



Mairie d'Arbouans

18 rue du Stade
25400 ARBOUANS

DIAGNOSTIC COMPLEMENTAIRE ET PLAN DE GESTION

Anciens locaux de la SED
2 rue du Stade
ARBOUANS (25)

RAPPORT DE SYNTHESE
DOSSIER TSP.14.0085

Version 01

SEPTEMBRE 2014

PROJET	
Client :	MAIRIE D'ARBOUANS 18 rue du Stade 25400 ARBOUANS
Représenté par :	Mme HUGENSCHMITT
Mission :	DIAGNOSTIC COMPLEMENTAIRE ET PLAN DE GESTION
Adresse :	Anciens locaux de la SED 2 rue du Stade à ARBOUANS (25)
Commande :	Bon pour accord du 17 avril 2014
N° de dossier :	TSP.14.0085

DESCRIPTION DU DOCUMENT	
Intitulé - Version :	RAPPORT DE SYNTHESE - Version 01
Versions antérieures :	<i>Version provisoire du 25 juillet 2014</i>
Date d'édition :	9 septembre 2014
Nombre de pages :	50 + 6 annexes

REDACTION ET VALIDATION	NOM	SIGNATURE
Rédaction	Antoine DURANTON Terrest Ingénierie	

SOMMAIRE

1	<u>CADRE DE LA MISSION</u>	5
1.1	CONTEXTE.....	5
1.2	METHODOLOGIE UTILISEE	5
2	<u>PRESENTATION DU SITE</u>	6
2.1	SITUATION GEOGRAPHIQUE	6
2.2	ETAT ACTUEL DU SITE ET VOISINAGE	7
3	<u>CONTEXTE ENVIRONNEMENTAL</u>	9
3.1	TOPOGRAPHIE.....	9
3.2	GEOLOGIE	9
3.3	EAUX SOUTERRAINES.....	10
3.4	SYNTHESE SUR LA VULNERABILITE DE L'ENVIRONNEMENT.....	10
4	<u>DONNEES HISTORIQUES - SOURCES POTENTIELLES DE POLLUTION</u>	11
4.1	RESUME DES ACTIVITES EXERCEES SUR LE SITE	11
4.2	PHOTOGRAPHIES AERIENNES	11
4.3	CARACTERISATION DES RISQUES	13
5	<u>QUALITE DES MILIEUX</u>	14
5.1	DESCRIPTION DES INVESTIGATIONS	14
5.2	RESULTATS DES ANALYSES DE SOL	17
5.3	RESULTATS DES ANALYSES D'EAU SOUTERRAINE.....	29
5.4	RESULTATS DES ANALYSES D'AIR	31
6	<u>DEFINITION DES SOURCES</u>	33
7	<u>IDENTIFICATION DES ENJEUX</u>	34
7.1	ENJEUX SANITAIRES	34
7.2	ENJEUX POUR LA RESSOURCE EN EAU.....	34
7.3	ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX.....	35
7.4	ENJEUX ECONOMIQUES ET MATERIELS	35
8	<u>DEFINITION DES MESURES DE GESTION</u>	35
8.1	METHODOLOGIE	35
8.2	TRANSPOSITION DES METHODOLOGIES AU SITE D'ARBOUANS	40
8.3	DETAIL DU SCENARIO 2 : TRAITEMENT DE LA SOURCE 2 (COHV)	41
8.4	BILAN COUTS-AVANTAGES.....	44
8.5	ANALYSE DES RISQUES RESIDUELS.....	46
9	<u>CONCLUSION</u>	47
9.1	RESUME NON TECHNIQUE	47
9.2	RESUME TECHNIQUE.....	48

TABLEAUX ET FIGURES

Figure 1 : Localisation du site sur un extrait de carte IGN.....	6
Figure 2 : Vue aérienne du site en 2008 (source Géoportail).....	7
Figure 3 : Extrait de la carte géologique de la région de Montbéliard (BRGM).....	9
Figure 4 : Schéma de l'évolution du bâti sur le site.....	12
Figure 5 : Estimation de l'extension des sols contaminés par les COHV	27
Tableau 1 : Sources potentielles de pollution.....	13
Tableau 2 : Sondages de reconnaissance des sols de juin 2014.....	15
Tableau 3 : Liste des nouveaux échantillons analysés	16
Tableau 4 : Teneurs en métaux des sols naturels français selon le programme ASPITET	17
Tableau 5 : Résultats des analyses en métaux sur les sols.....	18
Tableau 6 : Résultats des analyses en composés organiques sur les sols (2 tableaux)	20
Tableau 7 : Résultats des analyses en COHV sur les sols (3 tableaux).....	23
Tableau 8 : Résultats des analyses pour acceptation préalable	28
Tableau 9 : Résultats des analyses sur les eaux souterraines.....	30
Tableau 10 : Résultats des analyses sur les gaz du sol.....	31
Tableau 11 : Résultats de l'analyse d'air ambiant.....	32
Tableau 12 : Concentrations maximales au niveau de la source 1	33
Tableau 13 : Concentrations maximales au niveau de la source 2.....	33
Tableau 14 : Comparaison des solutions de gestion – Source 1.....	44
Tableau 15 : Comparaison des solutions de gestion – Source 2.....	45

ANNEXES

Annexe 1 :	Plan de situation et localisation des captages d'eau
Annexe 2 :	Localisation des sources potentielles de pollution
Annexe 3 :	Implantation des sondages
Annexe 4 :	Coupes des sondages complémentaires
Annexe 5 :	Bordereaux d'analyse de juin 2014
Annexe 6 :	Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires

1 CADRE DE LA MISSION

1.1 CONTEXTE

La mairie d'Arbouans a pour projet d'acquérir le site des anciens établissements SED, au 2 rue du Stade à Arbouans (25), afin de démolir les locaux industriels existants et d'affecter les terrains à un usage résidentiel.

Dans le cadre de la cessation des activités qu'elle exerçait à cette adresse, la société EIFFAGE Construction Métallique (anciennement Société Est Développement) a missionné TERREST Ingénierie en 2012 pour la réalisation d'un diagnostic de la qualité des sols.

Les investigations menées sur le site ont mis en évidence des anomalies ponctuelles en métaux dans les sols, ainsi qu'une contamination des sols et de l'air du sol par les COHV à proximité de l'ancienne cabine de sablage (locaux libérés par la SED en 2003). Suite à l'établissement d'un premier plan de gestion (rapport TSP.12.0043 du 13 novembre 2012), une solution de confinement a été retenue dans l'optique d'un usage futur de type industriel avec conservation du bâtiment.

Compte tenu de la démolition et du changement d'usage envisagés pour le site, la mairie d'Arbouans a mandaté TERREST Ingénierie pour la mise en œuvre d'un nouveau plan de gestion, relatif à un usage résidentiel.

Cette étude a pour objectifs :

- d'appréhender les effets liés à la suppression du confinement que constitue actuellement le bâtiment industriel,
- de définir les mesures de gestion à mettre en place pour assurer la compatibilité entre l'état de la qualité des sols du site et un usage de type résidentiel.

1.2 METHODOLOGIE UTILISEE

La présente étude a été réalisée conformément aux « Modalités de gestion et de réaménagement des sites pollués » énoncées par le Ministère en charge de l'Environnement au travers des textes du 8 février 2007.

Le plan de gestion est codifié **PG** selon la norme NF X31-620 de juin 2011 sur les prestations de services relatives aux sites et sols pollués. Il comprend notamment les prestations unitaires suivantes :

- o Investigations complémentaires sur les sols (A200)
- o Bilan coûts/avantages des différentes options de gestion possibles (A330)
- o Analyse des Risques Résiduels (A320)
- o Synthèse du plan de gestion

2 PRESENTATION DU SITE

2.1 SITUATION GEOGRAPHIQUE

Le site objet de la présente étude se trouve à l'ouest du territoire d'Arbouans (25). Un plan de situation est présenté en **Annexe 1**.

La zone d'étude présente une superficie totale de l'ordre de 5,6 hectares, regroupant les parcelles n°163, 164, 166 à 172 et 176 à 178 de la section AA du cadastre. Ce terrain est délimité par une ancienne voie ferrée au sud, la rue du Stade à l'est et des quartiers d'habitation au nord ainsi qu'à l'ouest. Il est occupé par un bâtiment industriel d'une surface de 15457 m².

Ses coordonnées Lambert moyennes (Zone 2 étendue) sont approximativement les suivantes :

X = 936 750 m / Y = 2 286 330 m

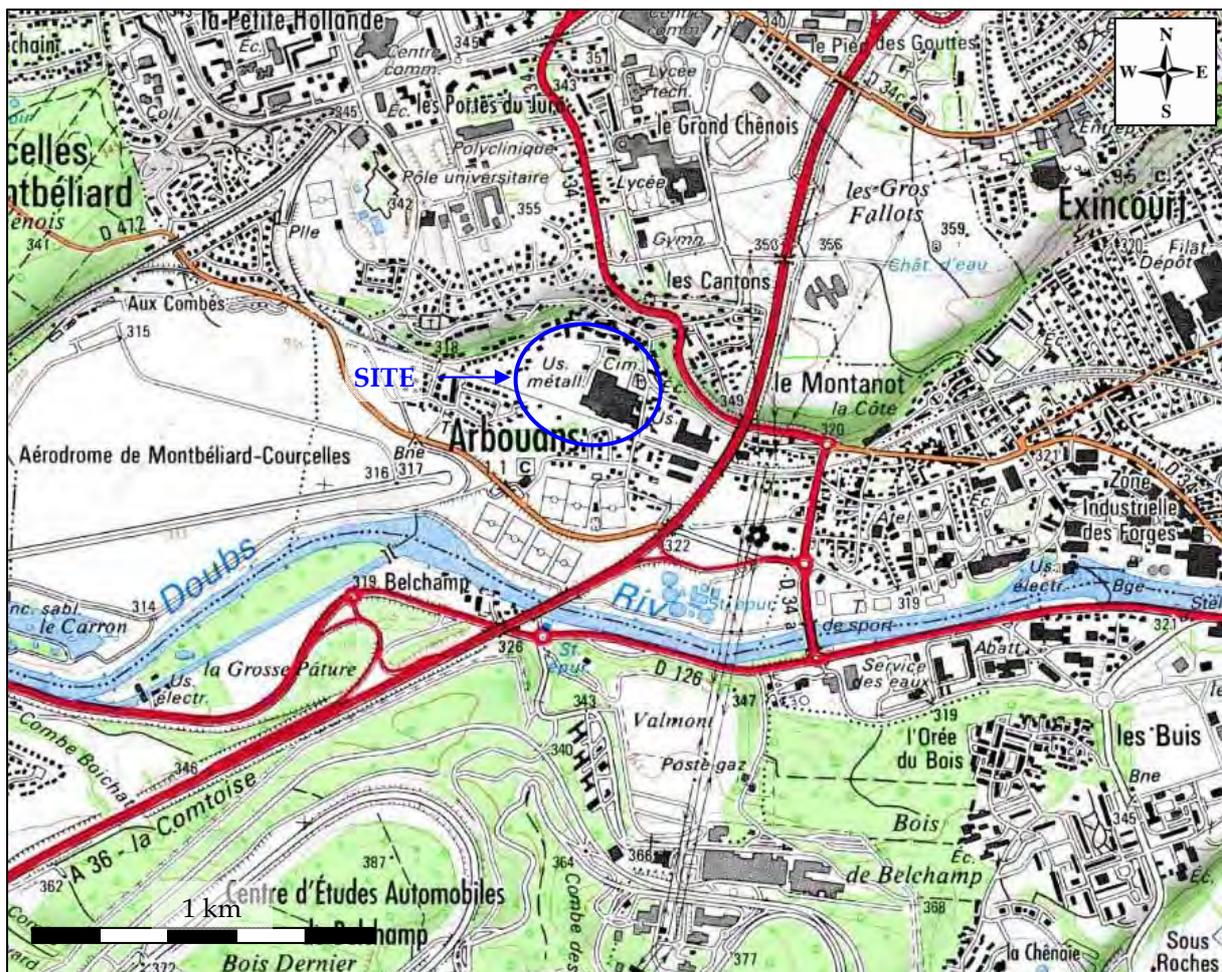


Figure 1 : Localisation du site sur un extrait de carte IGN

2.2 ETAT ACTUEL DU SITE ET VOISINAGE

Les locaux industriels se divisent en deux parties :

- les deux travées ouest du bâtiment industriel, d'une superficie de 5306 m², ont été occupés par la SED jusqu'à la cessation d'activité en 2009 ;
- le reste du bâtiment a été exploité jusqu'en 2003.

Ils sont actuellement vides de toute occupation.

A l'intérieur du bâtiment, les sols sont couverts d'une dalle béton en bon état général, ponctuellement marquée par des traces de pneus, de rouille ou d'humidité. Certaines zones apparaissent souillées par des huiles. Un béton plus récent marque l'emplacement d'anciennes fosses en partie ouest, comblées suite au déménagement.

Le toit est dégradé par endroits. Des matériaux amiantés sont parfois visibles au sol, suite à leur chute. Plusieurs ponts roulants sont encore présents dans les bâtiments. Dans leur dernière phase d'activité, les locaux étaient chauffés au gaz.

Les espaces extérieurs sont enherbés ou couverts par de l'enrobé.



Figure 2 : Vue aérienne du site en 2008 (source Géoportail)

Légende :



Contours du site industriel



Locaux occupés par la SED entre 2003 et 2009.

Sur la zone d'étude :

N°	Description
Locaux libérés par la SED en 2003	
1	Terrain enherbé, entretenu.
2	Voiries, parkings, anciennes zones de stockage extérieures.
3	Bâtiment réception/expédition : présence d'une fosse (ancienne presse).
4	Ancien atelier de grosse chaudronnerie. Présence d'une machine trop imposante pour être transportée.
5	Ancien atelier de grosse mécanique. Sol souillé par de l'huile.
6	Cabine de sablage et ancienne cabine de peinture. Présence d'une fosse. Installations délabrées.
7	Ancien atelier de montage. Installation de compression.
8	Hall principal et historique de l'usine.
9	Bureaux, administration.
Locaux occupés par la SED entre 2003 et 2009	
10	Ancienne zone « expédition/réception ». Présence d'une cuve d'eau.
11	Travée « ouest ». Ancienne cabine de peinture à l'extrémité sud.
12	Travée « est ». Ancienne fosses de machines au sud et le long du mur est.
13	Ancien parc à fers
14	Ancienne zone extérieure de stockage des aciers.

Aux environs immédiats :

N°	Description
A	Quartiers résidentiels. Logements individuels ou collectifs.
B	Cimetière.
C	Ecole maternelle.

3 CONTEXTE ENVIRONNEMENTAL

3.1 TOPOGRAPHIE

Le site se trouve à une altitude de 317 m NGF (Nivellement Général de France).

Il présente une morphologie globalement plane et horizontale.

3.2 GEOLOGIE

La région de Montbéliard se situe dans une zone de transition entre les collines sous-vosgiennes au nord et le Jura au sud. D'un point de vue structural, la ville occupe un golfe tertiaire relié vers l'est au fossé rhénan.

D'après la carte géologique au 1/50 000 n°474 (BRGM), la première formation naturelle rencontrée au droit de la zone d'étude correspond aux **alluvions fluviatiles récentes (Fz)** de la vallée du Doubs. Selon les données issues de forages proches, ces alluvions présenteraient une épaisseur de l'ordre de 3 à 4 mètres. Elles reposent sur des **calcaires du Kimméridgien**.

