veh/h.
- Le flux le plus important se situe entre le giratoire à l'Ouest et la rue des Communaux avec au total près de 1780 véhicules/h dans les deux sens cumulés.
- Au niveau du giratoire à l'Ouest, le flux est deux fois plus important en provenance et vers l'avenue Charles de Gaulle que depuis et vers l'avenue d'Aoste.
- Au niveau du giratoire à l'Est, le flux le moins important est celui en direction de l'A40. Les flux en provenance de la RD19 et de la RD1205 Nord sont similaires.
- **La charge de trafic est en cohérence avec la hiérarchie du réseau.**



# Charge de trafic en heure de pointe du matin

(samedi 11h00-12h00)

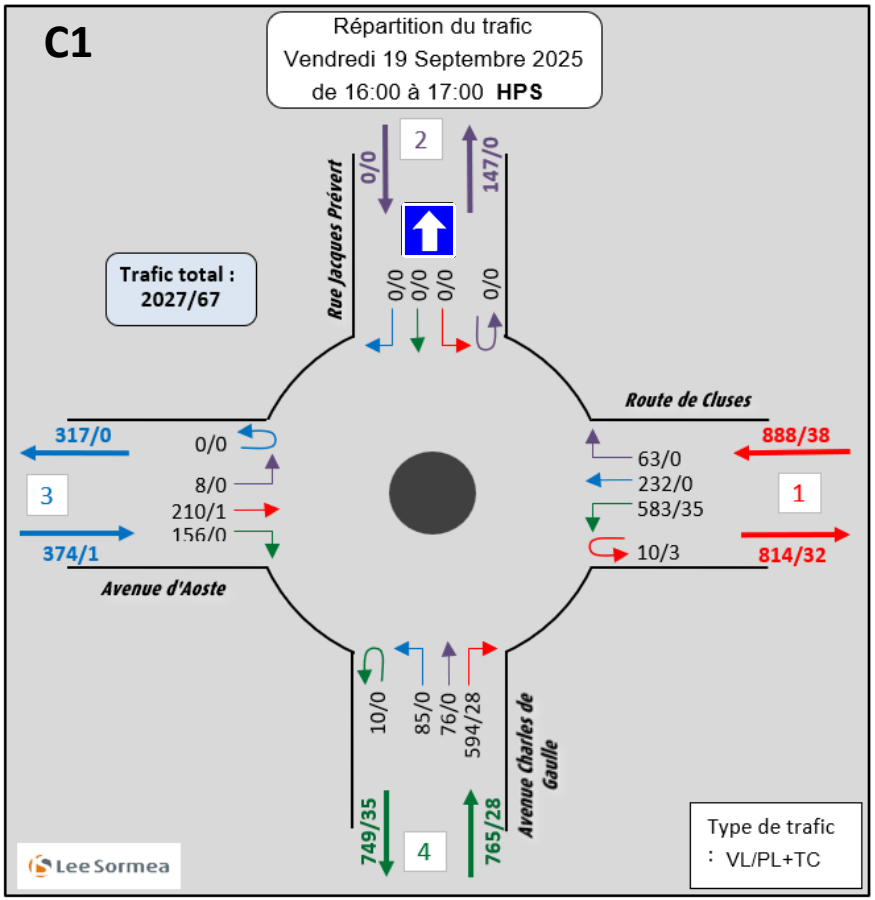
- En heure de pointe le samedi matin, les flux sont inversés, avec une majorité d'entre eux qui se dirigent dans le sens Ouest vers Est sur la route de Cluses (RD1205).
- Au niveau du giratoire Est, la répartition des flux est différente de l'HPS avec un flux plus important en arrivée depuis la RD1205 Nord que depuis la RD19. La charge de trafic en lien avec l'A40 reste minoritaire par rapport aux autres branches du giratoire.
- De la même manière qu'en heure de pointe du soir, les flux majoritaires qui entrent dans le secteur proviennent de la RD1205 en amont des giratoires, depuis le Nord-Est et le Sud-Ouest du secteur.
- Les flux majoritaires sortants du secteur vont dans en direction de la RD1205 par le Nord-Est et le Sud-Ouest du secteur également. Environ un tiers des véhicules vont aussi vers la RD19.

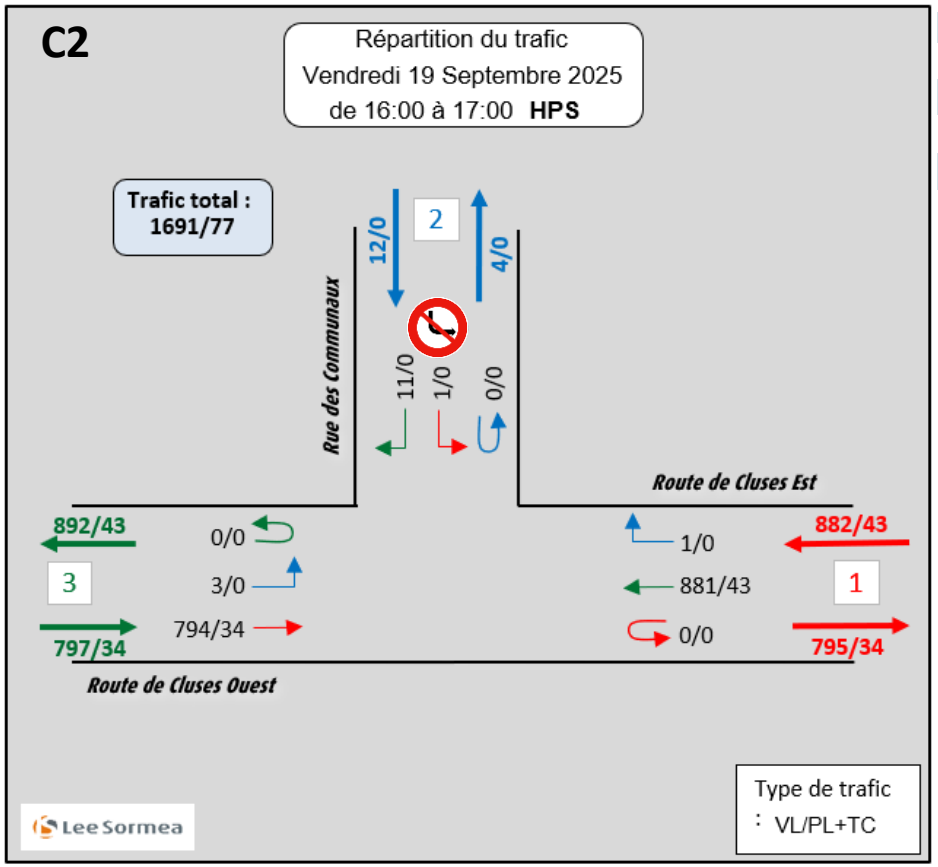



*NB : Le comptage automatique C1 a été réalisé le 13/09/2025*

# Comptages directionnels

(vendredi 16h00-17h00)



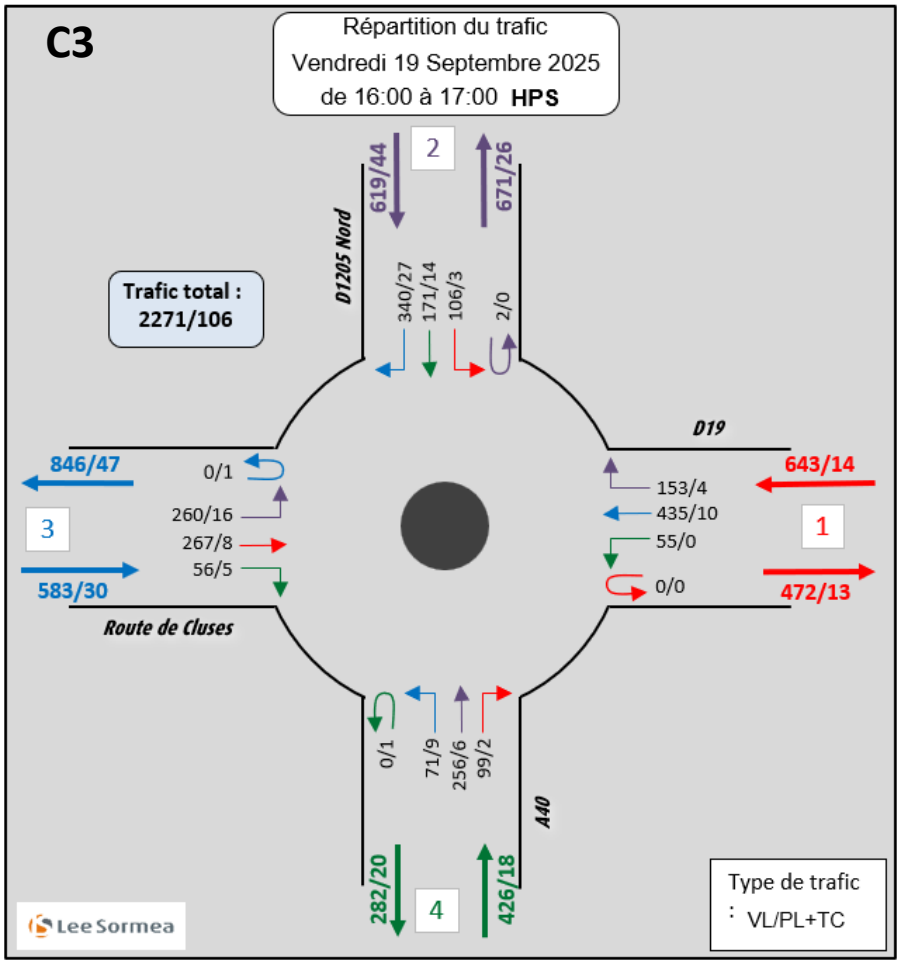



# Comptages directionnels

(vendredi 16h00-17h00)