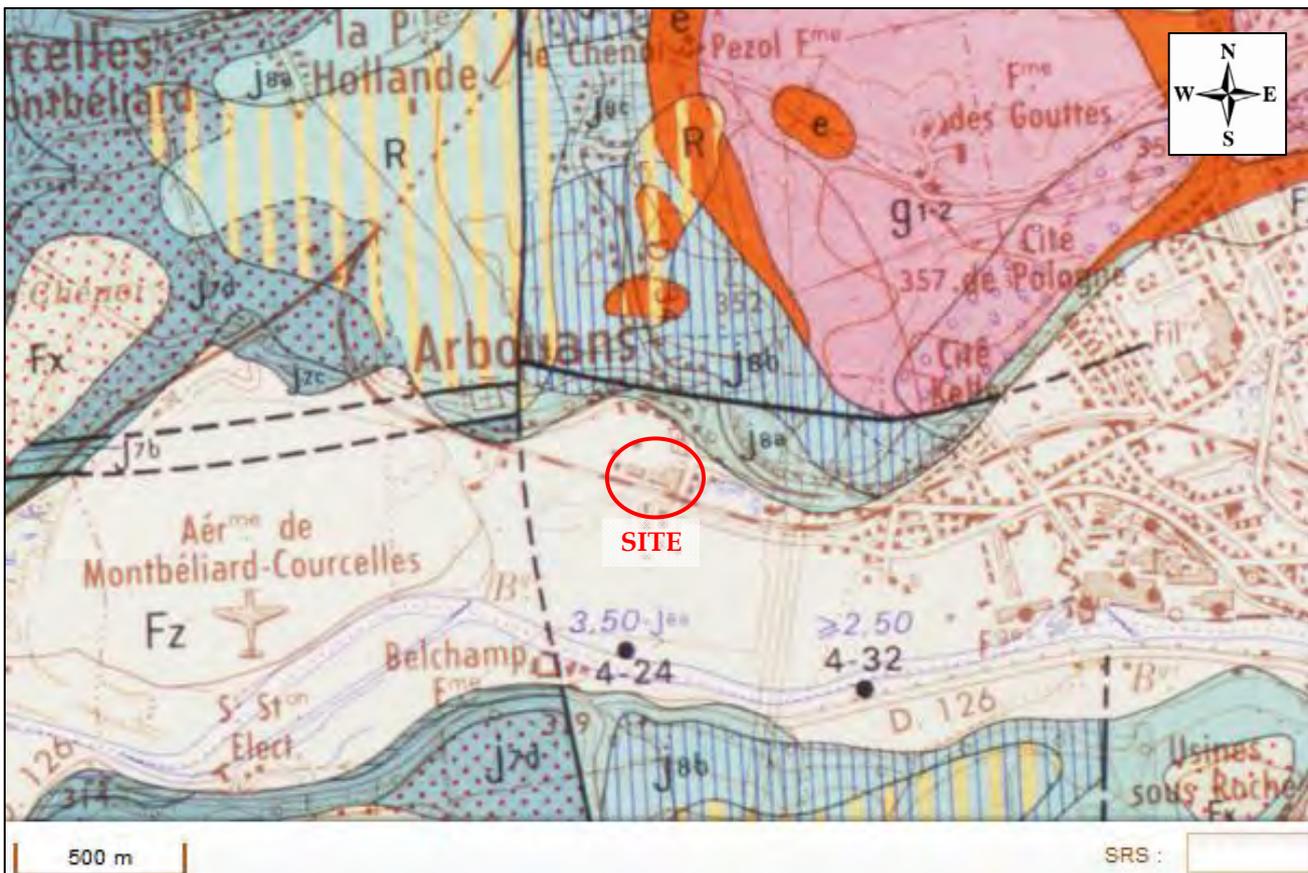


Figure 3 : Extrait de la carte géologique de la région de Montbéliard (BRGM)

3.3 EAUX SOUTERRAINES

Les alluvions sont perméables et aquifères. Elles sont le siège d'une nappe en relation avec le réseau hydrographique (le Doubs).

Peu d'informations sont disponibles concernant la nappe alluviale au droit du site. Selon le « Mémoire de cessation d'activité du site de Arbouans », édité en juillet 2010, le niveau du toit de la nappe s'établirait à -1,5 m/TN en hautes eaux. Théoriquement drainée par le Doubs, son écoulement serait orienté vers le sud-ouest. Deux piézomètres ont été mis en place sur le site en mai 2012 : le 29/05/2012, des niveaux d'eau ont été mesurés à -3,0 et -3,3 m/TN.

Les calcaires du Kimméridgiens constituent également un aquifère de type karstique, l'eau circulant dans un réseau de fissures et de diaclases. Ce réservoir repose sur la formation imperméable des argiles oxfordiennes, à plus de 200 m de profondeur

3.4 SYNTHÈSE SUR LA VULNERABILITE DE L'ENVIRONNEMENT

3.4.1 Vulnérabilité des milieux

La nappe alluviale présente une vulnérabilité élevée vis-à-vis d'une pollution des sols de surface. En effet, l'aquifère serait situé à moins de 2 mètres de profondeur au droit du site et n'est protégé par aucune formation peu perméable.

Les eaux superficielles présentent une vulnérabilité moyenne compte tenu de l'éloignement du Doubs (500 m) et de ses interactions supposées avec la nappe alluviale.

3.4.2 Etude des cibles potentielles

Compte tenu du contexte environnemental dans lequel s'inscrit le site, corrélé avec ses usages potentiels, les cibles principales à retenir sont les suivantes :

Les futurs usagers du site : travailleurs adultes.

Les riverains : des habitations et un établissement sensible (école) sont présents à proximité du site. Celui-ci étant clôturé, les usagers ne peuvent constituer des cibles qu'en cas de transfert par voie aérienne (polluants volatils, poussières, fumées).

Les eaux souterraines : la sensibilité de ce milieu est moyenne compte tenu de l'absence de captages AEP ou sensibles recensés en aval immédiat du site (cf. implantation des captages les plus proches en **Annexe 1**). La nappe alluviale constitue cependant un vecteur de transfert vers les eaux superficielles.

De façon secondaire, les **eaux superficielles (le Doubs)** constituent également une cible potentielle. Elles peuvent localement faire l'objet d'un usage sensible tel que la pêche.

4 DONNEES HISTORIQUES - SOURCES POTENTIELLES DE POLLUTION

Données issues des rapports TSP.12.0028/1 et 2 du 28 mars 2012.

4.1 RESUME DES ACTIVITES EXERCEES SUR LE SITE

Selon les données disponibles, l'historique du site industriel, incluant la zone d'étude, peut se résumer ainsi :

- terrain militaire avant 1914,
- 1914-1918 : construction d'un quai de débarquement et de bâtiments sanitaires (hôpitaux de campagne) ;
- 1922-1968 : exploitation d'une usine de mécanique et chaudronnerie par la SMA ;
- 1968-1985 : changement de dénomination après intégration à la SA Pont-à-Mousson ;
- 1985-1988 : dépôt de bilan et reprise par la société SED (Schwander et Ducret), un groupement constitué notamment de la SEED (Société d'Exploitation des Etablissements Ducret), qui exerçait auparavant sur d'autres terrains d'Arbouans ainsi qu'à Audincourt ;
- 1988-2003 : poursuite des activités de mécanique et chaudronnerie suite au rachat par l'entreprise Poupel, qui conserve le sigle SED (Société Est Développement) ;
- à partir de 2003 : l'activité n'est plus exercée que dans la partie ouest du bâtiment (zone d'étude) ;
- 2008-2009 : la SED intègre le groupe EIFFEL, le terrain et les locaux restent propriété de la société CPE (Commercialisation Prospection Etude) ;
- en 2009 : EIFFEL SED quitte ses locaux d'Arbouans pour s'établir à Etupes ; en 2010 EIFFEL devient EIFFAGE Construction Métallique.

4.2 PHOTOGRAPHIES AERIENNES

De nombreux clichés aériens compris entre 1940 et les années 2000 sont mis à disposition par la photothèque de l'IGN (Institut Géographique National).

Ces clichés permettent d'observer l'évolution du bâti sur le site au cours des 70 dernières années. Les principales observations sont résumées sur le schéma en page suivante.

La zone d'étude est occupée par des locaux industriels depuis une date antérieure à 1940 : probablement depuis la création de l'établissement en 1922. Seule la partie sud était alors occupée, par un bâtiment aujourd'hui disparu. Plus à l'ouest se trouvait une habitation, démolie entre 1967 et 1971.

Les autres constructions qui occupent ce secteur datent de 1971 à 1991. Cependant, dès les années 60, des stockages sont visibles en extérieur : d'abord sur terre nue (cliché de 1964) puis sur dalle béton (cliché de 1967).

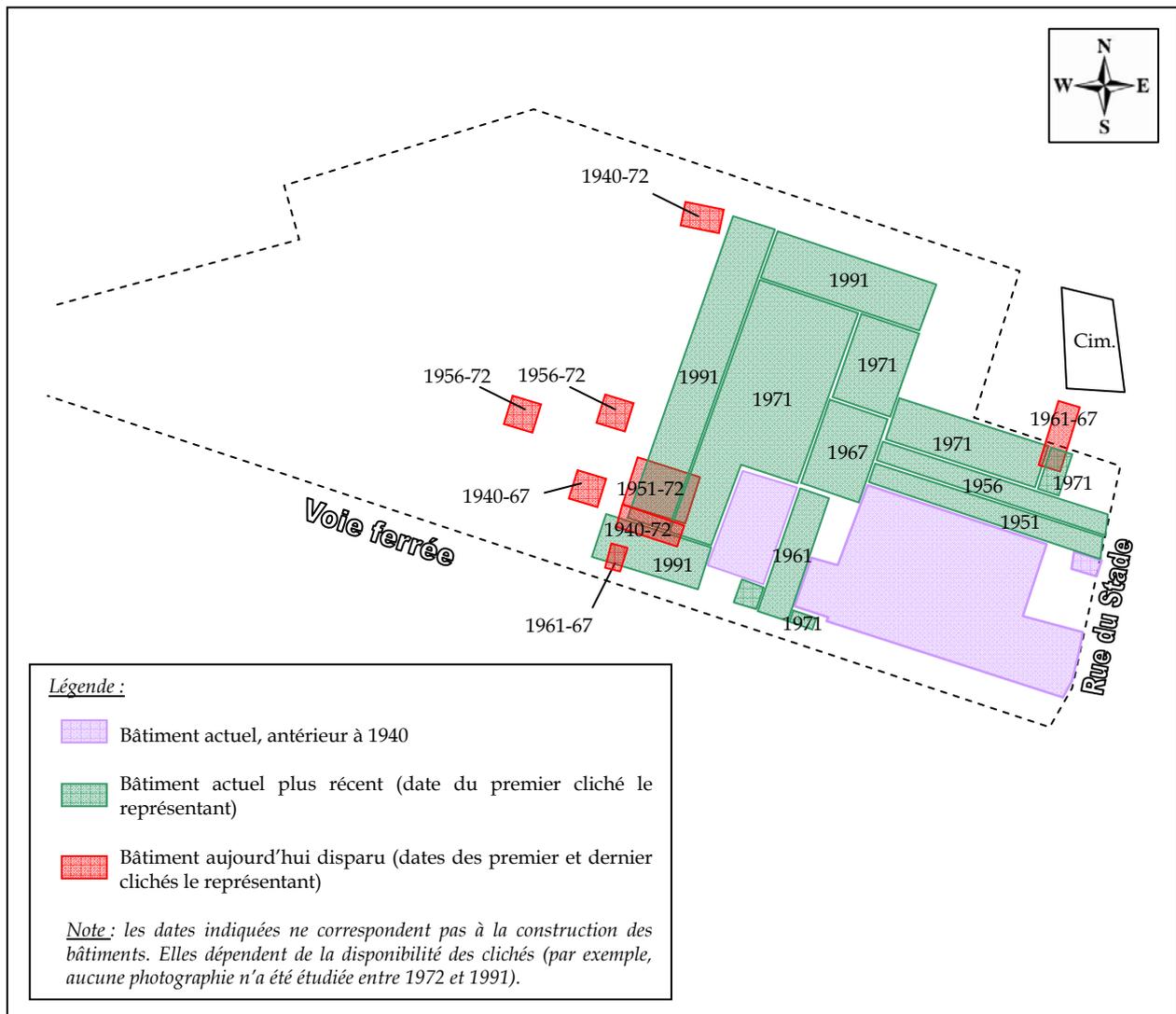


Figure 4 : Schéma de l'évolution du bâti sur le site

4.3 CARACTERISATION DES RISQUES

A l'issue de l'étude historique, il apparaît que la zone d'étude appartient à un site dont l'activité industrielle remonte à 1922. Les activités exercées sont la mécanique générale et la chaudronnerie.

Sur la base des données disponibles, plusieurs sources potentielles de pollution ont été identifiées sur la zone d'étude. Leur emplacement est indiqué sur le plan en **Annexe 2**.

N°	Description	Polluants potentiels
1	Travail des métaux avec utilisation d'huiles de coupe	HCT, métaux
2	Ancienne cabine de peinture sur fosse remblayée (~1 m)	BTEX, COHV, métaux
3	Zone de stockage de peintures	BTEX, COHV, métaux
4	Ancienne aléseuse sur fosse (~2 m)	HCT, métaux
5	Anciennes machines sur fosses (~1,5 m)	HCT, métaux
6	Cabine de sablage	Métaux
7	Ancienne cabine de peinture, tunnel de dégraissage	BTEX, COHV, métaux
8	Atelier dont les sols sont souillés par des huiles	HCT, métaux
9	Zone de stockage de peintures	BTEX, COHV, métaux
10	Atelier historique (mécanique, tôlerie, serrurerie, montage)	HCT, métaux

Tableau 1 : Sources potentielles de pollution

Par ailleurs, l'état initial des sols sous la dalle béton du bâtiment et l'enrobé extérieur n'est pas connu. Les activités anciennes menées sur cette partie du site (stockages et circulation en extérieur), ainsi que l'apport éventuel de remblais ont pu être à l'origine d'une pollution diffuse des sols, sans localisation précise. Les polluants habituellement associés à ce type de source sont les hydrocarbures (HCT, HAP), les métaux et éventuellement les PCB.

5 QUALITE DES MILIEUX

Le site a fait l'objet de deux campagnes d'investigations, pour le compte d'EIFFAGE Construction Métallique :

- Diagnostic initial de la qualité des sols - Rapports TSP.12.0034 du 6 juin 2012 et TSP.12.0035 du 7 juin 2012,
- Diagnostic complémentaire, milieux sol et air - Rapport TSP.12.0039 du 27 juillet 2012,

Des investigations complémentaires ont également été mises en œuvre en juin 2014, pour le compte de la mairie d'Arbouans, dans le cadre de la présente étude.

5.1 DESCRIPTION DES INVESTIGATIONS

L'implantation de l'ensemble des sondages réalisés sur le site est présentée en **Annexe 3**.

5.1.1 Diagnostic initial

14 sondages de reconnaissance ont été mis en œuvre le 24 mai 2012. Ils ont été exécutés au carottier et descendus entre 1 et 3,5 m de profondeur.

Les sondages ont été implantés au droit ou à proximité des sources potentielles de pollution identifiées sur le site à l'issue de l'étude historique et documentaire. Ils ont été numérotés de S1 à S6 (locaux de la SED entre 2003 et 2009) et de P1 à P8 (locaux abandonnés en 2003).

14 échantillons de sol ont été analysés en laboratoire.

Deux piézomètres ont également été implantés sur le site, au sud-ouest et au nord-est du bâtiment. Des échantillons d'eau souterraine ont été prélevés par leur intermédiaire le 29 mai 2012.

5.1.2 Diagnostic complémentaire de l'ancienne cabine de sablage

7 nouveaux sondages de reconnaissance ont été mis en œuvre les 4 et 5 juillet 2012. Ils ont été exécutés au carottier à percussion (matériel portatif) et descendus entre 0,4 et 2 m de profondeur, selon refus.

Numérotés de P9 à P15, ils ont été implantés de manière à préciser l'étendue de la contamination relevée lors du diagnostic initial, autour des points P1 et P2.

14 nouveaux échantillons ont été transmis au laboratoire pour l'analyse des COHV.

Les investigations ont également porté sur les gaz du sol et l'air ambiant.

5.1.3 Investigations complémentaires de juin 2014

- Stratégie d'échantillonnage

11 nouveaux sondages ont été répartis sur le site le 5 juin 2014. Ils ont été exécutés à la tarière mécanique et descendus entre 1,2 et 2 mètres de profondeur.

Sondage	Profondeur	Localisation
T1	1,3 m	Angle sud-ouest du bâtiment, à proximité de la fosse caractérisée par S2.
T2	1,25 m	Dans la fosse caractérisée par S2, à 7 mètres au nord de S2.
T3	1,2 m	A 10 mètres au nord de S4, à l'extérieur de la fosse.
T4	2 m (refus)	Dans l'angle sud-ouest de la fosse caractérisée par S4.
T5	Refus	Dans l'angle sud-est de la fosse caractérisée par S4 : refus sous dalle.
T6	1,3 m	Ancien atelier mécanique, environ 10 mètres à l'ouest du sondage P3.
T7	1,2 m	Ancien atelier mécanique, environ 10 mètres au nord de P3.
T8	1,2 m	Ancien atelier mécanique, environ 10 mètres au sud de P3.
T9	1,2 m	Ancien atelier mécanique, environ 10 mètres à l'est de P3.
T10	1,2 m	A l'extérieur du bâtiment, côté ouest, en bordure de voirie.
T11	1,2 m	A l'extérieur du bâtiment, extrémité ouest de l'ancien parc à fers.

Tableau 2 : Sondages de reconnaissance des sols de juin 2014

Les coupes des sondages sont détaillées en **Annexe 4**. Le profil lithologique rencontré est globalement le suivant :

- à l'intérieur du bâtiment, jusqu'à 0,06/0,5 m : dalle béton,
- de 0,06/0,5 m à 0,4/1,2 m : grave sableuse plus ou moins argileuse beige (remblais),
- au-delà (sauf en T4) : limon brun graveleux plus ou moins sableux (remblais, sols naturels remaniés ou alluvions).

Aucune arrivée d'eau témoignant de la présence d'une nappe n'a été rencontrée à la profondeur d'investigation.

Aucun indice organoleptique (couleur, odeur) d'une éventuelle contamination du sol n'a été relevé au droit des sondages exécutés.

▪ Stratégie d'analyse

11 nouveaux échantillons de sols ont été sélectionnés pour être analysés.

Le tableau suivant présente les échantillons analysés dans le cadre du diagnostic complémentaire, leur profondeur d'échantillonnage et les paramètres recherchés en laboratoire.