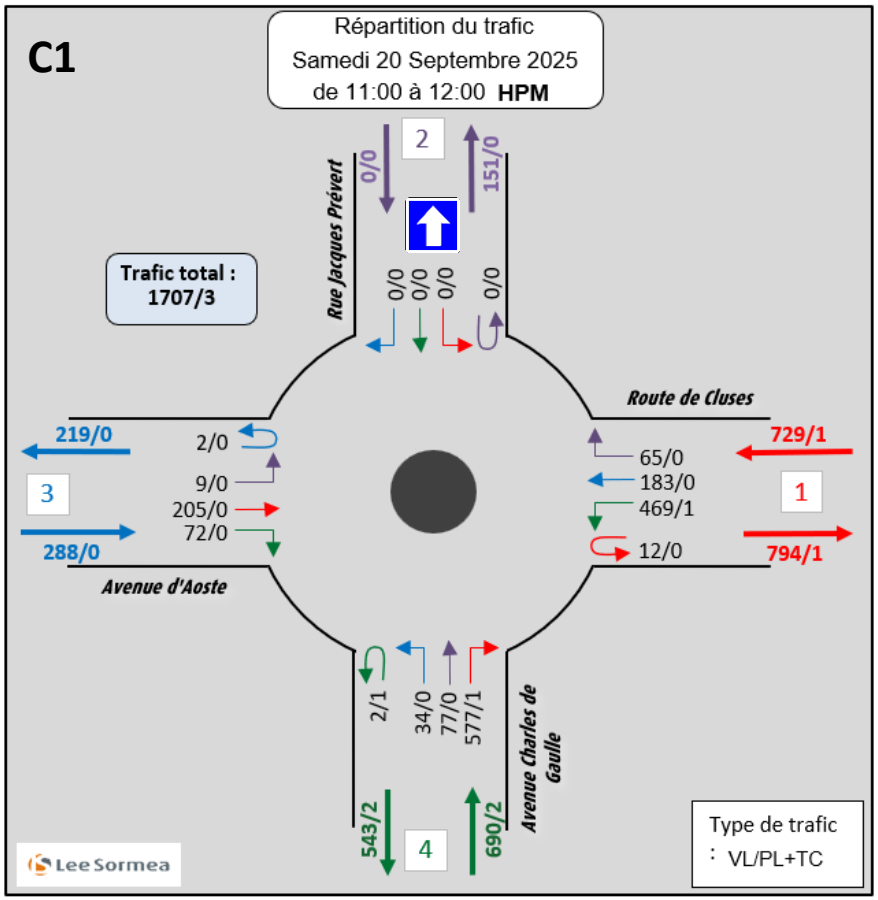
Synthèse des 3 intersections (C1/C2/C3) :

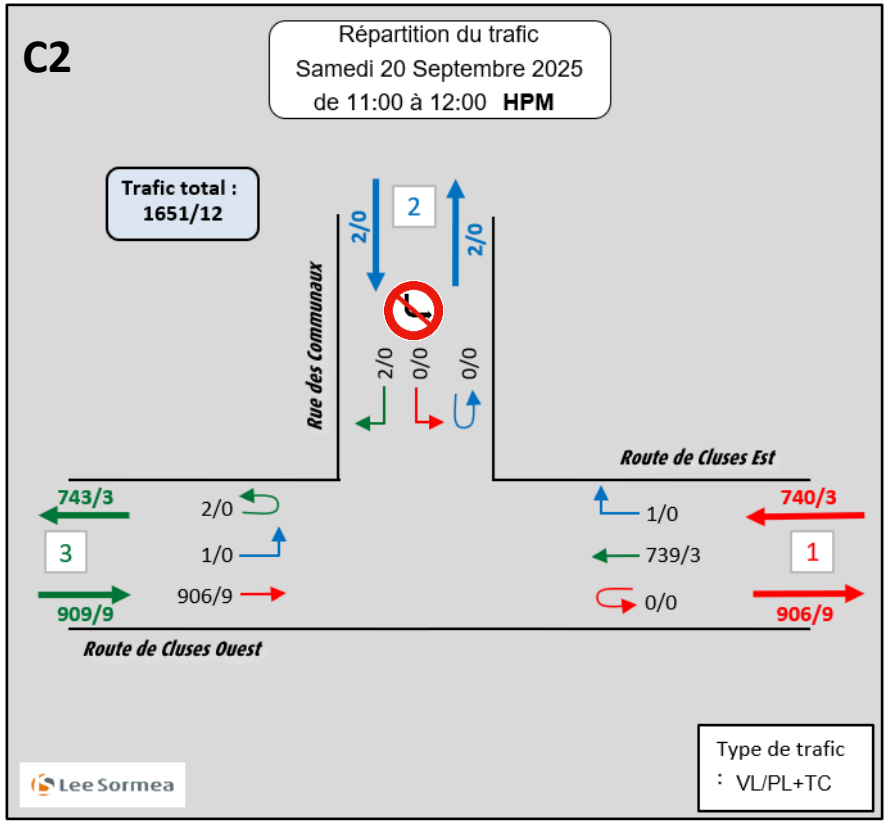
- La charge de trafic est majoritaire en heure de pointe du soir par rapport à l'heure de pointe du matin.
- Le flux majoritaire est dans le sens Est vers Ouest.
- Au niveau de C1, le mouvement majoritaire se trouve entre l'avenue Charles de Gaulle et la route de Cluses dans les 2 sens de circulation.
- 26% des flux arrivant depuis la route des Cluses sortent vers l'avenue d'Aoste tandis que 56% des flux arrivant depuis l'avenue d'Aoste sortent vers la route de Cluses.
- La rue des Communaux n'est presque pas empruntée à l'heure actuelle.
- Au niveau de C3, les flux en provenance de la route de Cluses se répartissent équitablement entre la RD1205 Nord et la RD19 (environ 45% chacun).
- En direction de la route de Cluses, le flux entrant provient de la RD19 en majorité (51%) et de la RD1205 Nord (40%)



# Comptages directionnels

(samedi 11h00-12h00)



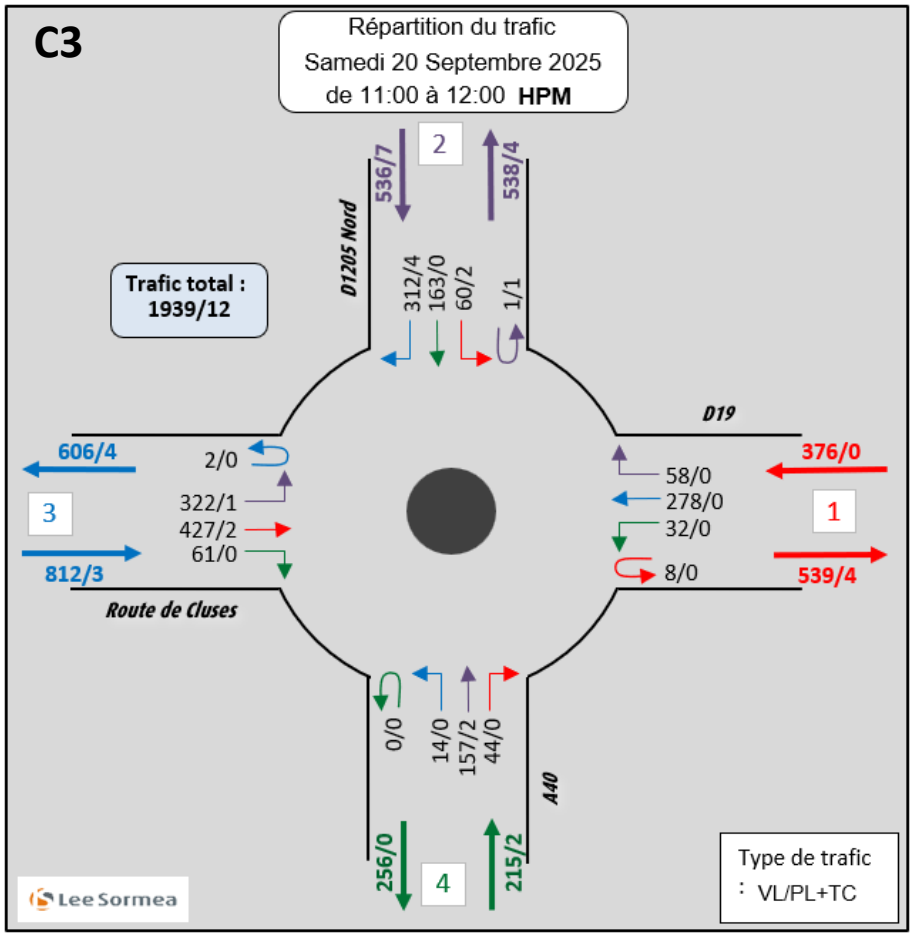



# Comptages directionnels

(samedi 11h00-12h00)

Synthèse des 3 intersections (C1/C2/C3) :

- Le samedi matin, les charges de trafics sont moins intenses sur le réseau.
- A l'inverse de l'HPS, le flux majoritaire est dans le sens Ouest vers Est sur l'ensemble du secteur.
- Au niveau de C1, sur le giratoire le plus à l'Ouest du secteur, 80% des flux se dirigent vers la route de Cluses.
- Sur le giratoire le plus à l'Est du secteur d'étude, au niveau de C3, 42% des flux entrants proviennent du secteur d'étude (depuis la route de Cluses). Ils sortent en majorité vers la RD19 et le Nord de la RD1205.



# Observation des conditions de circulation – HPS vendredi

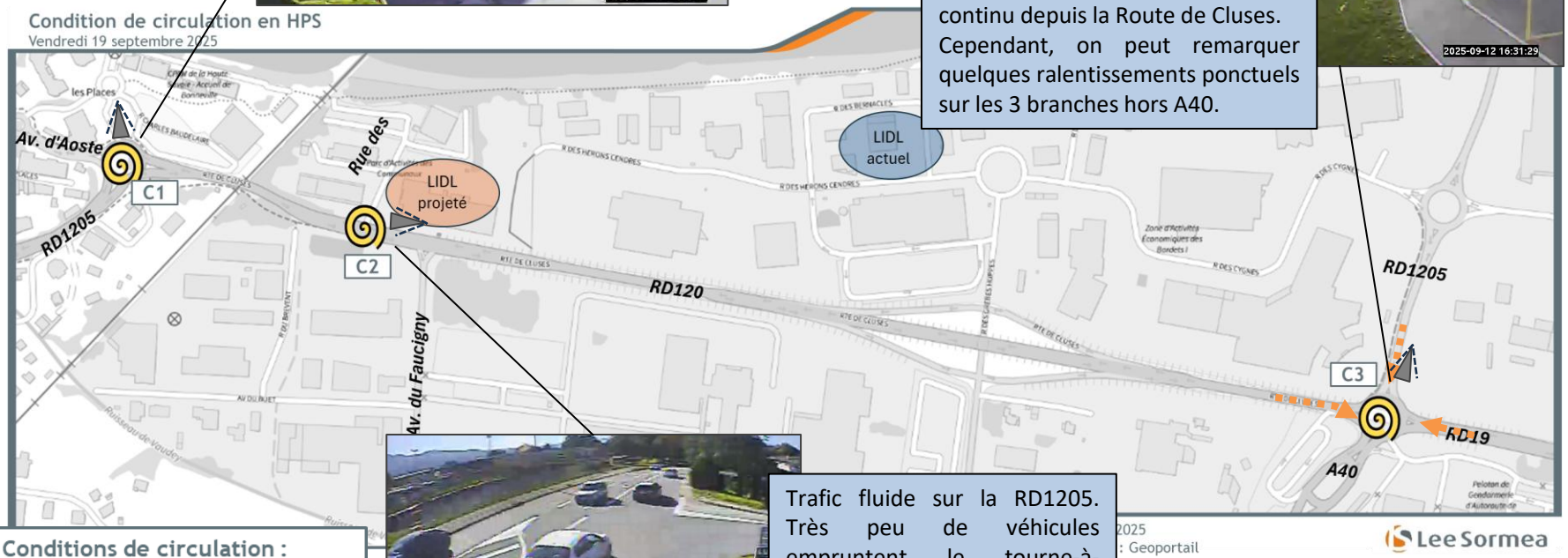
Trafic fluide sur le giratoire. Pas de ralentissements constatés malgré un trafic assez important depuis la route de Cluses.







Trafic globalement fluide sur le giratoire, malgré un trafic en continu depuis la Route de Cluses. Cependant, on peut remarquer quelques ralentissements ponctuels sur les 3 branches hors A40.







Trafic fluide sur la RD1205. Très peu de véhicules empruntent le tourne-à-gauche ou s'insère depuis la rue des Communaux. Ils n'ont pas de difficultés à s'insérer car le trafic n'est pas continu.

**Conditions de circulation :**

- Ralentissement ponctuel
- Ralentissement régulier
- Congestion ponctuelle
- Congestion régulière

*Observation des conditions de circulation sur la base du recueil de données (comptages directionnels).*

# Observation des conditions de circulation – HPM samedi

Trafic fluide sur le giratoire. Pas de ralentissements constatés malgré un trafic assez important depuis la route de Cluses.







Trafic fluide sur le giratoire, malgré un trafic important depuis la Route de Cluses.
Pas de ralentissements constatés.

**Condition de circulation en HPM**
Samedi 20 septembre 2025







Trafic fluide sur la RD1205. Très peu de véhicules empruntent le tourne-à-gauche ou s'insère depuis la rue des Communaux. Ils n'ont pas de difficulté à s'insérer car le trafic n'est pas continu.

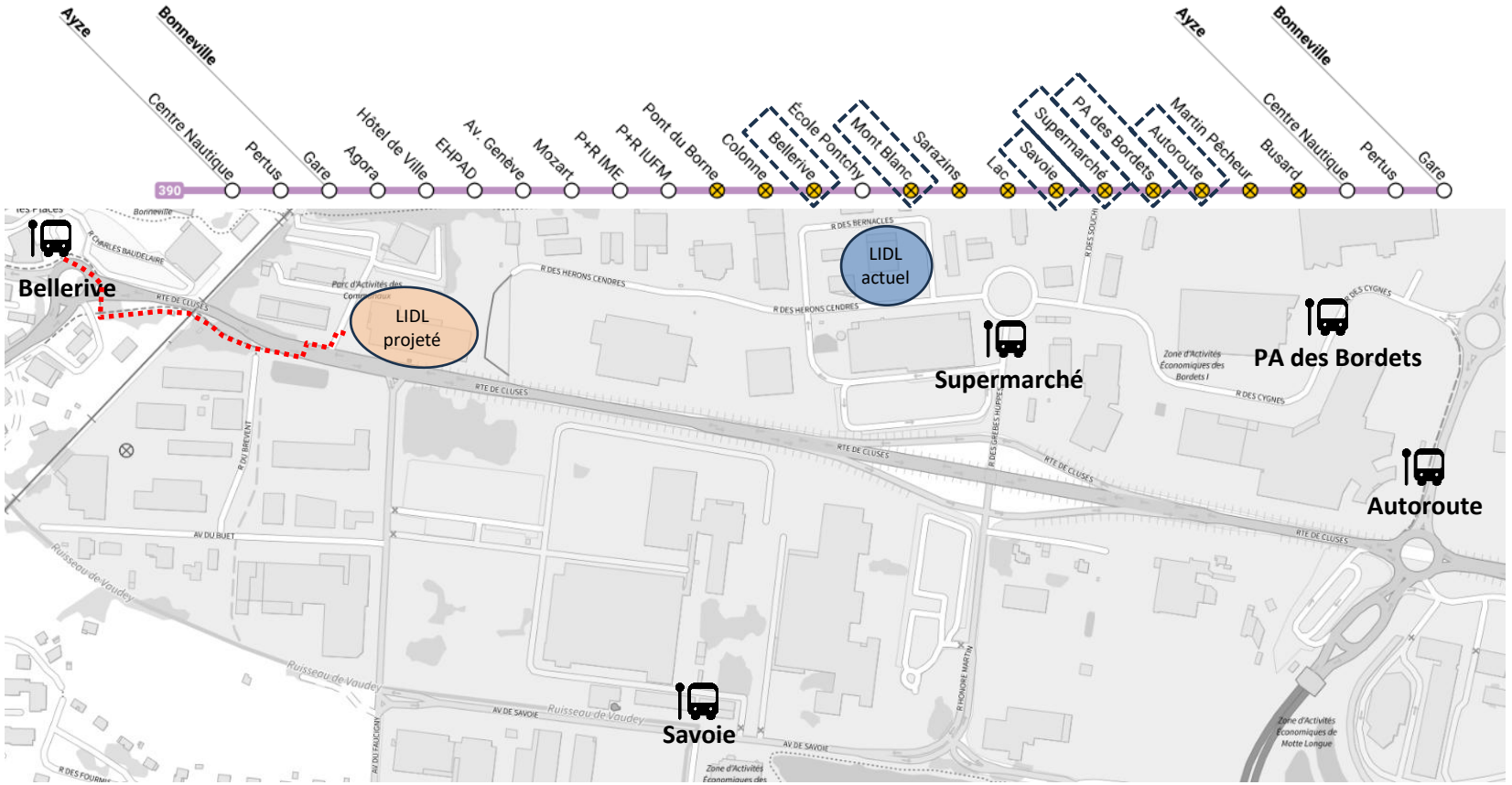
**Conditions de circulation :**
- Ralentissement ponctuel
- Ralentissement régulier
- Congestion ponctuelle
- Congestion régulière

*Observation des conditions de circulation sur la base du recueil de données (comptages directionnels).*

# Desserte des transports en commun

Une ligne de Transport en Commun transite par la zone d'activités, il s'agit ici de la ligne 390 qui relie Bonneville à Ayze. Les arrêts sur le secteur d'étude sont desservis uniquement sur demande au plus tard 30 min avant le départ. Les arrêts peuvent être desservis toutes les heures entre 7h00 et 18h00 les jours de semaine hors période de vacances scolaires.