Référence de l'échantillon	Prof. (m/TN)	Description	Analyses
T1.1	0,06 à 0,5	Argile brune et graviers	ETM, HCT, HAP, COHV
T2.1	0,1 à 0,5	Sable graveleux beige	Pack ISDI, 12 métaux, COHV, CN
T2.2	1 à 1,2	Sable limoneux brun et graviers	ETM, HCT
T3.1	0,07 à 1	Argile sableuse brune et graviers	Pack ISDI, 12 métaux, COHV, CN
T4.1	0,5 à 1	Sable graveleux beige grisâtre	ETM, HCT, HAP, COHV
T6.1	0,4 à 0,8	Limon brun sombre	Pack ISDI, 12 métaux, COHV, CN
T7.1	0,1 à 0,6	Grave sableuse beige	ETM, HCT, HAP, COHV
T8.1	0,15 à 1	Grave sableuse beige	ETM, HCT, HAP, COHV
T9.1	0,15 à 0,6	Sable graveleux beige	ETM, HCT, HAP, COHV
T10.1	0 à 0,6	Sable graveleux beige	ETM, HCT
T11.1	0 à 0,7	Grave sableuse beige	ETM, HCT

Tableau 3 : Liste des nouveaux échantillons analysés

HCT : hydrocarbures totaux (fractions C10-C40)

ETM: éléments traces métalliques (arsenic, cadmium, chrome, cuivre, mercure, nickel, plomb, zinc)

HAP : hydrocarbures aromatiques polycycliques (16 composés)

COHV : composés organo-halogénés volatils (15 composés)

BTEX : composés aromatiques volatils (benzène, toluène, éthylbenzène, xylènes)

PCB : polychlorobiphényles (7 congénères)

COT : carbone organique total

CN : cyanures totaux

Pack ISDI : analyses selon les « critères à respecter pour l'admission de déchets inertes soumis à la procédure d'acceptation préalable » de l'arrêté du 28 octobre 2010 :

- sur sols bruts : COT, HCT, HAP, BTEX, PCB, lixiviation 1x24h
- sur lixiviats : COT, 12 métaux, fraction soluble, sulfates, chlorures, fluorures, indice phénols.

5.2 RESULTATS DES ANALYSES DE SOL

Les bordereaux d'analyse correspondant aux investigations complémentaires de juin 2014 sont fournis en **Annexe 5**.

5.2.1 Eléments traces métalliques

- **Critères de comparaison**

Les éléments traces métalliques existent à l'état naturel dans les sols et ne sont pas nécessairement d'origine anthropique. Selon les recommandations de la méthodologie nationale en matière de gestion des sites pollués, les concentrations mesurées dans les sols doivent idéalement être comparées au fond géochimique naturel local afin de vérifier la présence ou l'absence de pollution.

En l'absence de données relatives au fond géochimique local, nous proposons d'utiliser les valeurs définies par l'INRA¹ dans le cadre du programme ASPITET concernant les teneurs totales en métaux lourds dans les sols français.

Ce programme avait pour but de reconnaître si un sol cultivé est indemne de contamination ou, au contraire, s'il a gardé la trace d'apports de métaux potentiellement dangereux et de distinguer la part de ce qui est naturel d'un apport d'origine humaine. Les échantillons proviennent d'une quarantaine de départements mais ils sont situés surtout dans la moitié nord du pays, principalement dans le Bassin Parisien au sens large (Bourgogne, Centre, etc.).

Elément	INRA – Teneurs totales en éléments traces dans les sols français Gamme de valeurs « ordinaires » et d'anomalies naturelles – En mg/kg de « terre fine » (<2 mm)		
	Sols « ordinaires »	Anomalies naturelles modérées	Fortes anomalies naturelles
As	1 à 25	30 à 60	60 à 284
Cd	0,05 à 0,45	0,7 à 2	2 à 46,3
Cr	10 à 90	90 à 150	150 à 3180
Co	2 à 23	23 à 90	105 à 148
Cu	2 à 20	20 à 62	65 à 160
Hg	0,02 à 0,1	0,15 à 2,3	
Ni	9 à 50	60 à 130	130 à 2076
Pb	9 à 50	60 à 90	100 à 10180
Se	0,1 à 0,7	0,8 à 2	2 à 4,5
Zn	10 à 100	100 à 250	250 à 11426

Tableau 4 : Teneurs en métaux des sols naturels français selon le programme ASPITET

- **Présentation des résultats**

Les tableaux ci-après synthétisent les résultats des analyses en éléments traces métalliques.

Les cellules colorées indiquent l'appartenance aux gammes de valeurs caractéristiques des anomalies naturelles modérées ou fortes, voire le dépassement de ces gammes de valeurs.

¹ Institut National de Recherche Agronomique

	Critères de comparaison (à titre indicatif)			Unité	ARBOUANS - ANALYSE DES ETM MAI 2012														
	Teneurs naturelles en ETM des sols français, proposées par l'INRA dans le cadre du programme ASPITET				S1.1	S2.1	S3.1	S4.2	S5.2	S6.1	P1.1	P2.1	P3.1	P4.1	P5.1	P6.2	P7.1	P8.1	
Profondeur				m	0 à 0.6	1 à 1.7	0 à 0.6	1.5 à 2	1 à 2	0 à 0.6	0 à 0.6	0.6 à 1.1	0.3 à 0.6	0.25 à 0.5	0 à 0.5	1.4 à 1.6	0 à 0.5	0 à 0.4	
Description lithologique	Sols "ordinaires"	Anomalies naturelles modérées	Fortes anomalies naturelles	-	R. argx brun	R. argilo-gravx brun	R. argilo-gravx brun	R. salo-gravx blanc noirâtre	Sable arg-gravx	R. sablo-gravx	R. sableux noir	Limon brun, graviers	Limon brun, grav, sable noir	Limon brun, graviers	R. limono-gravx brun	Limon brun clair, graviers	R. argilo-graveleux brun	R. argileux brun, galets	
Matière sèche (MS)				%	71.9	83.5	92.0	96.9	95.7	96.2	88.3	77.4	86.1	72.8	79.9	92.5	76.0	78.3	
Métaux (ETM)																			
antimoine (Sb)	-	-	-	mg/kg MS	<4	6.4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	
arsenic (As)	1 à 25	30 à 60	60 à 284	mg/kg MS	15	14	4.3	8.8	<4	9.1	11	12	23	13	11	<4	14	13	
baryum (Ba)	-	-	-	mg/kg MS	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	
cadmium (Cd)	0.05 à 0.45	0.7 à 2	2 à 46.3	mg/kg MS	0.5	0.86	<0.4	0.6	<0.4	<0.4	<0.4	0.61	<0.4	0.58	0.47	0.46	0.55	0.63	
chrome (Cr)	10 à 90	90 à 150	150 à 3180	mg/kg MS	58	46	<15	62	<15	82	34	53	40	44	32	<15	42	53	
cuivre (Cu)	2 à 20	20 à 62	65 à 160	mg/kg MS	23	33	6.4	230	<5	40	94	23	460	22	31	17	77	41	
mercure (Hg)	0.02 à 0.10	0.15 à 2.3	>2.3	mg/kg MS	0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.4	0.05	0.16	<0.05	0.05	<0.05	
plomb (Pb)	9 à 50	60 à 90	100 à 10180	mg/kg MS	30	53	<13	110	<13	<13	39	23	43	27	42	<13	41	38	
molybdène (mo)	-	-	-	mg/kg MS	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	
nickel (Ni)	2 à 60	60 à 130	130 à 2076	mg/kg MS	40	33	8.9	50	4.6	27	17	37	130	29	25	5.3	28	35	
sélénium (Se)	0.1 à 0.7	0.8 à 2	2 à 4.5	mg/kg MS	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	
zinc (Zn)	10 à 100	100 à 250	250 à 11426	mg/kg MS	120	330	68	580	<20	28	97	120	180	99	110	180	170	120	

	Critères de comparaison (à titre indicatif)			Unité	ARBOUANS - ETM JUILLET 2012		ARBOUANS - ANALYSE DES ETM JUIN 2014										
	Teneurs naturelles en ETM des sols français, proposées par l'INRA dans le cadre du programme ASPITET				P15.1	P15.2	T1.1	T2.1	T2.2	T3.1	T4.1	T6.1	T7.1	T8.1	T9.1	T10.1	T11.1
Profondeur				m	0.45 à 0.65	0.65 à 1	0.06 à 0.5	0.1 à 0.5	1 à 1.2	0.07 à 1	0.5 à 1	0.4 à 0.8	0.1 à 0.6	0.15 à 1	0.15 à 0.6	0 à 0.6	0 à 0.7
Description lithologique	Sols "ordinaires"	Anomalies naturelles modérées	Fortes anomalies naturelles	-	R. sable noir	Arg. sableuse brune	Arg. graveleuse brune	Sable graveleux beige	Sable limx brun et graviers	Arg. sableuse brune et graviers	Sable graveleux beige grisâtre	Limon brun sombre	Grave sableuse beige	Grave sableuse beige	Sable graveleux beige	Sable graveleux beige	Grave sableuse beige
Matière sèche (MS)				%	83.2	77.3	77.7	93.7	91.4	87.4	88.5	77.4	88.7	95.4	84.1	94.6	92.5
Métaux (ETM)																	
antimoine (Sb)	-	-	-	mg/kg MS	<4	<4	na	<1	na	<1	na	<1	na	na	na	na	na
arsenic (As)	1 à 25	30 à 60	60 à 284	mg/kg MS	13	13	14	<4	6.8	<4	5.1	17	5.3	5	8	<4	<4
baryum (Ba)	-	-	-	mg/kg MS	<40	120	na	<20	na	<20	na	120	na	na	na	na	na
cadmium (Cd)	0.05 à 0.45	0.7 à 2	2 à 46.3	mg/kg MS	<0.4	0.62	0.33	0.43	0.64	<0.2	<0.2	0.51	0.26	<0.2	<0.2	0.44	0.3
chrome (Cr)	10 à 90	90 à 150	150 à 3180	mg/kg MS	37	52	34	<10	22	<10	15	55	<10	<10	19	<10	<10
cuivre (Cu)	2 à 20	20 à 62	65 à 160	mg/kg MS	66	21	21	<5	25	<5	30	50	<5	<5	43	<5	<5
mercure (Hg)	0.02 à 0.10	0.15 à 2.3	>2.3	mg/kg MS	<0.05	<0.05	0.09	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.06	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
plomb (Pb)	9 à 50	60 à 90	100 à 10180	mg/kg MS	36	23	21	<10	19	<10	17	21	<10	<10	15	<10	<10
molybdène (mo)	-	-	-	mg/kg MS	<1.5	<1.5	na	<0.5	na	<0.5	na	2	na	na	na	na	na
nickel (Ni)	2 à 60	60 à 130	130 à 2076	mg/kg MS	20	36	23	<3	16	5.9	12	44	4.8	5.2	20	6.4	4.2
sélénium (Se)	0.1 à 0.7	0.8 à 2	2 à 4.5	mg/kg MS	<4	<4	na	<1	na	<1	na	<1	na	na	na	na	na
zinc (Zn)	10 à 100	100 à 250	250 à 11426	mg/kg MS	77	120	87	45	170	44	88	110	<20	<20	65	36	27

Tableau 5 : Résultats des analyses en métaux sur les sols

▪ Commentaires sur les résultats relatifs aux ETM

Il convient de se reporter aux rapports n°TSP.12.0034 et TSP.12.0035 pour un commentaire détaillé des résultats obtenus lors du diagnostic initial, dont seules les conclusions sont reprises ci-dessous.

Les investigations de terrain et analyses mises en œuvre en 2012 dans le cadre du diagnostic initial ont permis de mettre en évidence :

- une contamination locale des sols par le cuivre (230 mg/kg), le plomb (110 mg/kg) et le zinc (580 mg/kg) dans les remblais situés au fond de l'ancienne fosse de l'aléuseuse (sondage S4, entre 1,5 et 2,3 m de profondeur),
- une anomalie en zinc dans la fosse de l'ancienne cabine de peinture (sondage S2 entre 1 et 1,7 m),
- une contamination locale des sols par le cuivre (460 mg/kg) et le nickel (130 mg/kg) dans les remblais situés sous le bâtiment et autour de celui-ci, en particulier au niveau de l'ancien atelier « grosse mécanique » (P3).

Les résultats obtenus en juin 2014 ne mettent en évidence aucune anomalie pouvant traduire une contamination notable des sols par les éléments traces métalliques, y compris sur les sondages proches de S4, S2 et P3. Ainsi, les contaminations métalliques relevées lors du diagnostic initial peuvent être considérées comme des anomalies ponctuelles, ou limitées à un horizon de sol situé en profondeur.

5.2.2 Composés organiques (sauf COHV)

▪ Présentation des résultats

Les résultats pour les composés organiques sont synthétisés dans les tableaux en pages suivantes. La mention « na » signifie « non analysé ».

Ces résultats sont comparés aux valeurs définies par l'arrêté du 28 octobre 2010 pour l'admission de déchets inertes soumis à acceptation préalable. Il convient de noter que ces critères sont utilisés à titre indicatif et ne constituent pas des valeurs de gestion de la qualité des sols. Les seuils limites d'acceptation définis par cet arrêté pour les substances organiques sont :

- HCT C10-C40 : 500 mg/kg MS ;
- somme des HAP : 50 mg/kg MS ;
- somme des BTEX : 6 mg/kg MS ;
- somme des PCB : 1 mg/kg MS, soit 1000 µg/kg MS.

	Arrêté du 28/10/2010 pour l'admission des déchets inertes	Unité	ARBOUANS - COMPOSES ORGANIQUES MAI 2012													
			S1.1	S2.1	S3.1	S4.2	S5.2	S6.1	P1.1	P2.1	P3.1	P4.1	P5.1	P6.2	P7.1	P8.1
Profondeur		m	0 à 0.6	1 à 1.7	0 à 0.6	1.5 à 2	1 à 2	0 à 0.6	0 à 0.6	0.6 à 1.1	0.3 à 0.6	0.25 à 0.5	0 à 0.5	1.4 à 1.6	0 à 0.5	0 à 0.4
Description lithologique		-	R. argx brun	R. argilo-gravx brun	R. argilo-gravx brun	R. salo-gravx blanc noirâtre	Sable arg-gravx	R. sablo-gravx	R. sableux noir	Limon brun, graviers	Limon brun, grav, sable noir	Limon brun, graviers	R. limono-gravx brun	Limon brun clair, graviers	R. argilo-graveleux brun	R. argileux brun, galets
Matière sèche (MS)	-	%	71.9	83.5	92.0	96.9	95.7	96.2	88.3	77.4	86.1	72.8	79.9	92.5	76.0	78.3
Hydrocarbures totaux																
Fraction C10-C12	-	mg/kg MS	<5	<5	<5	5.3	<5	<5	<5	<5	5.3	<5	<5	<5	<5	<5
Fraction C12-C16	-	mg/kg MS	<5	<5	<5	<5	<5	<5	8.6	<5	8.3	<5	<5	<5	<5	<5
Fraction C16-C21	-	mg/kg MS	<5	<5	<5	<5	<5	11	11	<5	22	<5	<5	<5	6	<5
Fraction C21-C40	-	mg/kg MS	<5	18	30	45	<5	300	43	<5	150	<5	52	16	20	<5
Hydrocarbures totaux C10-C40	<500	mg/kg MS	<20	20	30	50	<20	310	60	<20	180	<20	50	<20	25	<20
HAP																
naphtalène	-	mg/kg MS	na	<0.02	0.03	na	0.51	na	0.28	<0.02	na	<0.02	na	na	na	na
acénaphthylène	-	mg/kg MS	na	<0.02	<0.02	na	0.03	na	<0.02	<0.02	na	<0.02	na	na	na	na
acénaphthène	-	mg/kg MS	na	<0.02	0.07	na	0.44	na	<0.02	<0.02	na	<0.02	na	na	na	na
fluorène	-	mg/kg MS	na	<0.02	0.06	na	0.34	na	<0.02	<0.02	na	<0.02	na	na	na	na
phénanthrène	-	mg/kg MS	na	0.05	0.23	na	1.2	na	0.84	<0.02	na	0.18	na	na	na	na
anthracène	-	mg/kg MS	na	<0.02	0.07	na	0.29	na	0.08	<0.02	na	0.03	na	na	na	na
fluoranthène	-	mg/kg MS	na	0.16	0.46	na	1.9	na	0.99	<0.02	na	0.32	na	na	na	na
pyrène	-	mg/kg MS	na	0.13	0.36	na	1.5	na	0.68	<0.02	na	0.26	na	na	na	na
benzo(a)fluoranthène	-	mg/kg MS	na	0.1	0.34	na	1.3	na	0.56	<0.02	na	0.14	na	na	na	na
chrysène	-	mg/kg MS	na	0.09	0.3	na	0.98	na	0.55	<0.02	na	0.12	na	na	na	na
benzo(b)fluoranthène	-	mg/kg MS	na	0.15	0.47	na	1.7	na	1	<0.02	na	0.16	na	na	na	na
benzo(k)fluoranthène	-	mg/kg MS	na	0.06	0.2	na	0.75	na	0.44	<0.02	na	0.07	na	na	na	na
benzo(a)pyrène	-	mg/kg MS	na	0.1	0.36	na	1.3	na	0.47	<0.02	na	0.13	na	na	na	na
dibenzo(ah)anthracène	-	mg/kg MS	na	<0.02	0.06	na	0.19	na	0.14	<0.02	na	0.02	na	na	na	na
benzo(ghi)perylène	-	mg/kg MS	na	0.07	0.19	na	0.72	na	0.41	<0.02	na	0.1	na	na	na	na
indéno(1,2,3-cd)pyrène	-	mg/kg MS	na	0.08	0.19	na	0.72	na	0.39	<0.02	na	0.09	na	na	na	na
Somme des HAP	<50	mg/kg MS	na	1	3.4	na	14	na	6.9	<0.32	na	1.7	na	na	na	na
BTEX																
benzène	-	mg/kg MS	na	<0.05	<0.05	na	<0.05	na	<0.05	<0.05	na	<0.05	na	na	na	na
toluène	-	mg/kg MS	na	<0.05	<0.05	na	<0.05	na	0.17	<0.05	na	<0.05	na	na	na	na
éthylbenzène	-	mg/kg MS	na	<0.05	<0.05	na	<0.05	na	<0.05	<0.05	na	<0.05	na	na	na	na
o-xylène	-	mg/kg MS	na	<0.05	<0.05	na	<0.05	na	0.07	<0.05	na	<0.05	na	na	na	na
m,p-xylènes	-	mg/kg MS	na	<0.05	<0.05	na	<0.05	na	0.13	<0.05	na	<0.05	na	na	na	na
Somme des BTEX	<6	mg/kg MS	na	<0.2	<0.2	na	<0.2	na	0.4	<0.2	na	<0.2	na	na	na	na
PCB																
PCB 28	-	µg/kg MS	na	na	<2	na	na	na	na	na	<2	na	na	na	na	na
PCB 52	-	µg/kg MS	na	na	2	na	na	na	na	na	3.3	na	na	na	na	na
PCB 101	-	µg/kg MS	na	na	6.4	na	na	na	na	na	9.6	na	na	na	na	na
PCB 118	-	µg/kg MS	na	na	4.4	na	na	na	na	na	11	na	na	na	na	na
PCB 138	-	µg/kg MS	na	na	12	na	na	na	na	na	18	na	na	na	na	na
PCB 153	-	µg/kg MS	na	na	9.5	na	na	na	na	na	18	na	na	na	na	na
PCB 180	-	µg/kg MS	na	na	3.3	na	na	na	na	na	19	na	na	na	na	na
Somme des PCB	<1000	µg/kg MS	na	na	37	na	na	na	na	na	78	na	na	na	na	na