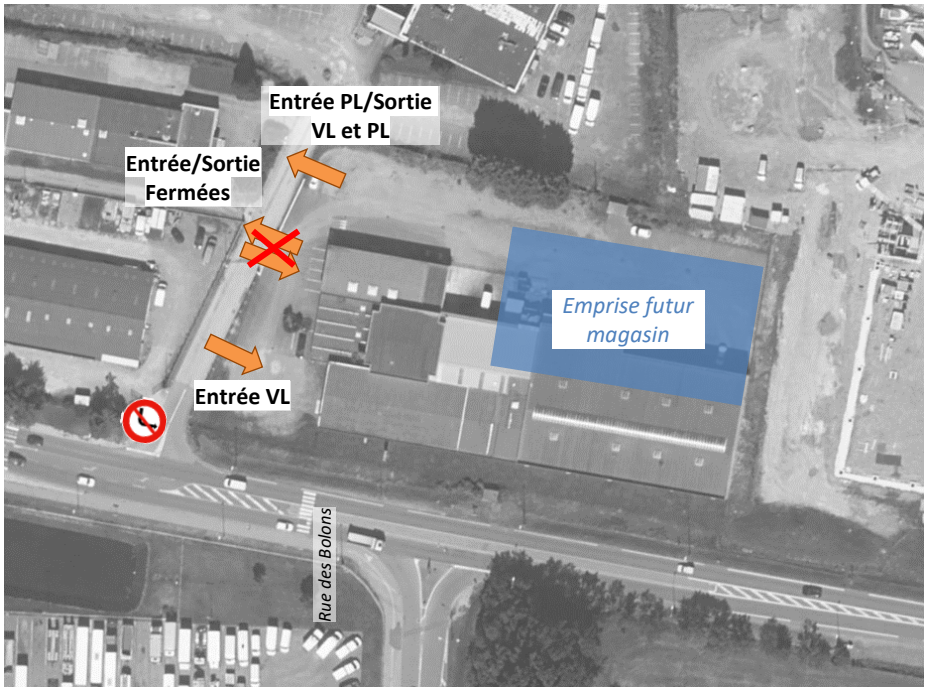
Un arrêt se situe à moins de 150m du LIDL actuel. Le LIDL projeté bénéficie d'un arrêt à 350m de son lieu d'implantation. D'autres arrêts sont présents dans le secteur, notamment l'arrêt Savoie qui se situe à 650m du LIDL projeté.

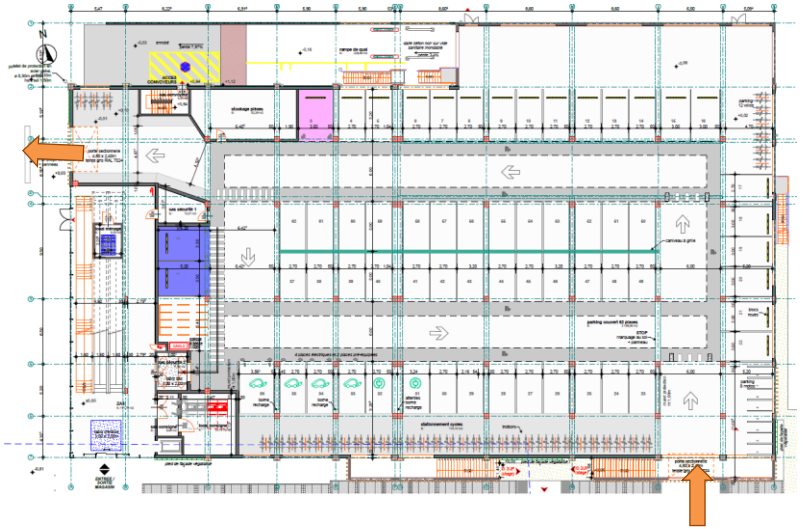


# Projet de la zone commerciale

Le projet porte sur la relocalisation et l'agrandissement de la surface commerciale LIDL de Bonneville, pour une surface de vente projetée de 1842,35 m² contre 813 m² actuellement. Cette création nécessitera la démolition du bâtiment actuellement présent sur la parcelle et la création du parking, pour un total de 158 places de stationnement dont 64 places intérieures sous la surface de vente commerciale.

Le trafic étant presque inexistant sur la rue des Communaux, nous étudierons directement l'hypothèse d'accès au Lidl pour les usagers avec Entrée/Sortie sur la Route de Cluses avec interdiction de tourner à gauche en sortie.

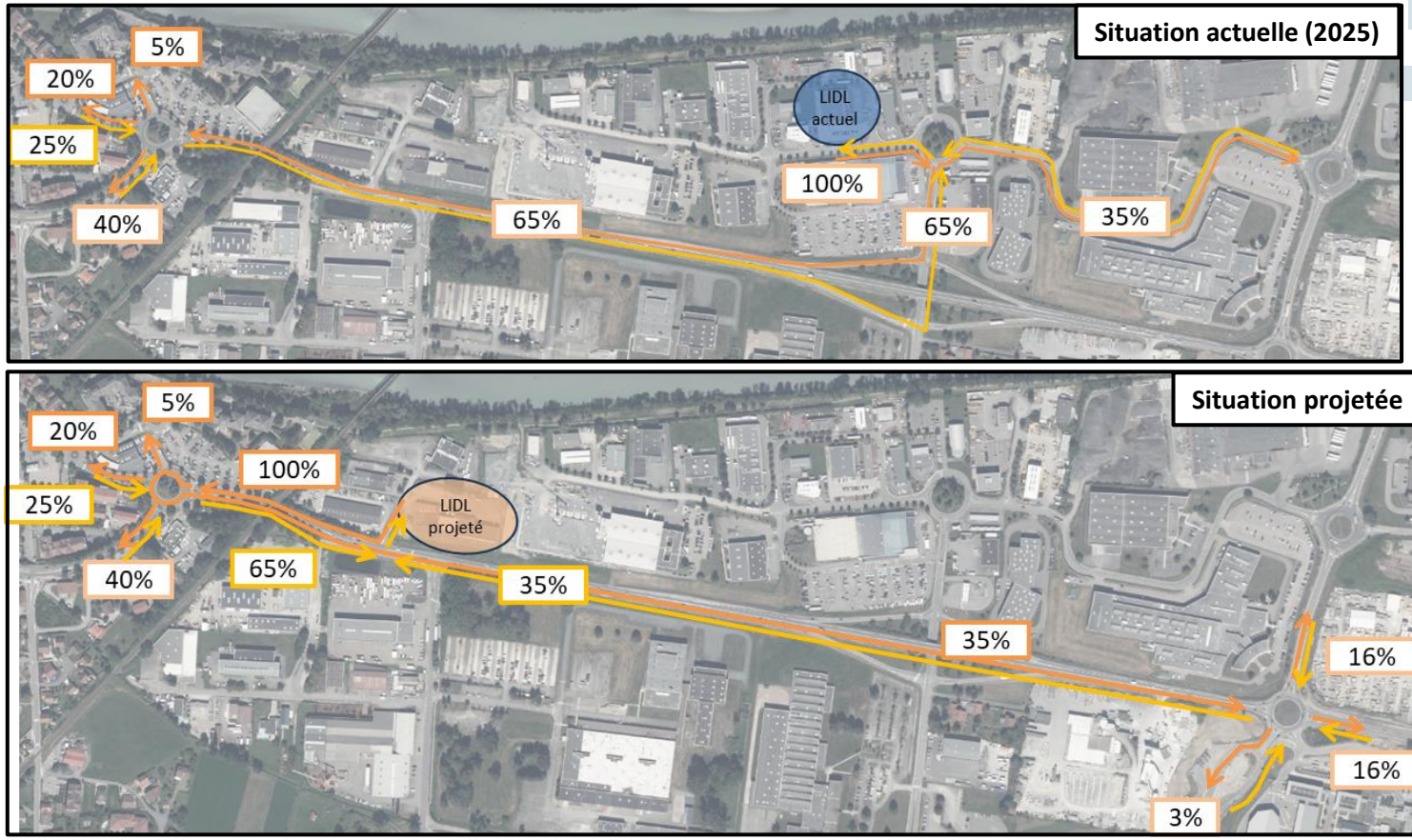


# Projet et hypothèses retenues – répartition des flux

Les représentations ci-dessous illustrent les hypothèses de répartition des flux retenues en situations actuelle et projetée. Les flux de véhicules en entrée et en sortie du LIDL sont répartis de manière identique à l'exception de la branche Nord du giratoire Ouest qui est à sens uniques. En tenant compte des zones d'habitations et de l'emplacement des autres LIDL dans les environs, une proportion de 65% des flux est considérée depuis et vers l'Ouest de la zone d'étude tandis que 35% viennent et vont vers l'Est.

Les répartitions considérées au niveau des giratoires sont obtenues grâce aux résultats des comptages directionnels, ajustés de manière à ne pas tenir compte des flux liés au transit sur la RD1205. La répartition est la même le vendredi en HPS et le samedi en HPM. A noter, la nécessité pour les véhicules sortants du futur Lidl et souhaitant aller vers l'Est de faire demi-tour au giratoire Ouest (À cause de l'interdiction de tourne-à-gauche sur la route de Cluses).



# Flux de trafics induits par la zone commerciale - hypothèses

A défaut d'informations plus précises, les données suivantes représentent les **véhicules supplémentaires générés résultant de la création de surface de vente supplémentaire du magasin.** Ces données ont été définies **à partir d'observations faites dans de précédentes études sur des LIDL aux caractéristiques similaires.**

En heures de pointe, on estime une fréquentation de **0,075 clients/m²/heure**. Cette hypothèse ne permet pas de différencier la fréquentation le vendredi en HPS et le samedi en HPM.

En prenant pour hypothèse que les clients font leurs courses en moins d'une heure, les flux induits se représentent donc comme tel :

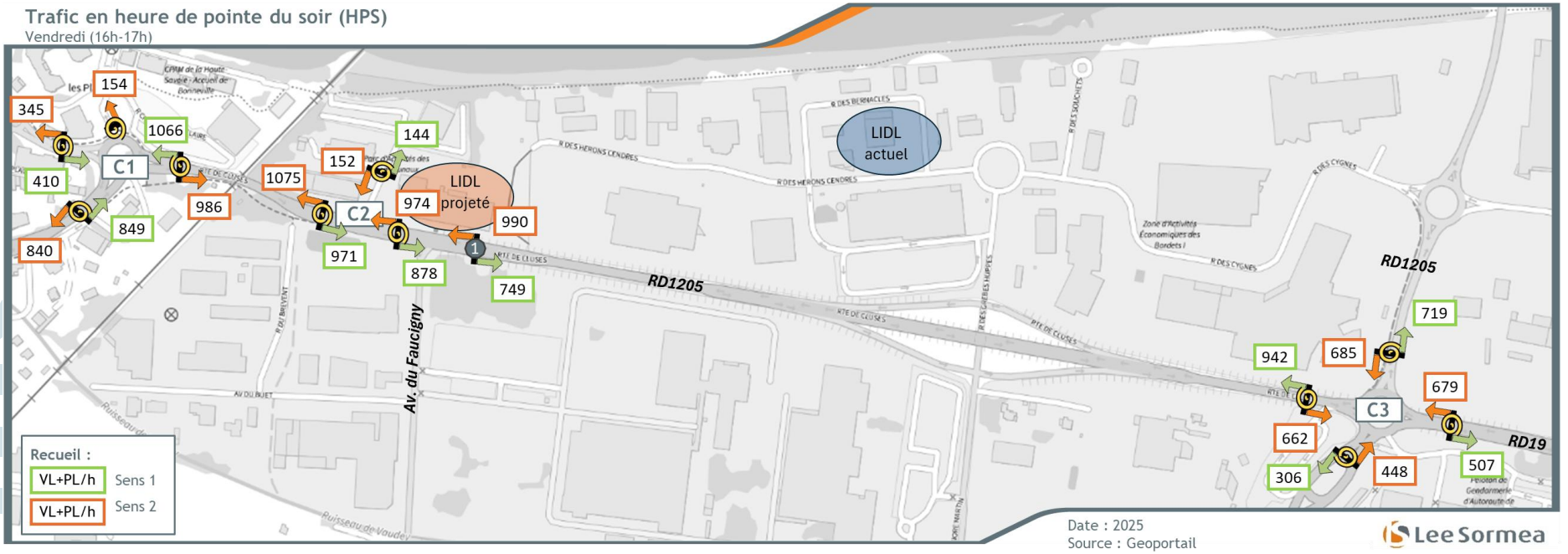
| Périodes d'analyses | Clients entrants dans le projet | Clients sortants de la zone commerciale |
|---|---|---|
| Vendredi HPS | 138 VL | 138 VL |
| Samedi HPM | 138 VL | 138 VL |

On considère dans cette étude que le **report modal (y compris covoiturage) est nul**. **Aucun foisonnement** n'est à prendre en compte au vu de l'implantation du futur magasin. **Ces hypothèses sont les plus sécuritaires (contraignantes) dans l'estimation des trafics induits.**

En l'absence de données précises, les trafics générés par le LIDL actuel ne sont pas soustraits des données de trafic actuel dans le calcul de l'induction de trafic projetée car ils sont très faibles (de l'ordre de 60 véhicules). Cette hypothèse est également plus contraignante dans l'estimation des trafics induits.

# Flux futurs – Heure de pointe du soir

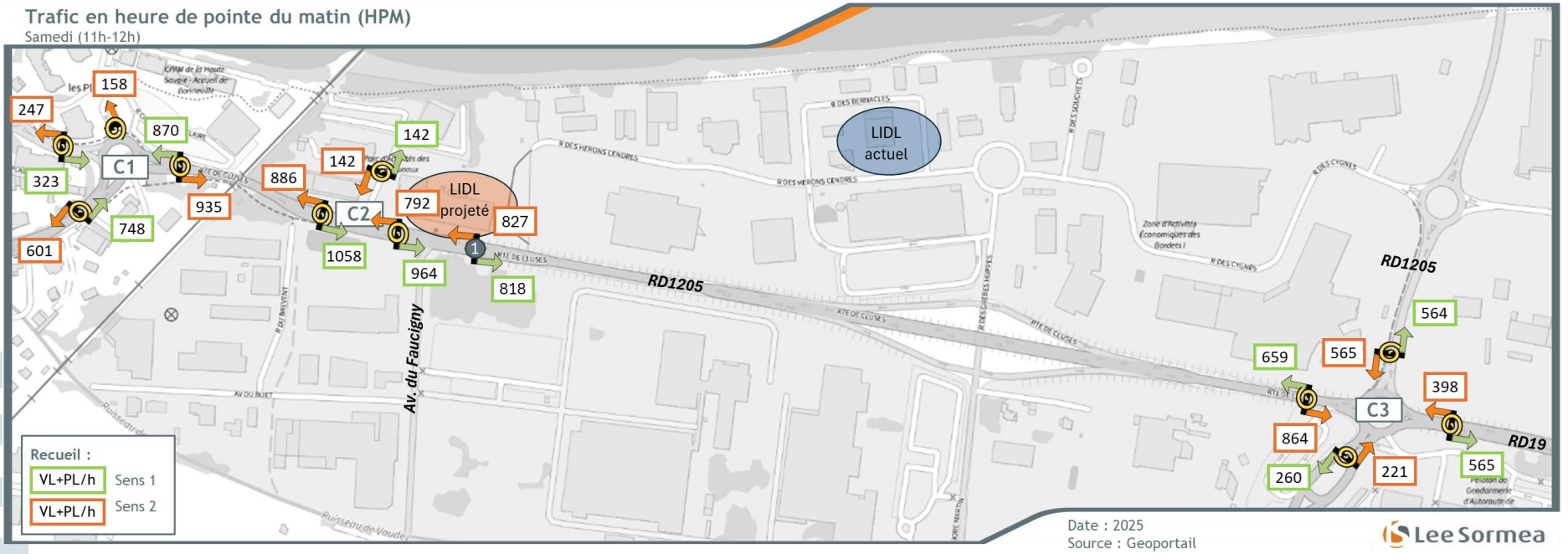
L'induction de trafic génère des flux supplémentaires sur le secteur de l'ordre de 140 véhicules en entrée et sortie de la rue des Communaux, soit 280 véhicules au total.
Au vu du faible nombre de véhicules induits par le projet, les entrées/sorties du futur LIDL par la route de Cluses ne changent que de peu la carte des flux futurs en HPS.
L'interdiction de tourner à gauche de la sortie du LIDL engendre un trafic supplémentaire plus important sur le giratoire à l'Ouest du secteur avec un mouvement de demi-tour à ce carrefour.




** HPS : Heure de Pointe du Soir*

# Flux futurs – Heure de pointe du matin

L'induction de trafic génère des flux supplémentaires sur le secteur de l'ordre de 140 véhicules en entrées et sorties de la rue des communaux, soit 280 véhicules au total.
Au vu du faible nombre de véhicules induits par le projet, les entrées/sorties du LIDL par la route de Cluses ne changent que de peu la carte des flux futurs en HPM.
L'interdiction de tourner à gauche de la sortie du LIDL engendre un trafic supplémentaire plus important sur le giratoire à l'Ouest du secteur avec un mouvement de demi-tour.