Tableau 6 : Résultats des analyses en composés organiques sur les sols (2 tableaux)

	Arrêté du 28/10/2010 pour l'admission des déchets inertes	Unité	ORGANIQUES JUILLET 2012		ARBOUANS - COMPOSES ORGANIQUES JUN 2014										
			P15.1	P15.2	T1.1	T2.1	T2.2	T3.1	T4.1	T6.1	T7.1	T8.1	T9.1	T10.1	T11.1
Profondeur		m	0.45 à 0.65	0.65 à 1	0.06 à 0.5	0.1 à 0.5	1 à 1.2	0.07 à 1	0.5 à 1	0.4 à 0.8	0.1 à 0.6	0.15 à 1	0.15 à 0.6	0 à 0.6	0 à 0.7
Description lithologique		-	R. sable noir	Arg. sableuse brune	Arg. graveleuse brune	Sable graveleux beige	Sable limnx brun et graviers	Arg. sableuse brune et graviers	Sable graveleux beige grisâtre	Limon brun sombre	Grave sableuse beige	Grave sableuse beige	Sable graveleux beige	Sable graveleux beige	Grave sableuse beige
Matière sèche (MS)	-	%	83.2	77.3	77.7	93.7	91.4	87.4	88.5	77.4	88.7	95.4	84.1	94.6	92.5
Hydrocarbures totaux															
Fraction C10-C12	-	mg/kg MS	<5	<5	<5.0	<5	<5	<5	<5	<5.3	<5	<5	<5	<5	<5
Fraction C12-C16	-	mg/kg MS	5.4	<5	<5.0	<5	<5	<5	<5	<5.3	<5	<5	18	<5	<5
Fraction C16-C21	-	mg/kg MS	<5	<5	<5.0	<5	<5	58	<5	<5.3	58	<5	51	<5	<5
Fraction C21-C40	-	mg/kg MS	<5	<5	<5.0	<5	43	1400	<5	42	130	40	130	<5	<5
Hydrocarbures totaux C10-C40	<500	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20	45	1400	<20	40	190	40	200	<20	<20
HAP															
naphtalène	-	mg/kg MS	0.1	<0.02	<0.02	<0.02	na	<0.02	<0.02	0.04	0.02	<0.02	0.06	na	na
acénaphthylène	-	mg/kg MS	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	na	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	na	na
acénaphthène	-	mg/kg MS	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	na	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	na	na
fluorène	-	mg/kg MS	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	na	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	na	na
phénanthrène	-	mg/kg MS	0.22	<0.02	0.06	<0.02	na	<0.02	0.02	0.1	<0.02	0.07	0.12	na	na
anthracène	-	mg/kg MS	0.02	<0.02	<0.02	<0.02	na	<0.02	<0.02	0.03	<0.02	<0.02	0.03	na	na
fluoranthène	-	mg/kg MS	0.12	<0.02	0.13	<0.02	na	0.05	0.03	0.17	<0.02	0.08	0.22	na	na
pyrène	-	mg/kg MS	0.08	<0.02	0.1	<0.02	na	0.04	0.03	0.14	<0.02	0.06	0.18	na	na
benzo(a)fluoranthène	-	mg/kg MS	0.05	<0.02	0.04	<0.02	na	0.03	<0.02	0.11	<0.02	0.03	0.1	na	na
chrysène	-	mg/kg MS	0.05	<0.02	0.05	<0.02	na	0.03	<0.02	0.08	<0.02	0.02	0.09	na	na
benzo(b)fluoranthène	-	mg/kg MS	0.07	<0.02	0.07	<0.02	na	0.04	<0.02	0.13	<0.02	0.03	0.13	na	na
benzo(k)fluoranthène	-	mg/kg MS	0.03	<0.02	0.03	<0.02	na	<0.02	<0.02	0.06	<0.02	<0.02	0.06	na	na
benzo(a)pyrène	-	mg/kg MS	0.03	<0.02	0.05	<0.02	na	0.03	<0.02	0.11	<0.02	0.03	0.1	na	na
dibenzo(ah)anthracène	-	mg/kg MS	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	na	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	na	na
benzo(ghi)peryène	-	mg/kg MS	<0.02	<0.02	0.04	<0.02	na	0.03	<0.02	0.06	<0.02	<0.02	0.07	na	na
indéno(1,2,3-cd)pyrène	-	mg/kg MS	0.02	<0.02	0.03	<0.02	na	0.02	<0.02	0.07	<0.02	<0.02	0.06	na	na
Somme des HAP	<50	mg/kg MS	0.83	<0.32	0.63	<0.32	na	0.33	<0.32	1.1	<0.32	0.41	1.3	na	na
BTEX															
benzène	-	mg/kg MS	<0.05	<0.05	na	<0.05	na	<0.05	na	<0.05	na	na	na	na	na
toluène	-	mg/kg MS	<0.05	<0.05	na	<0.05	na	<0.05	na	<0.05	na	na	na	na	na
éthylbenzène	-	mg/kg MS	<0.05	<0.05	na	<0.05	na	<0.05	na	<0.05	na	na	na	na	na
o-xylène	-	mg/kg MS	<0.05	<0.05	na	<0.05	na	<0.05	na	<0.05	na	na	na	na	na
m,p-xylènes	-	mg/kg MS	<0.05	<0.05	na	<0.05	na	<0.05	na	<0.05	na	na	na	na	na
Somme des BTEX	<6	mg/kg MS	<0.2	<0.2	na	<0.2	na	<0.2	na	<0.2	na	na	na	na	na
PCB															
PCB 28	-	µg/kg MS	<2	<2	na	<1	na	<1	na	<1	na	na	na	na	na
PCB 52	-	µg/kg MS	<2	<2	na	<1	na	1.2	na	<1	na	na	na	na	na
PCB 101	-	µg/kg MS	<2	<2	na	<1	na	1.1	na	<1	na	na	na	na	na
PCB 118	-	µg/kg MS	<2	<2	na	<1	na	1.7	na	<1	na	na	na	na	na
PCB 138	-	µg/kg MS	<2	<2	na	<1	na	4.2	na	1.2	na	na	na	na	na
PCB 153	-	µg/kg MS	<2	<2	na	<1	na	7.9	na	1	na	na	na	na	na
PCB 180	-	µg/kg MS	<2	<2	na	<1	na	7.3	na	<1	na	na	na	na	na
Somme des PCB	<1000	µg/kg MS	<14	<14	na	<7	na	23	na	<7	na	na	na	na	na

- **Commentaires sur les résultats relatifs aux composés organiques**

- Hydrocarbures totaux (HCT)

La concentration en hydrocarbures totaux mise en évidence sur l'échantillon **T3.1** (1400 mg/kg MS) est supérieure au critère de comparaison et témoigne d'une contamination du sol par les hydrocarbures au droit de ce point. La coupe pétrolière indique une prédominance des fractions C₂₁ à C₂₁, caractéristique d'un mélange de type « huile ». Cette contamination en hydrocarbures semble assez localisée, dans la mesure où elle n'a pas été détectée au droit des sondages T2, T4, S4 et S3, situés dans un rayon de 10 à 15 m.

Certaines teneurs en hydrocarbures totaux mesurées sur d'autres échantillons (310 mg/kg MS sur S6.1, 180 mg/kg MS sur P3.1, 190 mg/kg MS sur T7.1 et 200 mg/kg MS sur T9.1) ne sont pas négligeables et peuvent traduire un impact résiduel en hydrocarbures dans les sols. Elles restent cependant inférieures au critère de l'arrêté du 28/10/2010 : en cas d'excavation, les terres ainsi caractérisées pourraient être assimilées à des matériaux inertes.

Les teneurs en hydrocarbures totaux mesurées sur les autres échantillons sont inférieures à la limite de quantification (20 mg/kg MS) ou peu élevées (jusqu'à 60 mg/kg MS). Elles n'indiquent pas de contamination des sols par les hydrocarbures.

- Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

La présence de composés de la famille des HAP a été mise en évidence sur la plupart des échantillons analysés. Les concentrations totales en HAP, comprises entre 0,41 et 14 mg/kg MS, restent très en-deçà du critère de comparaison (50 mg/kg MS) et ne témoignent pas d'une contamination notable des sols par ces composés.

- BTEX

La présence de toluène et de xylènes a été relevée sur l'échantillon P1.1. La somme des BTEX (0,4 mg/kg MS) reste cependant très inférieure au critère de l'arrêté du 28/10/2010 (6 mg/kg MS) et ne témoigne pas d'une contamination significative du sol sur ce point.

Les BTEX n'ont pas été détectés sur les autres échantillons analysés : toutes les teneurs sont inférieures à la limite de quantification.

5.2.3 COHV

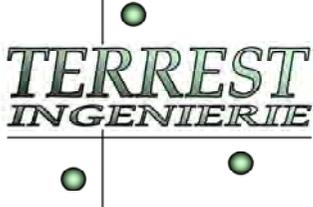
- **Présentation des résultats**

Les tableaux en pages suivantes regroupent l'ensemble des résultats en COHV obtenus sur les sols du site au cours des trois campagnes d'investigation.

Il n'existe pas de valeur réglementaire concernant les COHV dans les sols. Cependant ces composés n'existent pas à l'état naturel et leur simple détection peut témoigner d'une contamination.

	Unité	ARBOUANS - RESULTATS D'ANALYSE EN COHV - 1/3									
		Investigations de mai 2012						Investigations complémentaires de juillet 2012			
		S2.1	S3.1	S5.2	P1.1	P2.1	P4.1	P9.1	P9.2	P9.3	P10.1
Profondeur	m	1 à 1.7	0 à 0.6	1 à 2	0 à 0.6	0.6 à 1.1	0.25 à 0.5	0.15 à 0.5	0.65 à 0.7	0.7 à 1	0.6 à 1
Description lithologique	-	Argile grav. brune	Argile grav. brune	Sable arg-gravx	R. sable noir	Limon brun, graviers	Limon brun, graviers	R. sable gravx beige	R. sable noir	Arg. sableuse brune	Arg. plastique brun sombre
Matière sèche	%	83.5	92.0	95.7	88.3	77.4	72.8	95.2	85.0	79.1	77.8
COHV											
1,2-dichloroéthane	mg/kg MS	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
1,1-dichloroéthane	mg/kg MS	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
cis-1,2-dichloroéthane	mg/kg MS	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
trans 1,2-dichloroéthylène	mg/kg MS	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
dichlorométhane	mg/kg MS	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
1,2-dichloropropane	mg/kg MS	<0.03	<0.03	<0.03	20	<0.03	0.06	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
1,3-dichloropropène	mg/kg MS	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
tétrachloroéthylène	mg/kg MS	<0.02	<0.02	<0.02	0.85	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
tétrachlorométhane	mg/kg MS	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
1,1,1-trichloroéthane	mg/kg MS	<0.03	<0.03	<0.03	12	0.04	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
trichloroéthylène	mg/kg MS	<0.02	<0.02	<0.02	3.7	0.18	0.06	<0.02	<0.01	<0.01	<0.01
chloroforme	mg/kg MS	<0.02	<0.02	<0.02	0.11	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
chlorure de vinyle	mg/kg MS	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
hexachlorobutadiène	mg/kg MS	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
bromoforme	mg/kg MS	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05

Tableau 7 : Résultats des analyses en COHV sur les sols (3 tableaux)

		ARBOUANS - RESULTATS D'ANALYSE EN COHV - 2/3									
		Investigations complémentaires de juillet 2012									
		P10.2	P11.1	P11.3	P13.1	P13.3	P14.2	P15.1	P15.2	P15.3	P15.4
Profondeur	m	1 à 1.5	0.4 à 0.6	0.6 à 1.2	0.4 à 0.65	1 à 1.5	0.6 à 1	0.45 à 0.65	0.65 à 1	1 à 1.4	1.4 à 1.8
Description lithologique	-	Arg. sableuse brune	Arg. plastique brune et sable	Arg. sableuse brun jaune	R. sable noir	Arg. plastique brune	Limon argileux brun	R. sable noir	Arg. sableuse brune	Arg. sableuse brun jaunâtre	Arg. sableuse brun jaunâtre
Matière sèche	%	78.9	73.2	80.3	86.3	76.1	77.7	83.2	77.3	78.4	90.0
COHV											
1,2-dichloroéthane	mg/kg MS	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
1,1-dichloroéthane	mg/kg MS	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
cis-1,2-dichloroéthane	mg/kg MS	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
trans 1,2-dichloroéthylène	mg/kg MS	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.03	<0.02	<0.02	<0.02
dichlorométhane	mg/kg MS	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
1,2-dichloropropane	mg/kg MS	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	10	<0.03	<0.03	<0.03
1,3-dichloropropène	mg/kg MS	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
tétrachloroéthylène	mg/kg MS	<0.02	<0.02	<0.02	0.02	<0.02	<0.02	0.54	<0.02	<0.02	<0.02
tétrachlorométhane	mg/kg MS	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
1,1,1-trichloroéthane	mg/kg MS	<0.03	<0.03	<0.03	0.26	<0.03	<0.03	9.1	0.07	<0.03	<0.03
trichloroéthylène	mg/kg MS	<0.01	<0.01	<0.01	0.14	<0.01	<0.01	9.5	0.07	0.03	<0.01
chloroforme	mg/kg MS	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.08	<0.02	<0.02	<0.02
chlorure de vinyle	mg/kg MS	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
hexachlorobutadiène	mg/kg MS	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
bromoforme	mg/kg MS	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05

	Unité	ARBOUANS - RESULTATS D'ANALYSE EN COHV - 3/3							
		Investigations complémentaires de juin 2014							
		T1.1	T2.1	T3.1	T4.1	T6.1	T7.1	T8.1	T9.1
Profondeur	m	0.06 à 0.5	0.1 à 0.5	0.07 à 1	0.5 à 1	0.4 à 0.8	0.1 à 0.6	0.15 à 1	0.15 à 0.6
Description lithologique	-	Arg. graveleuse brune	Sable graveleux beige	Arg. sableuse brune et graviers	Sable graveleux beige grisâtre	Limon brun sombre	Grave sableuse beige	Grave sableuse beige	Sable graveleux beige
Matière sèche	%	77.7	93.7	87.4	88.5	77.4	88.7	95.4	84.1
COHV									
1,2-dichloroéthane	mg/kg MS	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
1,1-dichloroéthane	mg/kg MS	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
cis-1,2-dichloroéthène	mg/kg MS	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
trans 1,2-dichloroéthylène	mg/kg MS	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
dichlorométhane	mg/kg MS	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
1,2-dichloropropane	mg/kg MS	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
1,3-dichloropropène	mg/kg MS	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
tétrachloroéthylène	mg/kg MS	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
tétrachlorométhane	mg/kg MS	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
1,1,1-trichloroéthane	mg/kg MS	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
trichloroéthylène	mg/kg MS	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
chloroforme	mg/kg MS	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
chlorure de vinyle	mg/kg MS	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
hexachlorobutadiène	mg/kg MS	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
bromoforme	mg/kg MS	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05

▪ Commentaires sur les résultats relatifs aux COHV

Les COHV n'ont pas été détectés au droit des sondages complémentaires mis en œuvre en juin 2014. Ainsi, l'ensemble des études menées sur le site conduit à identifier une unique zone de sol contaminée par les COHV, correspondant à l'emplacement d'une ancienne cabine de sablage. Les conclusions ci-après proviennent du rapport TSP.12.0039 du 27 juillet 2012.