** HPM : Heure de Pointe du Matin*

# Définition des études capacitaires

Pour déterminer la capacité d'un carrefour / intersection à absorber le trafic, nous réalisons une étude capacitaire qui nous permet d'obtenir la réserve de capacité et le temps d'attente moyen. Les calculs sont réalisés sur l'ensemble des périodes de pointe, donnant un résultat moyenné d'une affluence fluctuante sur l'heure.

**Dans cette étude de trafic, l'étude capacitaire sera réalisée pour deux giratoires et une intersection en T.** A noter que les carrefours ont été traités de manière isolée et ne tiennent pas compte des carrefours proches et des remontées de file qui peuvent avoir un impact sur le fonctionnement global des carrefours.

Définitions générales :

- **La capacité limite et le temps moyen d'attente sont calculés uniquement pour les voies cédant le passage**, les autres voies n'étant pas contraintes car prioritaires.
- Par définition, le **créneau critique** désigne le temps minimum pour s'insérer sur la voie principale depuis la voie secondaire, en considérant le flux antagoniste sur la voie principale (1 sens ou 2 sens).
- Le **temps moyen d'attente** limite est correct en dessous de 30 secondes. Entre 30 secondes et 1 minute, l'acceptabilité est discutable d'autant plus que l'apparition de comportements à risque augmente. Au-delà d'une minute, la situation est critique des feux sont nécessaires.



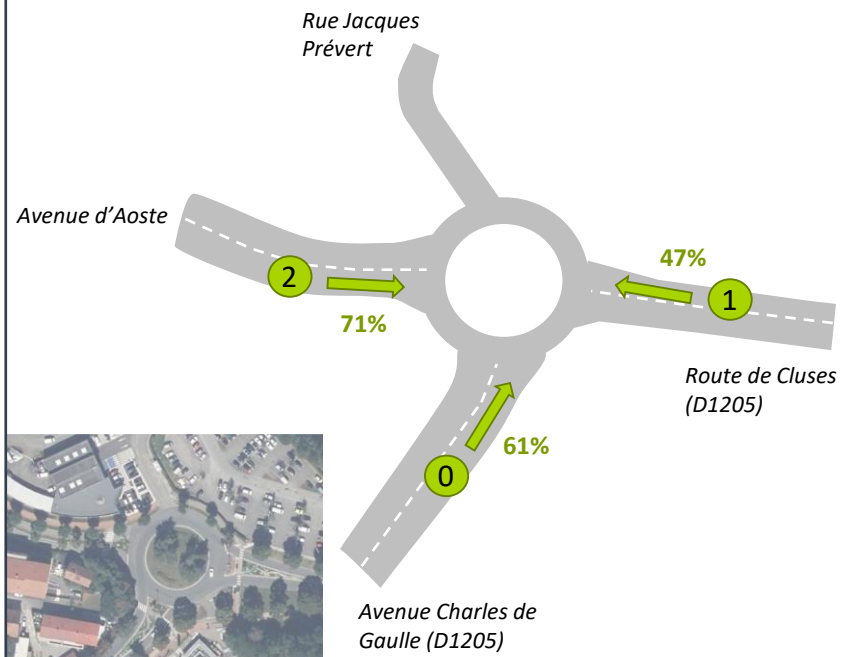
# Réserves de capacité –Vendredi HPS

**Impact du projet sur les flux de circulation – 16h00 – 17h00**

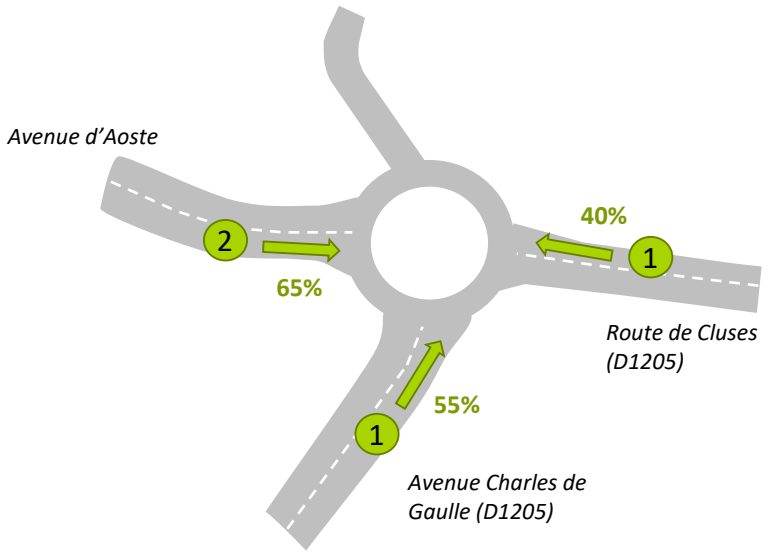
Lee Sormea

**SITUATION ACTUELLE (2025) :**






**SITUATION PROJET**




**Temps d'attente moyen d'insertion en secondes**

- Satisfaisante (<30sec)
- Acceptable (30sec à 1min)
- Critique (>1 min)

**Réserve de capacité de l'infrastructure**

- Satisfaisante (>25%)
- Acceptable (5 à 25%)
- Critique (<5%)

En HPS à l'état actuel, les conditions de circulation sont satisfaisantes.

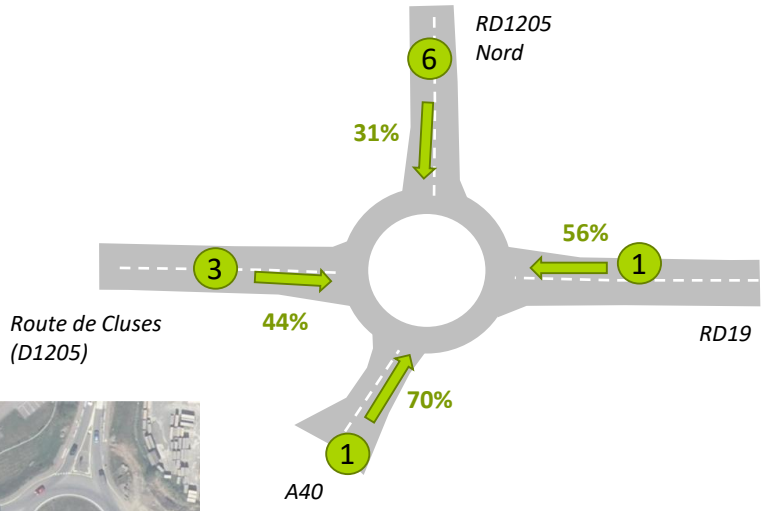
**En état projeté, le constat est le même avec des conditions de circulation très satisfaisantes.** On remarque des diminutions des réserves de capacité, à la marge. **L'induction de trafic ne génère pas de dysfonctionnement sur les conditions de circulation.**

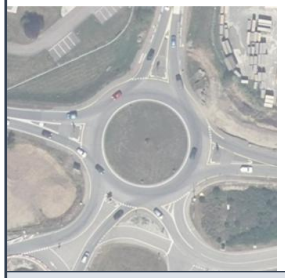
# Réserves de capacité –Vendredi HPS

**Impact du projet sur les flux de circulation – 16h00 – 17h00**

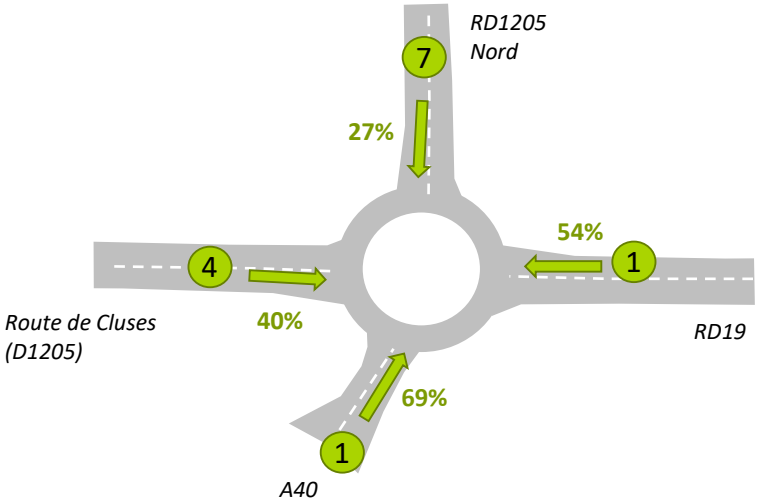
Lee Sormea

**SITUATION ACTUELLE (2025) :**



**SITUATION PROJET**




**Temps d'attente moyen d'insertion en secondes**

- Satisfaisant (<10'')
- Acceptable (10 à 20'')
- Critique (>20'')

**Réserve de capacité de l'infrastructure**

- Satisfaisante (>25%)
- Acceptable (5 à 25%)
- Critique (<5%)

En HPS à l'état actuel, les conditions de circulation sont satisfaisantes avec en moyenne 1 véhicule en stockage sur les branches Nord et Ouest.

**L'augmentation de trafic en entrée et en sortie du giratoire est inférieure à 5%. Etant donné les réserves de capacité très importantes en situation actuelle, on conclut que l'induction de trafic ne génère pas de dysfonctionnement sur les conditions de circulation.**

# Calculs des créneaux critiques aux sorties du LIDL

**Impact sur l'insertion des véhicules dans le flux de circulation**

Lee Sormea

**SITUATION ACTUELLE : HPS 16h00-17h00**




**SITUATION PROJETEE : HPS 16h00-17h00**




**Temps d'attente moyen d'insertion en secondes**

- Satisfaisante (<30sec)
- Acceptable (30sec à 1min)
- Critique (>1 min)

**Réserve de capacité de l'infrastructure**

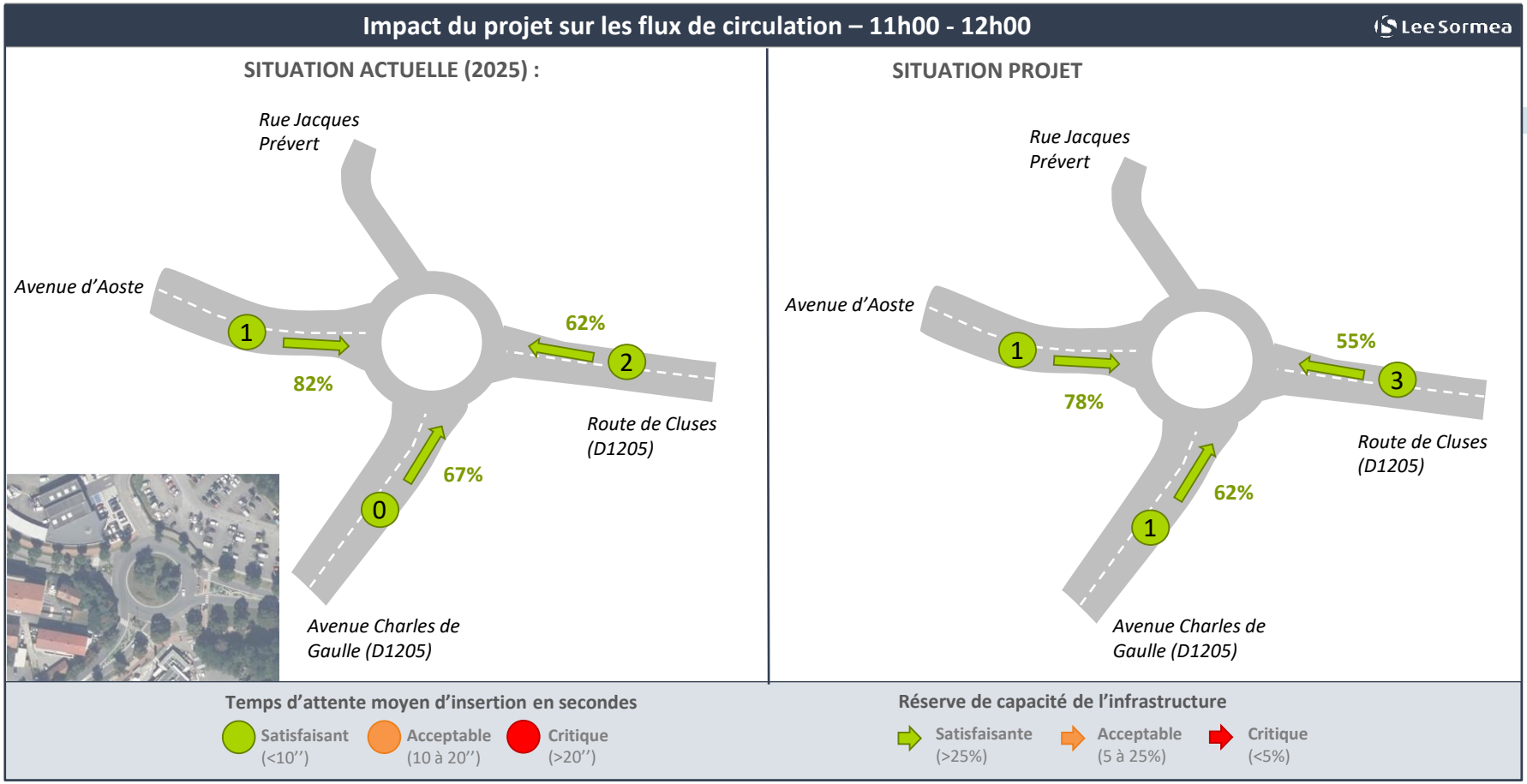
- Satisfaisante (>25%)
- Acceptable (5 à 25%)
- Critique (<5%)

En HPS, les temps d'attente et réserves de capacité de l'accès au LIDL par la route de Cluses **sont satisfaisants, en limite de seuil acceptable pour le trafic sortant du Lidl.** Les éventuels véhicules en attente sont contenus sur la voie des Communaux.

Le tourne à gauche en direction du futur Lidl implique le mouvement projeté de 2,4 véh/minute avec un temps d'attente moyen de 11 secondes avant insertion en HPS. La voie de tourne à gauche est donc parfaitement en capacité de stocker les véhicules sans impacter la section courante.

Les réserves de capacité étant très importantes à l'heure actuelle, l'induction de trafic ne génère aucun dysfonctionnement.

# Réserves de capacité – Samedi HPM




En HPM à l'état actuel, les conditions de circulation sont satisfaisantes.

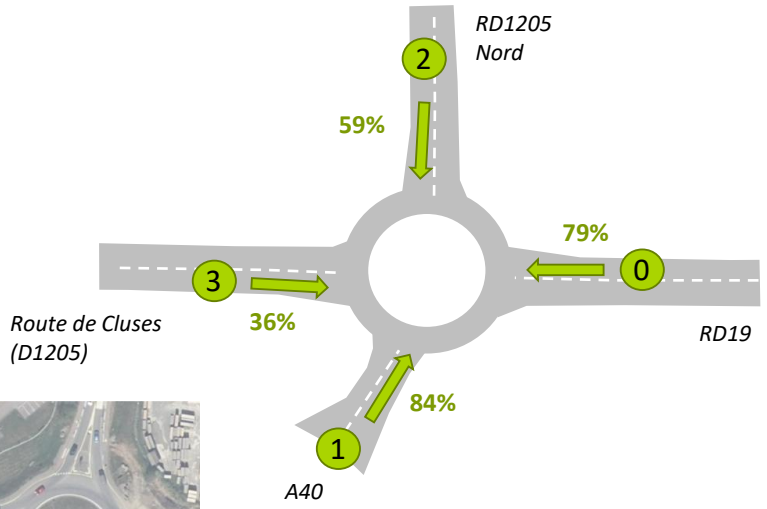
**En état projeté, le constat est le même avec des conditions de circulation très satisfaisantes.** On remarque de légères augmentations de temps d'attente et diminutions des réserves de capacité, à la marge. **L'induction de trafic ne génère pas de dysfonctionnement sur les conditions de circulation.**

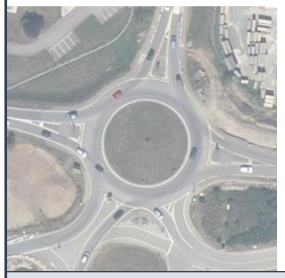
# Réserves de capacité – Samedi HPM

**Impact du projet sur les flux de circulation – 11h00 - 12h00**

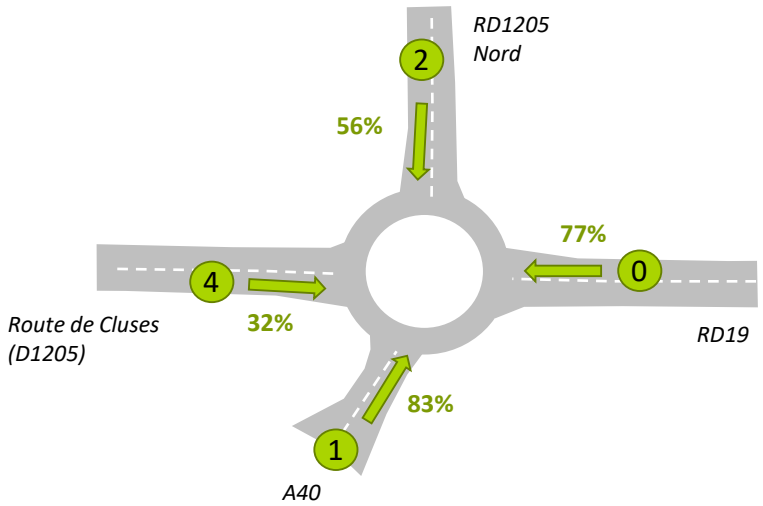
Lee Sormea

**SITUATION ACTUELLE (2025) :**



**SITUATION PROJET**




**Temps d'attente moyen d'insertion en secondes**

- Satisfaisant (<10'')
- Acceptable (10 à 20'')
- Critique (>20'')

**Réserve de capacité de l'infrastructure**

- Satisfaisante (>25%)
- Acceptable (5 à 25%)
- Critique (<5%)

En HPM à l'état actuel, les conditions de circulation sont satisfaisantes.