A l'issue des deux phases d'investigation mises en œuvre dans le secteur de l'ancienne cabine de sablage (locaux libérés par la SED en 2003), nous constatons les points suivants :

- La contamination des sols par les COHV est confirmée. Les substances dont la présence a été détectée sont : **le 1,2-dichloropropane, le tétrachloroéthylène, le 1,1,1-trichloroéthane, le trichloroéthylène, le trans-1,2-dichloroéthylène et le chloroforme.**
- Les teneurs notables en COHV ont été relevées uniquement dans un niveau de remblais sableux noirs situé entre 0,4 et 0,7 m de profondeur, et uniquement au droit des points de sondage **P1, P2, P13 et P15**, avec un pic en P1 et P15. Des traces non significatives de certains composés ont été détectées plus en profondeur en P15, ainsi qu'en P4.
- En cas d'excavation, les sables noirs ne seront pas admissibles dans les installations de stockage de déchets inertes. Si la fraction soluble et la teneur en sulfate dépassent également les critères de comparaison, c'est la concentration en COHV qui déterminera probablement la filière d'élimination à retenir. Les argiles sous-jacentes, bien que non contaminées, ne sont pas admissibles non plus en ISDI du fait d'une concentration en chlorures et une fraction soluble supérieures au critère d'acceptation.

Au regard des résultats disponibles, les sols contaminés par les COHV dans le secteur de la cabine de sablage sont limités à un horizon de sable noir d'environ 20 cm d'épaisseur. Selon la représentation estimative ci-après, la surface concernée pourrait représenter un ordre de grandeur de 400 m², soit un volume en place d'environ 80 m³ de matériaux pollués.

Dans la mesure où des sables noirs non contaminés sont également rencontrés en d'autres points du site, l'activité ancienne de dégraissage des métaux est probablement à l'origine de la contamination. Celle-ci a pu se limiter à l'horizon sableux du fait de la différence de perméabilité avec les niveaux sous-jacents, constitués d'argile relativement plastique.



Figure 5 : Estimation de l'extension des sols contaminés par les COHV

5.2.4 Analyses pour l'acceptation préalable dans les filières d'élimination

Les tableaux en pages suivantes synthétisent les résultats d'analyse obtenus sur lixiviats, ainsi que pour les paramètres organiques et les métaux sur sol brut.

Les résultats sont comparés :

- aux critères d'acceptation préalable en ISDI issus de l'arrêté du 28 octobre 2010,
- aux valeurs guides de la « charte qualité du métier stockage des déchets » (FNADE).

Les cellules en jaune signalent le dépassement des seuils réglementaires définis pour les ISDI ou les critères « K3 ». Les cellules en brun signalent le dépassement des critères « K2 ».

	Critères de comparaison				Unité	ANALYSES SUR LIXIVIATS ARBOUANS				
	Arrêté du 28/10/2010 pour l'admission des déchets inertes	Valeurs guides FNADE (charte qualité du métier stockage des déchets)				Eluat de P15.1	Eluat de P15.2	Eluat de T2.1	Eluat de T3.1	Eluat de T6.1
Profondeur		K3	K2	K1	m	0.45 à 0.65	0.65 à 1	0.1 à 0.5	0.07 à 1	0.4 à 0.8
Lithologie					-	R. sable noir	Arg. sableuse brune	Sable graveleux beige	Arg. sableuse brune et graviers	Limon brun sombre
Métaux (ETM)										
antimoine (Sb)	<0.06	<0.06	-	<5	mg/kg MS	0.047	<0.039	<0.039	<0.039	<0.039
arsenic (As)	<0.5	<0.5	-	<25	mg/kg MS	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
baryum (Ba)	<20	<20	-	<300	mg/kg MS	<0.1	0.22	<0.1	<0.1	<0.1
cadmium (Cd)	<0.04	<0.04	-	<5	mg/kg MS	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
chrome (Cr)	<0.5	<0.5	-	<70	mg/kg MS	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
cuivre (Cu)	<2	<2	-	<5	mg/kg MS	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
mercure (Hg)	<0.01	<0.01	-	<2	mg/kg MS	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
plomb (Pb)	<0.5	<0.5	-	<50	mg/kg MS	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
molybdène (Mo)	<0.5	<0.5	-	<30	mg/kg MS	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
nickel (Ni)	<0.4	<0.4	-	<40	mg/kg MS	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
sélénium (Se)	<0.1	<0.1	-	<7	mg/kg MS	<0.039	<0.039	<0.039	<0.039	<0.039
zinc (Zn)	<4	<4	-	<200	mg/kg MS	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
Autres paramètres										
fluorures	<10	<10	-	<500	mg/kg MS	8.8	<2	3	<2	2.7
chlorures	<800	-	-	-	mg/kg MS	470	970	<10	12	<10
sulfate	<1000	-	-	-	mg/kg MS	1100	370	126	116	319
indice phénols	<1	<1	<50	<100	mg/kg MS	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
COT	<500	<500	-	<1000	mg/kg MS	<50	<50	8.2	340	34
fraction soluble	<4000	<40000	-	<100000	mg/kg MS	4720	5860	<500	1880	1420

	Critères de comparaison				Unité	ANALYSES SUR SOLS BRUTS ARBOUANS				
	Arrêté du 28/10/2010 pour l'admission des déchets inertes	Valeurs guides FNADE (charte qualité du métier stockage des déchets)				P15.1	P15.2	T2.1	T3.1	T6.1
Profondeur		K3	K2	K1	m	0.45 à 0.65	0.65 à 1	0.1 à 0.5	0.07 à 1	0.4 à 0.8
Lithologie					-	R. sable noir	Arg. sableuse brune	Sable graveleux beige	Arg. sableuse brune et graviers	Limon brun sombre
Matière sèche										
Matière sèche	-	-	-	-	%	83.2	77.3	91.4	87.4	77.4
Métaux (ETM)										
antimoine (Sb)	-	-	-	-	mg/kg MS	<4	<4	<1	<1	<1
arsenic (As)	-	<10	<37	-	mg/kg MS	13	13	<4	<4	17
baryum (Ba)	-	-	-	-	mg/kg MS	<40	120	<20	<20	120
cadmium (Cd)	-	<2	<10	-	mg/kg MS	<0.4	0.62	0.43	<0.2	0.51
chrome (Cr)	-	<65	<130	-	mg/kg MS	37	52	<10	<10	55
cuivre (Cu)	-	<400	<1800	-	mg/kg MS	66	21	<5	<5	50
mercure (Hg)	-	<1	<7	<100	mg/kg MS	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.06
plomb (Pb)	-	<85	<400	-	mg/kg MS	36	23	<10	<10	21
molybdène (Mo)	-	-	-	-	mg/kg MS	<1.5	<1.5	<0.5	<0.5	2
nickel (Ni)	-	<70	<140	-	mg/kg MS	20	36	<3	5.9	44
sélénium (Se)	-	-	-	-	mg/kg MS	<4	<4	<1	<1	<1
zinc (Zn)	-	<400	<1600	-	mg/kg MS	77	120	45	44	110
Autres inorganiques										
cyanures totaux	-	-	-	-	mg/kg MS	na	na	<1	<1	<1
Paramètres organiques										
COT	<3	<3	-	<6	%	2.9	3.9	5.9	4.5	2.4
HCT	<500	<500	<2000	<10000	mg/kg MS	<20	<20	<20	1400	40
HAP totaux	<50	<20	<100	<500	mg/kg MS	0.83	<0.32	<0.32	0.33	1.1
BTEX totaux	<6	<6	<30	-	mg/kg MS	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
PCB totaux	<1	<1	<10	<50	mg/kg MS	<0.014	<0.014	<0.007	0.023	<0.007
Somme des COHV	-	<2	<10	<100	mg/kg MS	29.25	0.14	-	-	-

Tableau 8 : Résultats des analyses pour acceptation préalable

Les analyses effectuées sur l'échantillon P15.1, prélevé dans les sables noirs contaminés, mettent en évidence un dépassement des critères de l'arrêté du 28 octobre 2010 pour les sulfates et la fraction soluble. De ce fait, en cas d'excavation, les sables noirs ne pourront pas être admis dans une installation de stockage de déchets inertes. La teneur totale en COHV, supérieure aux valeurs guides de la FNADE pour les installations de type K2, déterminera également la filière susceptible de prendre en charge les terres excavées.

L'échantillon P15.2 présente une fraction soluble et une teneur en chlorure supérieures aux critères de l'arrêté du 28 octobre 2010. De ce fait, les matériaux caractérisés (argile sableuse située sous les sables contaminés) ne seraient pas admissibles en ISDI en cas d'excavation.

L'échantillon T3.1 présente une teneur en hydrocarbures totaux supérieure au critère de l'arrêté du 28 octobre 2010 : en cas d'excavation, les terres ainsi caractérisées ne seraient pas admissibles en ISDI. Selon les critères FNADE, ces terres resteraient acceptables en ISDND (installations de stockage de déchets non dangereux). Pour ce type de contamination, le traitement biologique des terres est également envisageable dans les centres adaptés.

Les dépassements observés en COT sur sol brut (P15.2, T2.1 et T3.1) restent acceptables dans la mesure où ils ne sont pas confirmés par les teneurs en COT sur lixiviats.

Les concentrations relevées en arsenic sur les échantillons de sol brut P15.1, P15.2 et T6.1 sont supérieures au critère indicatif proposé par le FNADE. Toutefois nous constatons que ce critère est exagérément bas comparé aux valeurs de fonds géochimiques couramment observées dans le secteur, voire dans les sols français. Dans le cas présent, le paramètre « arsenic sur sol brut » ne devrait pas être pris en considération dans le choix de la filière d'élimination des éventuelles terres excavées.

5.3 RESULTATS DES ANALYSES D'EAU SOUTERRAINE

Les prélèvements d'eau ont été effectués le 29/05/2012, au moyen d'un échantillonneur en PEHD à usage unique et après purge des ouvrages. Un tableau récapitulatif des résultats est présenté ci-après. A titre indicatif, les résultats sont comparés :

- aux limites de qualité des eaux destinées à la consommation humaine, définies par l'annexe I de l'arrêté du 11 janvier 2007,
- aux limites de qualité des eaux brutes utilisées pour la production d'eau destinée à la consommation humaine, définies par l'annexe II de l'arrêté du 11 janvier 2007.

Les analyses effectuées sur les eaux de la nappe n'ont pas permis de détecter les éléments traces métalliques, les hydrocarbures totaux et les COHV : toutes les teneurs sont inférieures aux limites de quantification du laboratoire.

Du toluène et de l'éthylbenzène ont été mesurés à l'état de traces au niveau du piézomètre PZ1, situé en amont du site. Aucun élément ne permet d'identifier l'origine de ces produits, qui n'ont pas été détectés au droit du piézomètre aval.

Les concentrations mesurées restent inférieures à tous les critères de comparaison et ne témoignent pas d'une dégradation notable de la qualité des eaux.

	Critères de comparaison		Unité	ARBOUANS 1 - ANALYSE DES EAUX SOUTERRAINES	
	Limite de qualité des eaux destinées à la consommation humaine	Limite de qualité des eaux brutes utilisées pour la production d'eau destinée à la consommation humaine.		PZ1 (amont)	PZ2 (aval)
Métaux (ETM)					
Sb	10	100	µg/l	<3.9	<3.9
As	10	100	µg/l	<5	<5
Cd	5	5	µg/l	<0.4	<0.4
Cr	50	50	µg/l	<1	<1
Cu	2000	-	µg/l	<5	<5
Hg	1	1	µg/l	<0.05	<0.05
Pb	10	50	µg/l	<10	<10
Ni	20	-	µg/l	<10	<10
Zn	-	5000	µg/l	<20	<20
Hydrocarbures dissous					
<i>Fraction C10-C12</i>	-	-	µg/l	<5	<5
<i>Fraction C12-16</i>	-	-	µg/l	<5	<5
<i>Fraction C16-C21</i>	-	-	µg/l	<5	<5
<i>Fraction C21-C40</i>	-	-	µg/l	<5	<5
Hydrocarbures totaux C10-C40	-	1000	µg/l	<20	<20
BTEX					
Benzène	1	-	µg/l	<0.2	<0.2
Toluène	-	-	µg/l	0.57	<0.2
Ethylbenzène	-	-	µg/l	0.38	<0.2
o-xylène	-	-	µg/l	<0.1	<0.1
m,p-xylènes	-	-	µg/l	<0.2	<0.2
BTEX totaux	-	-	µg/l	0.95	<1
COHV					
1,2-dichloroéthane	3	-	µg/l	<0.1	<0.1
1,1-dichloroéthylène	-	-	µg/l	<0.1	<0.1
cis-1,2-dichloroéthylène	-	-	µg/l	<0.1	<0.1
trans-1,2-dichloroéthylène	-	-	µg/l	<0.1	<0.1
dichlorométhane	-	-	µg/l	<0.5	<0.5
1,2-dichloropropane	-	-	µg/l	<0.2	<0.2
1,3-dichloropropène	-	-	µg/l	<0.2	<0.2
tétrachloroéthylène *	-	-	µg/l	<0.1	<0.1
tétrachlorométhane	-	-	µg/l	<0.1	<0.1
1,1,1-trichloroéthane	-	-	µg/l	<0.1	<0.1
trichloroéthylène *	-	-	µg/l	<0.1	<0.1
chloroforme	-	-	µg/l	<0.1	<0.1
chlorure de vinyle	0.5	-	µg/l	<0.1	<0.1
hexachlorobutadiène	-	-	µg/l	<0.2	<0.2
bromoforme	-	-	µg/l	<0.2	<0.2
Somme TCE + PCE *	10	-	µg/l	<0.2	<0.2

Tableau 9 : Résultats des analyses sur les eaux souterraines

5.4 RESULTATS DES ANALYSES D'AIR

5.4.1 Analyse des gaz du sol

Les résultats des analyses de gaz du sol sont présentés ci-après sous forme d'un tableau.

	ARBOUANS - GAZ DU SOL - 11 JUILLET 2012			
	Concentration sur le support de prélèvement En microgrammes par tube (µg/tube)		Concentration dans l'air du sol En microgrammes par m ³ (µg/m ³)	
	AIR P14	AIR P15	AIR P14	AIR P15
Volume d'air prélevé (m ³)	0.200	0.150	0.200	0.150
COHV				
1,2-dichloroéthane	<1	<1	<5	<7
1,1-dichloroéthène	<1	<1	<5	<7
cis-1,2-dichloroéthène	<1	<1	<5	<7
trans 1,2-dichloroéthylène	<1	1.2	<5	8
dichlorométhane	<1	<1	<5	<7
1,2-dichloropropane	1.2	72	6	480
1,3-dichloropropène	<1	<1	<5	<7
tétrachloroéthylène	5.8	19	29	126.7
tétrachlorométhane	<1	<1	<5	<7
1,1,1-trichloroéthane	10	510	50	3400
trichloroéthylène	19	430	95	2866.7
chloroforme	<1	3.8	<5	25.33
chlorure de vinyle	<1	<1	<5	<7
hexachlorobutadiène	<1	<1	<5	<7
bromoforme	<1	<1	<5	<7
CAV				
benzène	na	<1	na	<7
toluène	na	8.4	na	56
éthylbenzène	na	1.4	na	9.3
o-xylène	na	3.1	na	20.7
m,p-xylènes	na	5.7	na	38
naphtalène	na	<1	na	<7
Hydrocarbures volatils				
fraction C6-C8	na	37	na	246.7
fraction C8-C10	na	30	na	200
fraction C10-C12	na	<10	na	<67
fraction C12-C16	na	<20	na	<134

Tableau 10 : Résultats des analyses sur les gaz du sol

Les analyses de gaz réalisées au droit du sondage P15 mettent en évidence la présence, sous forme gazeuse, de tous les composés détectés sur l'échantillon de sol P15.1, à savoir : trans-1,2-dichloroéthylène, 1,2-dichloropropane, tétrachloroéthylène, 1,1,1-trichloroéthane, trichloroéthylène et chloroforme.

Par ailleurs, la présence de toluène, éthylbenzène, xylènes et hydrocarbures C6-C10 a également été détectée.

Les analyses de gaz réalisées au droit du sondage P14 mettent en évidence la présence de plusieurs COHV (1,2-dichloropropane, tétrachloroéthylène, 1,1,1-trichloroéthane et trichloroéthylène), en des teneurs nettement inférieures à celles rencontrées en P15.

Ces composés n'ont pas été détectés sur l'échantillon de sol P14.2.