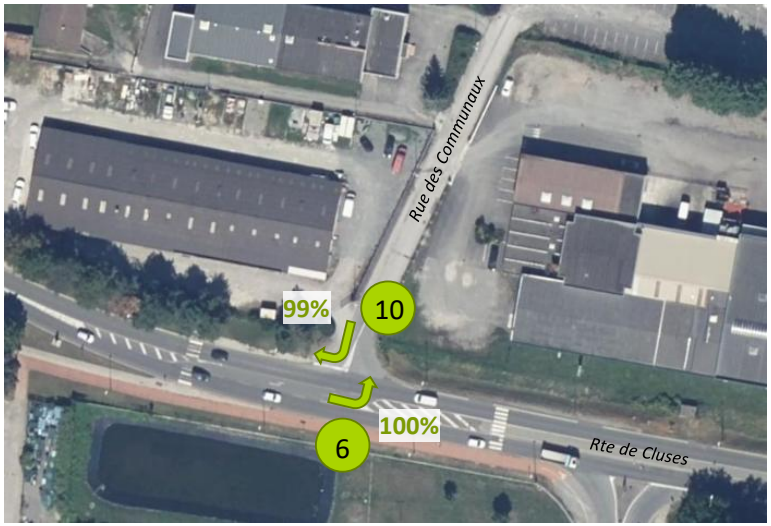
**L'augmentation de trafic en entrée et en sortie du giratoire est inférieure à 5%. Etant donné les réserves de capacité très importantes en situation actuelle, on conclut que l'induction de trafic ne génère pas de dysfonctionnement sur les conditions de circulation.**

# Calculs des créneaux critiques aux sorties du LIDL

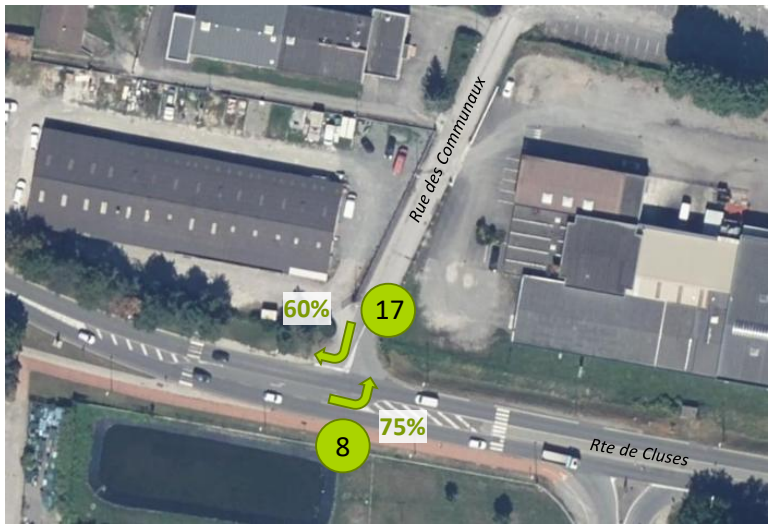
**Impact sur l'insertion des véhicules dans le flux de circulation**

Lee Sormea

**SITUATION ACTUELLE : HPM 11h00-12h00**




**SITUATION PROJETEE : HPM 11h00-12h00**




**Temps d'attente moyen d'insertion en secondes**

- Satisfaisante (<30sec)
- Acceptable (30sec à 1min)
- Critique (>1 min)

**Réserve de capacité de l'infrastructure**

- Satisfaisante (>25%)
- Acceptable (5 à 25%)
- Critique (<5%)

En HPM, les temps d'attente et réserves de capacité de l'accès au LIDL par la route de Cluses **sont satisfaisants.**

Le tourne à gauche en direction du futur Lidl implique le mouvement projeté de 2,4 véh/minute avec un temps d'attente moyen de 8 secondes avant insertion en HPM. La voie de tourne à gauche est donc parfaitement en capacité de stocker les véhicules sans impacter la section courante.

Les réserves de capacité étant très importantes à l'heure actuelle, l'induction de trafic ne génère aucun dysfonctionnement.

# Conclusion

L'étude de trafic vise à examiner les impacts de la délocalisation d'un magasin à Bonneville. L'étude se base sur :

- l'analyse du trafic journalier et des jours / horaires de fréquentation du magasin sur une semaine en septembre 2025 à l'aide d'un comptage automatique ;
- le fonctionnement des carrefours du secteur d'étude, à l'aide de comptages directionnels, en heure de pointe du vendredi 19 et du samedi 20 septembre 2025.

□ A l 'état actuel, on peut observer :

- **Trafic :** L'écoulement principal se trouve sur la Route de Cluses qui supporte un trafic journalier de 19 500 véhicules dans les deux sens cumulés, et d'au maximum 1780 véhicules/h dans les deux sens cumulés en hyper pointe (HPS).
- **Conditions de circulation :**
  - En période de pointe du vendredi soir, le **trafic est globalement fluide** et les conditions de circulation sont satisfaisantes.
  - En période de pointe du samedi matin, le trafic est plus fluide.
  - Dans l'ensemble, **aucun dysfonctionnement n'est à relever**.

□ Impact du projet d'extension :

- L'implantation de la nouvelle emprise commerciale se caractérise par une surface de vente de 1842 m² contre 813 m² actuellement.
- **Elle génère à terme un trafic supplémentaire autour de 280 véhicules en heures de pointe.**
- A l'état projeté (entrée/sortie par la route de Cluses avec interdiction de tourner à gauche en sortie), l'étude de capacité aux différents giratoires montre une légère augmentation des temps d'attente et diminution des réserves de capacité, pour autant, les conditions d'insertion restent similaires aux conditions actuelles. Dans l'ensemble les capacités calculées sont satisfaisantes par rapport aux recommandations du CEREMA. De plus, le calcul des créneaux critiques de l'accès au futur LIDL permet de constater qu'aucun dysfonctionnement ne sera engendré.
- **Ainsi, le projet n'a pas d'impact sur le fonctionnement global du secteur.**

# Synthèse

- Création d'une surface de vente de 1842m² à 600m de la surface actuelle (813m²)
- 158 places de stationnement dont 64 intérieures

Accès au site :

- Entrée/sortie sur la Route de Cluses avec interdiction de tourner à gauche en sortie

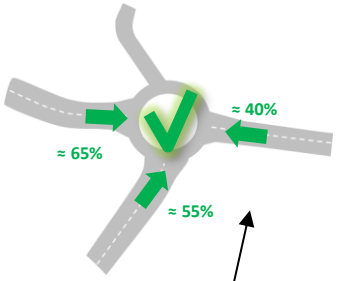
| Période | Trafic induit du LIDL (flux entrants + sortants) |
|---|---|
| Vendredi HPS | ≈ 280 véhicules/heure |
| Samedi HPM | ≈ 280 véhicules/heure |

***Trafic projeté vendredi en HPS***




***Trafic projeté samedi en HPM***

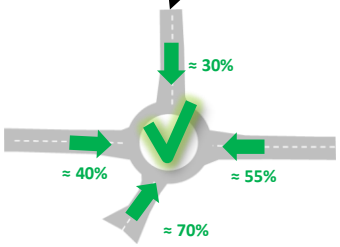



**Pas d'impact**

Giratoire RD1205/Avenue d'Aoste/Rue Jacques Prévert

Réserve de capacité en situation projetée un vendredi en heure de pointe du soir




**Pas d'impact**

Giratoire RD1205/RD19/A40

On constate de légères diminutions des réserves de capacité et augmentations des temps d'attente (de l'ordre de +1 seconde). Pour autant, ceux-ci restent **très satisfaisants** par rapport aux préconisations du CEREMA.

Dans la situation actuelle, les conditions de circulation sont fluides. Aucun dysfonctionnement n'est constaté. En état projeté, les résultats démontrent que l'évolution de trafic ne génère pas de dégradation par rapport au fonctionnement actuel de la zone.

**L'extension et la relocalisation de la surface de vente du LIDL de Bonneville ne génère aucun dysfonctionnement sur le fonctionnement global du secteur.**

# Lexique

| | |
|---|---|
| PL | Poids Lourds (comprenant tous les véhicules > 6m de long) |
| VL | Véhicule léger |
| TV | Tous véhicules, correspondant à la somme des VL+PL+2RM |
| TC | Transport en commun |
| UVP | Unité de Véhicule Particulière où tous les flux sont rapportés à des véhicules légers par la formule 1PL = 2 VL, 1 2RM = 1/3 UVP |
| Capacité | Débit horaire moyen en limite de saturation d'une branche d'un carrefour |
| HPM | Heure de Pointe du Matin (s'exprime en véhicules/heure) |
| HPS | Heure de Pointe du Soir (s'exprime en véhicules/heure) |
| TMJA | Trafic Moyen Journalier Annuel (moyenne des 365 jours de comptages à partir d'une station de comptage permanente, ou moyenne sur 7 jours d'une semaine standard pour un comptage ponctuel) |
| TMJO | Trafic Moyen annuel des Jours Ouvrés |
| Trafic induit | Trafic supplémentaire généré par un projet (équipement ou infrastructure) |