5.4.2 Analyse de l'air ambiant

Le tableau suivant récapitule les résultats de l'analyse des COHV mise en œuvre sur l'échantillon d'air ambiant prélevé à l'intérieur du bâtiment, entre les points P1 et P15.

	ARBOUANS - AIR AMBIANT 11 JUILLET 2012	
	Csupport (µg/tube)	Cair (µg/m³)
	AIR ARB.	AIR ARB.
Volume d'air prélevé (m³)	0.364	0.364
COHV		
1,2-dichloroéthane	<1	<2.75
1,1-dichloroéthène	<1	<2.75
cis-1,2-dichloroéthène	<1	<2.75
trans 1,2-dichloroéthylène	<1	<2.75
dichlorométhane	<1	<2.75
1,2-dichloropropane	<1	<2.75
1,3-dichloropropène	<1	<2.75
tétrachloroéthylène	<1	<2.75
tétrachlorométhane	<1	<2.75
1,1,1-trichloroéthane	<1	<2.75
trichloroéthylène	<1	<2.75
chloroforme	<1	<2.75
chlorure de vinyle	<1	<2.75
hexachlorobutadiène	<1	<2.75
bromoforme	<1	<2.75

Tableau 11 : Résultats de l'analyse d'air ambiant

Aucun des composés recherchés n'a été détecté : toutes les teneurs sont inférieures à la limite de quantification du laboratoire.

Ces résultats indiquent que, dans l'état actuel de l'aménagement du site (bâtiment industriel de gros volume, sans sous-sol, sur dalle béton), la pollution volatile rencontrée dans les sols n'impacte pas la qualité de l'air ambiant de manière significative.

6 DEFINITION DES SOURCES

Au vu des résultats des investigations menées sur le site, deux sources peuvent être définies :

- **Source 1 :**

Sols présentant des anomalies ponctuelles en cuivre, plomb, nickel, zinc, ainsi qu'en hydrocarbures totaux (fractions C21-C40).

Il ne s'agit pas d'une zone source à proprement parler, dans la mesure où aucune zone de sol contaminé n'a pu être circonscrite. Tout le site est *a priori* concerné, les anomalies ayant été détectées de manière isolée dans des secteurs divers.

Le tableau suivant présente les concentrations maximales relevées dans les sols de la source 1 ainsi que, plus spécifiquement, dans les sols de surface (échantillons prélevés dans le premier horizon de sol, jusqu'à une profondeur de 0,4 à 1 m).

Source	Substance	C. max sols	C. max « sols de surface »
Source 1 (sols du site industriel)	Hydrocarbures C21-C40	1400 mg/kg MS	1400 mg/kg MS
	Cuivre (Cu)	460 mg/kg MS	460 mg/kg MS
	Plomb (Pb)	110 mg/kg MS	43 mg/kg MS
	Nickel (Ni)	130 mg/kg MS	130 mg/kg MS
	Zinc (Zn)	580 mg/kg MS	180 mg/kg MS

Tableau 12 : Concentrations maximales au niveau de la source 1

- **Source 2 :**

Au droit d'une ancienne cabine de sablage, horizon de sol contaminé par les COHV. Selon les estimations réalisées, la zone de sol contaminée présenterait une surface de l'ordre de 400 m², pour une épaisseur d'environ 20 cm, soit un volume de l'ordre de 80 m³.

Le tableau suivant présente les concentrations maximales en COHV relevées dans les sols de la source 2 ainsi que dans les gaz du sol.

Source	Substance	C. max sols	C. max gaz du sol
Source 1 (sols du site industriel)	Trans-1,2-dichloroéthylène	0,03 mg/kg MS	8,00 µg/m ³
	1,2-Dichloropropane	20 mg/kg MS	4,80.10 ⁺² µg/m ³
	Tétrachloroéthylène	0,85 mg/kg MS	1,27.10 ⁺² µg/m ³
	Trichloroéthylène	9,5 mg/kg MS	2,87.10 ⁺³ µg/m ³
	Chloroforme	0,11 mg/kg MS	2,53.10 ⁺¹ µg/m ³
	1,1,1-Trichloroéthane	12 mg/kg MS	3,40.10 ⁺³ µg/m ³

Tableau 13 : Concentrations maximales au niveau de la source 2

7 IDENTIFICATION DES ENJEUX

7.1 ENJEUX SANITAIRES

Le projet immobilier porté par la mairie d'Arbouans envisage la démolition du bâtiment industriel et l'aménagement d'un quartier résidentiel au droit du site. Dans ce cadre les sources de pollution présentée en page précédente, actuellement confinées sous le bâtiment, risquent d'être remobilisées. Par ailleurs, le site sera fréquenté par une population potentiellement sensible (enfants).

Au regard du changement d'usage projeté, un enjeu sanitaire est identifié vis-à-vis des futurs usagers du site.

L'environnement du site est principalement résidentiel, avec un usage sensible (école maternelle) identifié à quelques dizaines de mètres au nord-est. Compte tenu de l'aménagement actuel du site, aucune voie de transfert n'existe entre les sources de pollutions mises en évidence et les riverains. Par ailleurs, aucun captage d'eau sensible n'a été recensé en aval hydraulique du site.

Aucun enjeu sanitaire notable n'est identifié vis-à-vis des populations fréquentant les environs du site.

7.2 ENJEUX POUR LA RESSOURCE EN EAU

La nappe alluviale a été rencontrée entre 3 m et 3,3 m de profondeur au droit du site, le 29/05/2012. Les sols de la zone non saturée sont de nature variable (sableuse, limoneuse ou sablo-argileuse, contenant plus ou moins de graviers) et peuvent s'avérer relativement peu perméables dans certains secteurs.

Le plus proche cours d'eau est le Doubs, situé à 500 m environ au sud du site.

Aucun usage sensible des eaux souterraines et des eaux superficielles n'a été recensé en aval hydraulique du site et dans un rayon de 2 km autour de celui-ci.

Les analyses réalisées sur les eaux souterraines n'ont pas mis en évidence de contamination notable par les polluants recherchés. Les analyses réalisées sur les sols indiquent que les contaminations sont limitées en profondeur et n'atteignent pas la zone saturée. Les zones sources sont situées sous le bâtiment et sont protégés de toute infiltration à l'heure actuelle.

Au vu de ces informations, les enjeux sur la ressource en eau ne sont pas retenus dans le cadre du plan de gestion.

7.3 ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX

La zone d'étude n'est concernée par aucun zonage écologique à valeur réglementaire (type NATURA 2000), ni d'inventaire (type ZNIEFF).

Aucun enjeu environnemental spécifique n'est à retenir dans le cadre du plan de gestion. Le principe d'amélioration continue des milieux naturels peut cependant être pris en considération.

7.4 ENJEUX ECONOMIQUES ET MATERIELS

La présence de sols contaminés au droit du site peut impacter les conditions d'aménagement du terrain. En particulier, la présence de sols ne répondant pas aux critères de définition des déchets inertes (tels que définis par l'arrêté du 28 octobre 2010) peut occasionner des surcoûts de gestion des déblais en cas de travaux de terrassement.

Sur la base des résultats d'analyses obtenus lors des investigations de juin 2014, nous notons cependant que les sols du site, à l'exception de ceux contaminés par les COHV et de l'anomalie ponctuelle en hydrocarbures totaux, pourront être assimilés à des déchets inertes en cas d'excavation.

L'enjeu économique peut être retenu pour la source 2 (sols contaminés par les COHV).

8 DEFINITION DES MESURES DE GESTION

8.1 METHODOLOGIE

De manière générale, l'existence d'un risque environnemental ou sanitaire est liée à la présence simultanée :

- d'une source de pollution : sol contaminé, déchets, remblais de mauvaise qualité, etc.
- d'une voie de transfert : dégagements gazeux des polluants volatils, entraînement des polluants vers la nappe par lixiviation, etc.
- d'une cible : usagers du site, riverains, ressource en eau, etc.

Toute action visant à supprimer ou modifier l'un de ces trois facteurs est en mesure de supprimer le risque ou de le limiter.

Les mesures de gestion doivent donc viser :

- soit la maîtrise des sources de pollution,
- soit la maîtrise des voies de transfert,
- soit l'usage du site et la protection des cibles.

Le plan de gestion, conformément aux dispositions des circulaires du 8 février 2007 relatives à la gestion des sites et sols pollués, a pour but de définir les aménagements nécessaires à la mise en conformité du site avec son usage futur (dans le cas présent, usage résidentiel).

Il précise les actions de réhabilitation à mettre en œuvre, soit pour maîtriser les sources de pollution, soit pour rendre compatible l'état des milieux avec l'aménagement du site.

La démarche consiste à recenser l'ensemble des techniques et modalités envisageables pour ces principes de réhabilitation. Ainsi la méthodologie qui est menée pour la définition des mesures de gestion repose sur les critères suivants :

- Protection de l'environnement et de la santé publique : l'option retenue doit remplir un rôle de protection de l'environnement et de la santé.
- Faisabilité technique : l'option doit être techniquement réalisable de tout point de vue (ressources, mise en œuvre, atteintes des objectifs fixés, etc.).
- Efficacité à long terme : la solution doit être acceptable à long terme dans le cadre d'une gestion durable de l'environnement.
- Réglementation : la technique doit être légalement acceptable sans objections des administrations telles que la Préfecture, la DREAL ou l'ARS.
- Mise en œuvre : la solution de réhabilitation doit avoir un impact ou générer des nuisances les plus faibles ou raisonnables pendant sa mise en œuvre, sur le milieu environnemental, sur les opérateurs, sur les activités en cours du site et son voisinage.
- Coût : le coût de la réhabilitation doit être en adéquation avec les enjeux.

8.1.1 TECHNIQUES POUR LA MAITRISE DES VOIES DE TRANSFERT

La maîtrise des voies de transfert peut être assurée par des mesures simples de gestion.

Pour une source « sol contaminé » et selon les voies de transfert concernées, les techniques employées peuvent être :

- Contact direct avec les sols :
Confinement passif : recouvrement des sols contaminés (horizon de terre propre, béton, enrobé, remblai stabilisé, etc.).
- Migration des sols vers les eaux souterraines :
Confinement passif : imperméabilisation en surface (béton, enrobé).
- Volatilisation vers l'air ambiant :
Confinement passif : construction des bâtiments sur dalle béton et/ou vide sanitaire, bonne aération des locaux.

Des dispositions particulières doivent également être prévues en cas de travaux souterrains ultérieurs. Par exemple, les conduites d'adduction d'eau potable en matière plastiques ne doivent pas circuler au contact de sols contaminés par des substances organiques.

8.1.2 TECHNIQUES POUR LA MAITRISE DES SOURCES

La maîtrise de sources consiste en un traitement des conditions chimiques des sols afin de permettre une adéquation des contaminations résiduelles aux usages et enjeux identifiés.

Au droit du site à l'étude, les sources de pollution sont définies par des anomalies locales en métaux et hydrocarbures, ainsi que par une contamination par les COHV. Compte tenu de l'usage projeté, le principal enjeu à prendre en compte est l'enjeu sanitaire pour les futurs usagers du site.

L'origine des anomalies en métaux et de la teneur élevée en hydrocarbures C21-C40 n'est pas connue et ne peut être liée avec certitude aux activités exercées sur le site, la qualité de certains remblais utilisés sur le site pouvant être en cause. La contamination en COHV, en revanche, provient probablement de l'activité industrielle du site à une époque donnée (dégraissage de métaux).

Les anomalies en métaux et hydrocarbures sont peu marquées, dispersées sur le site, et ne définissent pas de zone de sol contaminé. De ce fait, le traitement de cette source n'est pas réaliste techniquement et économiquement. La maîtrise de l'exposition s'impose comme la meilleure piste de travail à envisager.

La contamination par les COHV est bien circonscrite et constitue un enjeu plus important compte tenu de sa mobilité potentielle (volatilité) et de la toxicité des produits mis en cause (cancérogénicité). Les techniques de traitement applicables à ce type de pollution peuvent concerner :

- Une dépollution in situ : de type venting, bioventing, sparging, oxydation,...
- Une dépollution hors site : évacuation vers une filière de traitement spécialisée (centre d'enfouissement, biocentre, incinérateur...).

Les caractéristiques de ces techniques sont décrites dans les tableaux ci-après, selon les données issues du rapport « Quelles techniques pour quels traitements - Analyses coûts-bénéfices » (Ministère en charge de l'environnement ; version provisoire V0.16 du 19/05/2010).

Techniques de traitement <u>hors site</u> des terres polluées	Principe	Description/ Applicabilité	Exemples de coûts
Elimination en centres agréés de stockage des déchets	Diriger les terres polluées dans des centres de stockage ou de traitement en fonction de leur degré de pollution.	<p>La mise en décharge consiste à diriger les terres polluées dans des installations de stockage en fonction de leur degré de pollution et de leur potentiel de lixiviation :</p> <p>Classe I : installations de stockage de déchets dangereux (avec ou sans stabilisation/solidification préalable). Arrêté du 30 décembre 2002 relatif au stockage de déchets. Critères d'acceptabilité spécifiques à chaque centre.</p> <p>Classe II : centres de stockages de déchets non dangereux (ISDND). Arrêté du 9 septembre 1997 relatif aux installations de stockage de déchets non dangereux. Critères d'acceptabilité spécifiques à chaque centre.</p> <p>Classe III : installations de stockage de déchets inertes (ISDI). Arrêté du 28 octobre 2010 fixant les critères d'acceptation.</p> <p>On considère que les confinements de ces centres, lorsqu'ils sont bien conçus, sont efficaces et ne permettent pas ou très peu de fuites vers l'extérieur.</p> <p>Cette technique présente les avantages suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> - elle peut être appliquée à presque tous les types de pollution (COV, COHV, SCOHV, SCOV, PCB, HAP, métaux/métalloïdes) et à presque tous les types de sols ; - elle est efficace pour atteindre les objectifs de dépollution ; - les délais de réalisation sont relativement courts et peuvent s'inscrire dans le temps d'un chantier de terrassement. <p>Cette technique présente les limites suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> - la plus onéreuse ; - perturbation des sols et gestion des remblais ; - des matériaux d'apport sont nécessaires pour le remblaiement des fouilles (hors excavations liées au projet). <p>Le délai de réalisation sur site est de l'ordre de 1 semaine à quelques mois selon l'ampleur de la pollution.</p>	<p>Classe I : 100 à 170 € HT/t</p> <p>ISDND : 60 à 90 € HT/t</p> <p>ISDI : 20 € HT/m³</p> <p>Désorption thermique - Prix 1 : 110 € HT / t (un passage au four)</p> <p>Désorption thermique - Prix 2 : 150 € HT : t (deux passages au four)</p> <p>Incinération : 290 € HT/t</p> <p>(hors TGAP)</p>

Les prix des traitements hors site ne prennent pas en compte l'excavation, le tri des terres et la TGAP (lorsqu'elle s'applique).

Techniques de traitement <i>in situ</i> des terres polluées	Principe	Description / Applicabilité	Exemples de coûts
Ventilation de la zone non saturée ou « venting »	Extraire les polluants volatils par mise en dépression de la zone non saturée.	<p>Le système est généralement constitué de puits d'injection et de puits d'extraction, permettant de renouveler l'air du sol et de mobiliser les polluants volatils. Après extraction, l'air est traité sur charbon actif avant rejet.</p> <p>Cette technique présente les avantages suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> - elle est applicable à de nombreux polluants ; - elle est relativement peu onéreuse ; - elle génère peu de perturbation des sols ; - elle est applicable sous des bâtiments et dans le cas de pollutions à grandes profondeurs. <p>Cette technique présente les limites suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> - la faible perméabilité des sols constitue un facteur limitant ; - l'efficacité est variable suivant l'hétérogénéité des sols ; - elle immobilise la zone de traitement pendant toute la durée de fonctionnement ; - elle présente des coûts fixes de mise en place pénalisants pour les très petites opérations. <p>Le délai de traitement est de l'ordre de 6 mois à plusieurs années.</p>	Ordre de grandeur 30 000 à 300 000 € HT selon l'ampleur des travaux.

8.2 TRANSPOSITION DES METHODOLOGIES AU SITE D'ARBOUANS

L'objectif du plan de gestion est de préciser l'ensemble des actions à entreprendre pour rendre compatible le terrain d'étude avec les contraintes et enjeux identifiés.

Plusieurs scénarios peuvent être envisagés suivant le niveau de contraintes attendu :

- Scénario 1 : maîtrise des voies de transferts et des expositions

Ce scénario consiste à envisager l'aménagement du site de manière à confiner (constructions, voiries, etc.) les zones sources identifiées sur le site. Ceci implique :

- la mise en place de servitudes d'usages (pas d'infiltration des eaux sur les zones impactées, recouvrement des sols de surface),
- la mise en place de servitudes liées au devoir de mémoire engendrant des prescriptions particulières quant aux travaux ultérieurs (législation en matière de gestion des déblais de terrassement).

Ce scénario peut s'appliquer à la source 2 (horizon de sol contaminé par les COHV).

Dans le cas de la source 1, correspondant à des anomalies dispersées, le confinement intégral des sols du site apparaît comme une solution disproportionnée. Compte tenu du caractère modéré et peu étendu des anomalies en métaux et hydrocarbures caractérisant cette source, il s'agira plutôt de quantifier l'exposition maximale attendue afin de vérifier son adéquation avec l'usage futur du site (ARR prédictive).

- Scénario 2 : maîtrise des sources

Il consiste en la suppression ou la réduction des contaminations, à conditions que leur localisation et leur étendue soit connues.

Ce scénario n'est pas envisageable pour la source 1, qui n'est définie par aucune zone de sol contaminé. Il peut être appliqué à la source 2, selon les modalités détaillées ci-après.

Les méthodologies proposées sont :

- soit l'excavation et l'évacuation vers une filière adaptée,
- soit le traitement in situ par « venting ».

8.3 DETAIL DU SCENARIO 2 : TRAITEMENT DE LA SOURCE 2 (COHV)

8.3.1 PRINCIPE GENERAL

Le scénario 2 consiste à traiter la principale source de pollution identifiée dans les sols du site, à proximité de l'ancienne cabine de sablage.

Deux méthodologies sont envisagées :

- l'excavation des sables contaminés et leur élimination dans un centre adapté,
- le traitement in situ par venting.

Ce scénario permet de libérer le site de sa principale source de pollution et de ne maintenir que des anomalies locales en métaux, a priori compatibles avec la plupart des aménagements pouvant être envisagés.

Les opérations intègrent :

- les études préliminaires (avant consultation des entreprises de dépollution) :
 - o réalisation d'essais pilotes pour la faisabilité et le dimensionnement du traitement in situ (si retenu).
- l'installation du chantier,
- si nécessaire, le démantèlement des installations de surface obsolètes,
- le traitement des matériaux souillés :
 - o en cas de dépollution hors site :
 - découpage de la dalle béton, excavation suivant le tracé estimatif de la zone polluée et les observations de terrain en cours de travaux,
 - évacuation des terres en centre de traitement spécialisé suivant conditions d'acceptation (installation de stockage de déchets non dangereux (ISDND)),
 - réception du fond et des parois de fouille,
 - remblaiement avec des matériaux sains et réfection de la dalle.
 - o en cas de dépollution in situ :
 - extraction de l'air du sol et filtration sur charbon actif, maintenance régulière et suivi des concentrations dans l'air extrait,
 - analyse de l'état résiduel du sol,
- le retrait de chantier.

8.3.2 OBJECTIFS DE DEPOLLUTION

En prévision de la démolition du bâtiment, la dépollution des sols contaminés par les COHV devra idéalement conduire à ce que ces composés ne soient plus détectés dans les sols, ni dans les gaz du sol au droit du site.

Cet objectif présente cependant un caractère arbitraire, en raison des fortes incertitudes liées à l'analyse des COHV dans les sols. Aussi, un premier objectif « de moyens » pourra être envisagé (traitement par excavation de l'emprise estimative de la pollution, traitement par venting pendant une durée prédéfinie correspondant à une efficacité maximale, etc.).

8.3.3 ESTIMATION DES QUANTITES

- Limite d'intervention : horizon de sable noir impacté en COHV.
- Hypothèses pour volume de sols impactés :
 - o sols impactés sur une épaisseur de 20 cm et sur une surface de l'ordre de 400 m², soit 80 m³ environ de matériau contaminé,
 - o pollution située sous une dalle béton de 20 cm et une couche de grave de 20 cm.
- Densité estimative des sols : 1,8
- Typologie de traitement porté à l'étude :
 - o Purge, tri, contrôles, traitement hors site et remblaiement :
 - Base de chiffrage :
 - Découpe et réfection béton : 25 € HT / m²
 - Terrassement et chargement : 15 € HT / m³
 - Transport et élimination en ISDND : 75 € HT/tonne
 - Fourniture et mise en œuvre de remblais : 30 € HT / m³
 - Contrôles chantier et fond de fouille : 5000 € HT
 - Installation/démantèlement chantier, nettoyage : 1000 € HT
 - Durée estimative : 2 mois avec préparation de chantier et réception.
 - o Traitement sur site par ventilation :
 - Base de chiffrage :
 - Préparation du chantier, installation, mise en fonction : 5000 € HT
 - Maintenance, suivi : 1200 € HT / mois
 - Fourniture, élimination du filtre charbon actif : 700 € HT / unité
 - Contrôles et rapport fin de chantier : 5000 € HT
 - Durée estimative : 6 à 12 mois.

8.3.4 ESTIMATION FINANCIERE

Sur la base des hypothèses décrites précédemment, les estimations financières de mises en œuvre du scénario 2 s'établissent à :

- Traitement des sols hors site (scénario 2-1) :

Ordre de grandeur : 35 000 euros HT

- Traitement in situ par ventilation (scénario 2-2) :

Ordre de grandeur : 20 000 à 30 000 euros HT

Ces estimations ne tiennent pas compte du coût des éventuelles études préalables (essai pilote) ni du démantèlement des installations encore présentes en surface.

Afin d'atteindre l'objectif de dépollution, les installations de surface (cabine de sablage, etc.) devront nécessairement être démantelées.

8.3.5 MESURES DE PRECAUTION ET ORGANISATIONNELLES EN PHASE CHANTIER

Lors de la phase chantier les mesures suivantes devront être prises :

- Suivi des recommandations du manuel « Protection des travailleurs sur des chantiers de réhabilitation de sites pollués » INERIS ; 2002.
- Mise en sécurité de la zone chantier.
- Réalisation d'un plan de prévention, et PPSPS en cas de co-activité.
- Une attention particulière devra être portée aux réseaux (assainissement, eau potable, électricité, gaz, etc.).
- En cas de stockage des déblais sur le site, mise en place d'une aire de stockage provisoire étanche destinée à recevoir les terres polluées excavées. Les eaux de ruissellement seront récupérées pour traitement et les terres recouvertes chaque jour en fin de chantier.
- Le cas échéant, prévention de l'envol des poussières par entretien (nettoyage, humidification) des voies de circulation et des zones travaux.
- Contrôles du fond de fouille et des terres ramenées pour remblaiement.
- Mise en place d'un suivi des terres excavées (BSD , CAP ...).

8.3.6 INCERTITUDES

Les principales incertitudes identifiées sont les suivants :

- Répartition et volumes de la pollution au droit de la source,
- Configuration des installations et faisabilité des purges en sous-cœuvre,
- Conditions de protection des superstructures et infrastructures lors des terrassements,
- Faisabilité du traitement par venting,
- Surface immobilisée pendant le traitement par venting.

Ces aléas engendrent des incertitudes sur les chiffrages et les budgets estimés de la dépollution. Ils peuvent être établis à environ 20 à 25%.

8.4 BILAN COUTS-AVANTAGES

8.4.1 Source 1 : sols du site présentant des anomalies en métaux et hydrocarbures C21-C40

SCENARIO DE GESTION	DESCRIPTION SUCCINCTE DES MESURES	AVANTAGES	INCONVENIENTS
Solution 1-1 « confinement en place »	<ul style="list-style-type: none"> • Servitudes : études spécifiques à réaliser en cas d'altération du confinement des sols ou de projet de modification d'usage, conserver la mémoire de la pollution. 	Les substances n'étant pas volatiles et pas ou peu lixiviables, un confinement non imperméable suffit à supprimer les voies de transfert et d'exposition.	La source 1 ne correspondant pas à une zone localisée, les surfaces à traiter peuvent être importantes. De ce fait, le coût apparaît disproportionné vis-à-vis des enjeux. Par ailleurs, des restrictions d'usage devraient être maintenues.
Solution 1-2 « confinement sur site »	<ul style="list-style-type: none"> • Excavation des sols impactés, constitution de merlons ou buttes paysagères. • Contrôle du fond de fouille et remblaiement par des matériaux « propres ». 		
Solution 2-1 « dépollution hors site »	<ul style="list-style-type: none"> • Excavation des sols contaminés, transport et élimination dans une filière agréée. • Contrôle du fond de fouille et remblaiement par des matériaux « propres ». 	Suppression de la source sol.	En raison des surfaces à prendre en compte, coût disproportionné au regard des enjeux.
Solution 2-2 « dépollution in situ »	Inadéquat pour le type de polluants impliqué et compte tenu des contraintes.		

Tableau 14 : Comparaison des solutions de gestion – Source 1

Dans le cas de la source 1 (sols du site présentant des anomalies dispersées en métaux et hydrocarbures « lourds »), aucune solution de gestion n'apparaît pertinente et proportionnée. Comme indiqué au chapitre 8.2, il convient de vérifier la compatibilité entre la qualité des sols et l'usage futur envisagé pour le site.

8.4.2 Source 2 : zone de sol contaminée par les COHV

SCENARIO DE GESTION	DESCRIPTION SUCCINCTE DES MESURES	AVANTAGES	INCONVENIENTS
Solution 1 « confinement »	<ul style="list-style-type: none"> Servitudes : études spécifiques à réaliser en cas d'altération du confinement des sols ou de projet de modification d'usage, conserver la mémoire de la pollution. 	Coût nul dans l'état actuel du site. Pas de travaux « lourds » ni d'immobilisation de surface.	Présence de sols contaminés sur le site. Maintien de restrictions d'usage.
Solution 2-1 « dépollution hors site »	<ul style="list-style-type: none"> Excavation des sols contaminés, transport et élimination dans une filière agréée. Contrôle du fond de fouille et remblaiement par des matériaux « propres ». 	Suppression de la source sol.	Coût de l'opération (ordre de grandeur 35 k€). Difficultés techniques liées à la présence du bâtiment et d'installations en surface. Déstructuration du sol.
Solution 2-2 « dépollution in situ »	<ul style="list-style-type: none"> Test de faisabilité. Traitement in situ par <i>venting</i> (ventilation en zone non saturée). 	Réduction de la source et notamment de la part mobilisable. Pas de travaux « lourds ». Possibilité de traiter en partie sous les installations de surface sans les démanteler.	Coût de l'opération (ordre de grandeur 20-30 k€). Incertitudes quant à l'efficacité (concentrations résiduelles) et la durée du traitement. Immobilisation de la surface traitée.

Tableau 15 : Comparaison des solutions de gestion – Source 2

Le présent plan de gestion intervient dans le cadre d'un projet d'acquisition du site en vue de la démolition des locaux industriels et d'un aménagement résidentiel. Aucun projet de construction spécifique n'étant établi, toutes les possibilités d'aménagement en rapport avec cet usage doivent être prises en compte.

Dans ce contexte, au vu des éléments présentés ci-dessus, la solution la plus pertinente est celle consistant à supprimer la source 2, par excavation et traitement hors site (solution 2-1). En effet :

- le maintien d'un confinement et de servitudes sur une zone centrale du site apparaît compliqué à mettre en œuvre dans le cadre d'une réaffectation complète des terrains ;
- le traitement hors site par excavation est aisément envisageable dans l'optique d'une démolition des bâtiments ;
- les incertitudes et les délais relatifs aux méthodes de traitement in situ ne sont pas compatibles avec des projets à court ou moyen terme.

8.4.3 Mesures de gestion à mettre en œuvre sur le site

En conclusion, les mesures de gestion préconisées dans le cadre du changement d'usage des terrains sis 2 rue du Stade à Arbouans sont :

- la suppression de la source constituée de sols contaminés par des COHV, dans les conditions précisées au chapitre 8,3 ;
- le maintien en place des sols sur le reste du site, sans prescriptions particulières.

L'analyse des risques résiduels est établie sur la base de ces hypothèses.

8.5 ANALYSE DES RISQUES RESIDUELS

Sur la base des mesures de gestion retenues :

- dépollution hors site des sols contaminés par les COHV,
- maintien en place des sols sur le reste du site, sans mesures particulières,

une évaluation quantitative des risques sanitaires a été réalisée pour une exposition aux métaux (cuivre, plomb, nickel, zinc) et aux hydrocarbures totaux (fractions C21-C40), dans le cadre d'un usage futur de type résidentiel. Ces substances n'étant pas volatiles et en l'absence d'enjeu sur les eaux, les voies d'exposition prises en compte sont :

- l'ingestion directe de sols et de poussières de sol,
- l'ingestion de végétaux autoproduits (jardins potagers).

Le détail de cette analyse des risques résiduels est présenté en **Annexe 6**.

Celle-ci conclut à un risque sanitaire acceptable pour les adultes et les enfants qui résideront sur le site. Suite au traitement de la pollution aux COHV et malgré des anomalies résiduelles en métaux et hydrocarbures « lourds », la qualité des sols du site pourra être considérée comme compatible avec un usage résidentiel.

9 CONCLUSION

La mairie d'Arbouans a pour projet d'acquérir le site des anciens établissements SED, au 2 rue du Stade à Arbouans (25), afin de démolir les locaux industriels existants et d'affecter les terrains à un usage résidentiel.

En 2012, la société EIFFAGE Construction Métallique (anciennement Société Est Développement) avait missionné TERREST Ingénierie pour la réalisation d'un diagnostic de la qualité des sols et d'un plan de gestion pour un usage industriel. Compte tenu de la démolition et du changement d'usage envisagés pour le site, la mairie d'Arbouans a sollicité TERREST Ingénierie pour la mise en œuvre d'un nouveau plan de gestion, relatif à un usage résidentiel.

Le site a fait l'objet de deux campagnes d'investigations, pour le compte d'EIFFAGE Construction Métallique :

- Diagnostic initial de la qualité des sols - Rapports TSP.12.0034 du 6 juin 2012 et TSP.12.0035 du 7 juin 2012,
- Diagnostic complémentaire, milieux sol et air - Rapport TSP.12.0039 du 27 juillet 2012,

Des investigations complémentaires ont également été mises en œuvre en juin 2014, pour le compte de la mairie d'Arbouans, dans le cadre de la présente étude. Les travaux de reconnaissance menés sur le site ont mis en évidence deux sources de pollution :

- sols présentant des anomalies locales en métaux (cuivre, plomb, nickel, zinc), ainsi qu'en hydrocarbures totaux (C21-C40),
- sols contaminés par les COHV à proximité de l'ancienne cabine de sablage (locaux libérés par la SED en 2003).

9.1 RESUME NON TECHNIQUE

L'analyse des enjeux a mis en évidence :

- l'existence d'un enjeu sanitaire propre au site en cas de modification d'usage,
- l'absence d'enjeu sur la ressource en eau, en l'absence d'impact sur la nappe alluviale (prélèvements du 29/05/2012) et d'usage notable de celle-ci à proximité du site,
- l'absence d'enjeu environnemental en l'absence de zone de protection écologique,
- un enjeu économique au regard des futurs projets immobiliers susceptibles d'être envisagés pour le site (gestion des terres excavées).

Au regard de ces enjeux, une solution de traitement doit être trouvée vis-à-vis de la source constituée de sols contaminés par les COHV. En effet celle-ci est bien délimitée sur le site, contrairement aux anomalies en métaux et hydrocarbures « lourds », ponctuelles et dispersées.

Deux solutions de gestion sont étudiées :

- traitement de la zone source en COHV par excavation des sols contaminés et élimination hors site,
- le traitement par ventilation in situ (ou *venting*).

Compte tenu des caractéristiques de la pollution et des contraintes liées à l'aménagement futur du site, la solution la plus adaptée consisterait à traiter la source par excavation et traitement hors site. En effet :

9.2 RESUME TECHNIQUE

Sur la base des éléments disponibles, le plan de gestion conclut à la nécessité de s'affranchir de la pollution aux COHV identifiée dans les sols au droit d'une ancienne cabine de sablage.

▪ Détail du traitement des sols contaminés par les COHV

La zone impactée est estimée à 400 m². Seul un horizon de sable noir de l'ordre de 20 cm d'épaisseur, situé entre 0,4 et 0,7 m de profondeur, est concerné.

Environ 200 m³ de béton et de grave a priori non polluée devront être retirés avant d'accéder à l'horizon sableux contaminé. Celui-ci représente environ 80 m³, soit 150 tonnes (sur la base d'une masse volumique de 1,8 t/m³).

D'anciennes installations encombrant la zone de travail en surface (cabine de sablage et éléments d'une ancienne cabine de peinture). Celles-ci devront être démantelées au préalable, impliquant un coût supplémentaire non chiffré ci-après.

Le chiffrage de l'opération peut être estimé sur la base suivante :

- Découpe et réfection béton : 25 € HT / m²
- Terrassement et chargement : 15 € HT / m³
- Transport et élimination en ISDND : 75 € HT/tonne
- Fourniture et mise en œuvre de remblais : 30 € HT / m³
- Contrôles chantier et fond de fouille : 5000 € HT
- Installation/démantèlement chantier, nettoyage : 1000 € HT

Soit un coût total estimé à un ordre de grandeur de 35000 € HT. Ce chiffrage ne tient pas compte de l'éventuel démantèlement des installations présentes en surface.

Durée estimative : 2 mois avec préparation de chantier et réception.

En termes d'objectif de dépollution, il conviendra idéalement d'aboutir à la non-détection des composés dans les sols et l'air du sol.

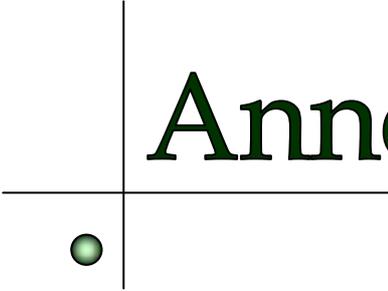
- Autres sols impactés

Aucune mesure de remédiation n'apparaît nécessaire vis-à-vis des anomalies isolées en métaux (cuivre, nickel, plomb, zinc) et en hydrocarbures C21-C40 identifiées dans les sols en divers points du site. Sur la base des données disponibles, l'analyse des risques résiduels met en évidence une compatibilité entre l'état de la qualité de ces sols et l'usage résidentiel du site.

Il est possible que des contaminations subsistent dans certains secteurs du site, en raison du caractère ponctuel des sondages de reconnaissance, limités aux emplacements des sources potentielles de pollution historiques. Au moment des travaux de démolition du bâtiment et en particulier lors du retrait de la dalle béton, une attention particulière devra être portée à tout indice d'une éventuelle contamination non identifiée (présence d'une cuve ou de déchets enterrés, odeur ou coloration suspecte, etc.) En cas de découverte d'une nouvelle contamination, celle-ci devra être caractérisée et des mesures de gestion adaptées devront être définies en complément du présent plan de gestion.

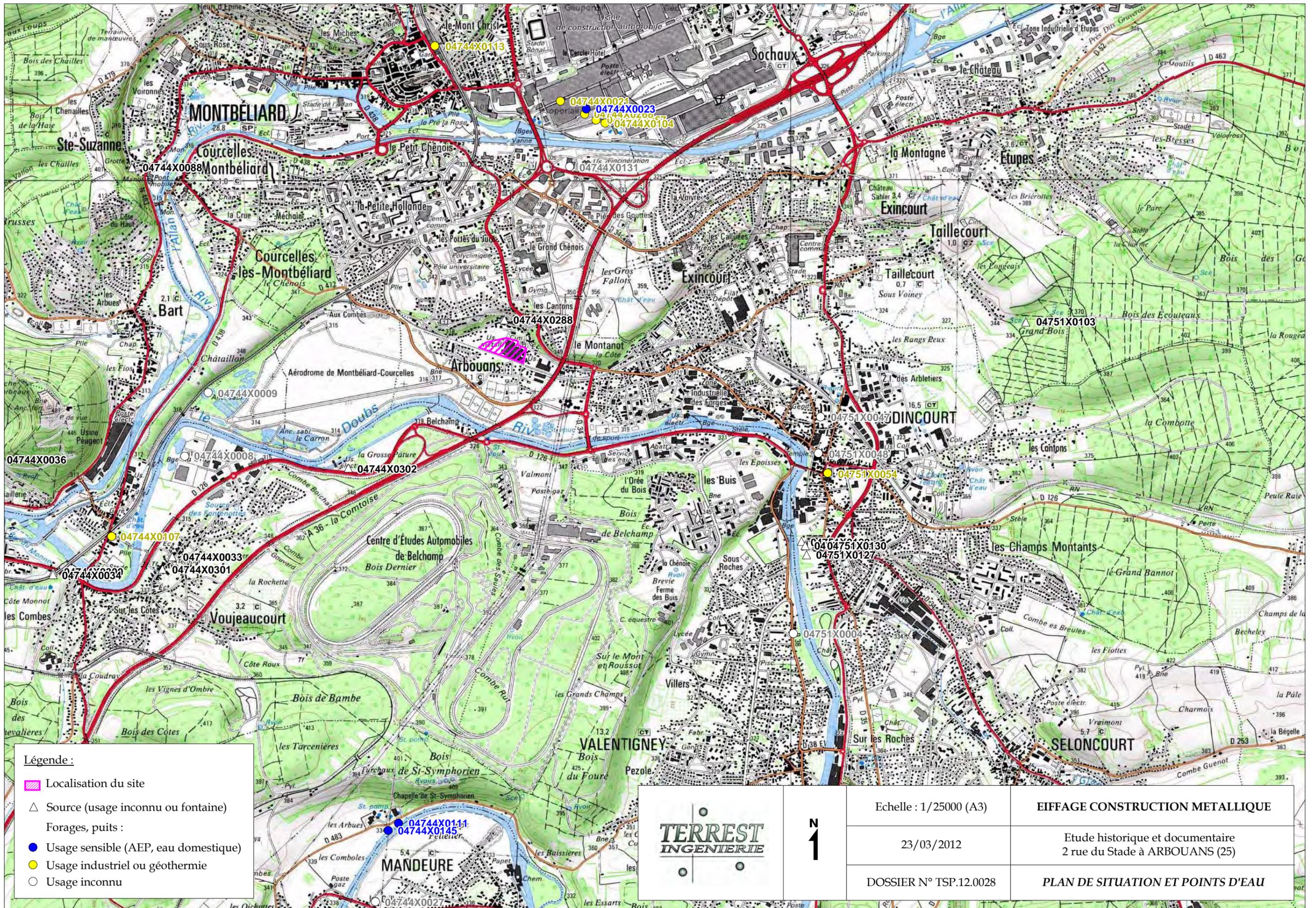
CONDITIONS D'UTILISATION DU RAPPORT D'ETUDE

- *Le présent rapport et ses annexes constituent un ensemble indissociable. La société Terrest Ingénierie ne saurait être tenue responsable des conséquences résultant d'une utilisation partielle des informations qu'il contient.*
- *Les conclusions du présent rapport sont limitées à l'analyse des informations obtenues par la reconnaissance ponctuelle des milieux caractérisés. Il est admis que, quel que soit le soin apporté par Terrest Ingénierie à la réalisation de sa mission, celle-ci ne saurait lever la totalité des aléas relatifs à l'état des milieux.*
- *La responsabilité de Terrest Ingénierie ne pourra être engagée si les informations qui lui ont été communiquées, oralement ou par écrit, sont incomplètes ou erronées.*
- *Terrest Ingénierie ne peut être tenue responsable des décisions prises en application de ses préconisations ou des conséquences engendrées par le non-respect ou la mauvaise interprétation de ses recommandations.*
- *Le présent rapport et ses annexes ne peuvent être modifiés sans l'accord écrit de Terrest Ingénierie.*

A decorative graphic consisting of a vertical line and a horizontal line intersecting at a point. A small green circle is located at the intersection point, positioned slightly below and to the left of the center.

Annexe 1

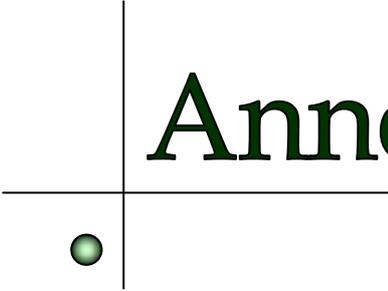
PLAN DE SITUATION ET LOCALISATION DES CAPTAGES D'EAU



Légende :

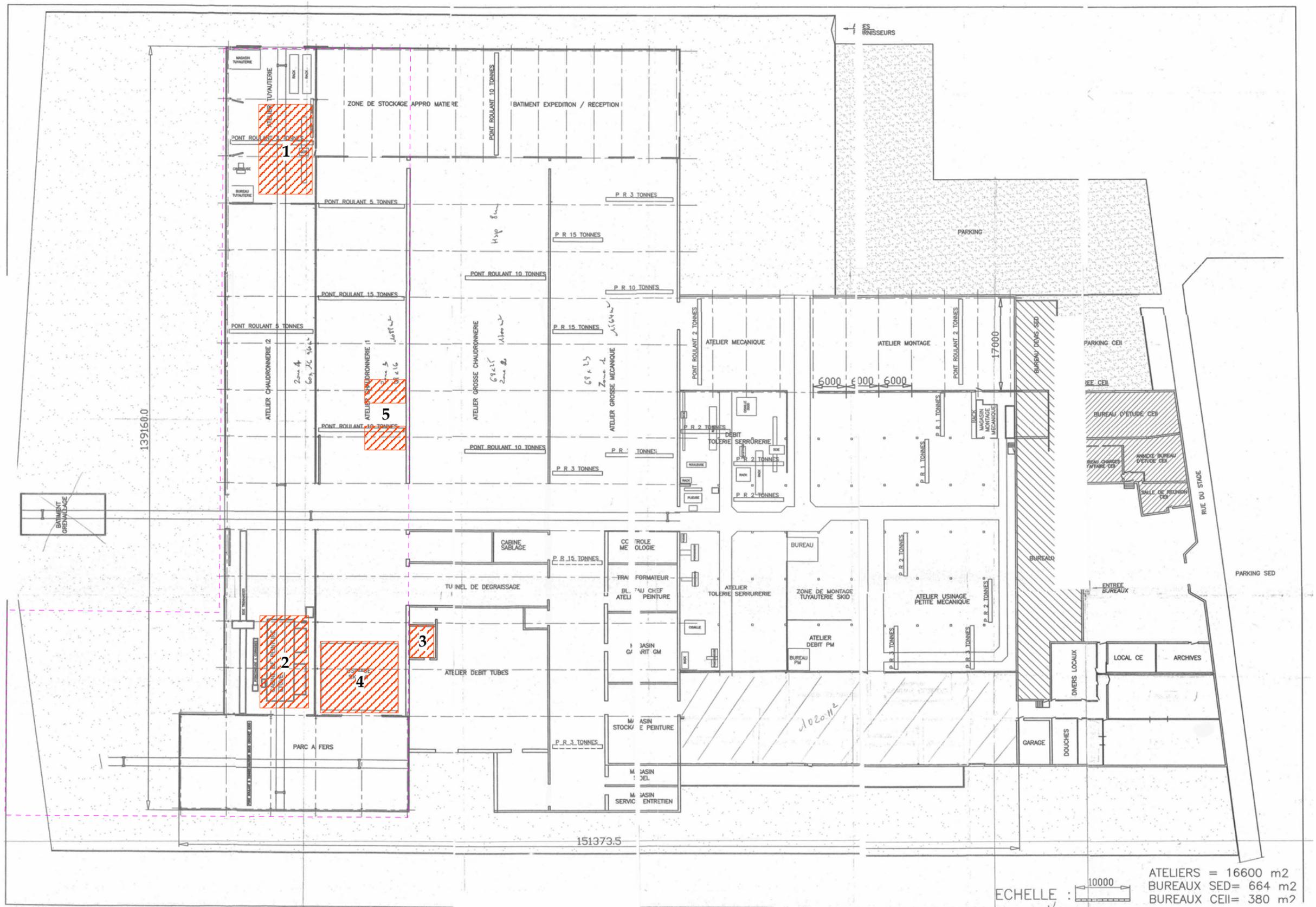
- Localisation du site
- Source (usage inconnu ou fontaine)
- Forages, puits :
- Usage sensible (AEP, eau domestique)
- Usage industriel ou géothermie
- Usage inconnu

	Echelle : 1/25000 (A3)	EIFFAGE CONSTRUCTION METALLIQUE
	23/03/2012	Etude historique et documentaire 2 rue du Stade à ARBOUANS (25)
	DOSSIER N° TSP.12.0028	PLAN DE SITUATION ET POINTS D'EAU

A decorative graphic element consisting of a vertical line and a horizontal line intersecting at a point. A small green circle is located at the intersection point, positioned to the left of the vertical line and below the horizontal line.

Annexe 2

LOCALISATION DES SOURCES POTENTIELLES DE POLLUTION



Légende :

- Zone d'étude
- Sources potentielles de pollution :
 - 1 : utilisation d'huiles de coupe
 - 2 : cabine de peinture
 - 3 : stockage de peintures
 - 4 : aléuseuse sur fosse
 - 5 : deux fosses

TERREST
INGENIERIE



Echelle : 1/7000 (A3)

28/03/2012

DOSSIER N° TSP.12.0028 / 1

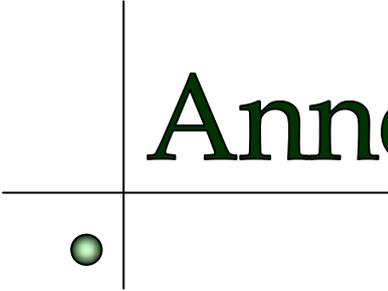
EIFFAGE CONSTRUCTION METALLIQUE

Etude historique et documentaire
2 rue du Stade à ARBOUANS (25)

LOCAUX DE LA SED ENTRE 2003 ET 2009
SOURCES POTENTIELLES DE POLLUTION

ATELIERS = 16600 m²
BUREAUX SED = 664 m²
BUREAUX CEII = 380 m²

ECHELLE : 10000

A decorative graphic consisting of a vertical line and a horizontal line intersecting at a point. A small green circle is located at the intersection point, positioned slightly below and to the left of the center.

Annexe 3

PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES TOUTES CAMPAGNES

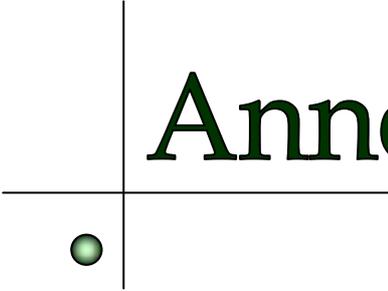
- Légende :**
- Sondage au carottier battu du 24/05/2012
 - Sondage au carottier à percussion des 04 et 05/07/2012
 - Sondage équipé en piézair
 - ▲ Echantillonnage d'air ambiant le 11/07/2012
 - Sondage tarière du 05/06/2014



		Echelle : 1/600 (A3)	MAIRIE D'ARBOUANS
		21/07/2014	Diagnostic complémentaire et plan de gestion 2 rue du Stade à ARBOUANS (25)
		DOSSIER N° TSP.14.0085	IMPLANTATION DES SONDAGES

	N ↑	Echelle : cf. plan	MAIRIE D'ARBOUANS
		Date : 05/09/2014	Diagnostic complémentaire 2 rue du Stade à ARBOUANS (25)
		DOSSIER N° TSP.14.0085	IMPLANTATION DES SONDAGES EXTERIEURS



A decorative graphic consisting of a vertical line and a horizontal line intersecting at a point. A small green circle is located at the intersection point, positioned slightly below and to the left of the center.

Annexe 4

COUPE DES SONDAGES DE JUIN 2014

SONDAGE :

T1

Outil: tarière 90 mm

Localisation/coordonnées : angle sud-ouest du bâtiment, près de la fosse "S2".

Niv. d'eau	Prof. (m)	Description lithologique	Echant.	Observations Indices	Programme des analyses en laboratoire
	0.06	Béton	0.06		
	0.55	Argile brune et graviers	T1.1 0.5		ETM, HCT, HAP, COHV
	1	Sable brun et graviers calcaires	1		
	1.3		T1.2 1.3		
	2				
	3				
	4				

SONDAGE :

T2

Outil: tarière 90 mm

Localisation/coordonnées : dans la fosse caractérisée par S2, à 7 m au nord de S2.

Niv. d'eau	Prof. (m)	Description lithologique	Echant.	Observations Indices	Programme des analyses en laboratoire
	0.12	Béton récent	0.12		
	1	Sable graveleux calcaire	T2.1 0.5		Pack ISDI, ETM, COHV, CN
	1.25	Sable limoneux brun et grave calcaire	T2.2 1.25		ETM, HCT
	2				
	3				
	4				

SONDAGE :

T3

Outil: tarière 90 mm

Localisation/coordonnées : à 10 m au nord de S4, à l'extérieur de la fosse.

Niv. d'eau	Prof. (m)	Description lithologique	Echant.	Observations Indices	Programme des analyses en laboratoire
	0.07	Béton			
	0.5	Remblai argilo-sableux brun et graviers	T3.1		Pack ISDI, ETM, COHV, CN
	1	Sable graveleux brun	1		
	1.2		T3.2 1.2		
	2				
	3				
	4				

SONDAGE :

T4

Outil: tarière 90 mm

Localisation/coordonnées : dans l'angle sud-ouest de la fosse caractérisée par S4.

Niv. d'eau	Prof. (m)	Description lithologique	Echant.	Observations Indices	Programme des analyses en laboratoire
	0.5	Béton récent	0.5		
	1	Remblai sablo-graveleux beige grisâtre	T4.1		ETM, HCT, HAP, COHV
	2	Calcaire (refus tarière)			
	3	REFUS TAILLANT			
	4				



Réf. chantier : ARBOUANS (25)

N° dossier : TSP.14.0085

Date : 05/06/2014

SONDAGE :

T5

Outil: tarière 90 mm

Localisation/coordonnées : dans l'angle sud-est de la fosse "S4".

Niv. d'eau	Prof. (m)	Description lithologique	Echant.	Observations Indices	Programme des analyses en laboratoire
	0.11	Béton			
		REFUS DANS CALCAIRE (idem après déplacement)			
	1				
	2				
	3				
	4				

SONDAGE :

T6

Outil: tarière 90 mm

Localisation/coordonnées : ancien atelier chaudronnerie, environ 10 m à l'ouest de P3.

Niv. d'eau	Prof. (m)	Description lithologique	Echant.	Observations Indices	Programme des analyses en laboratoire
	0.11	Béton			
	0.4	Grave calcaire	0.4		
	1	Limon brun, plus sombre en tête	T6.1 0.8		Pack ISDI, ETM, COHV, CN
	1.3		T6.2 1.3		
	2				
	3				
	4				

SONDAGE :

T7

Outil: tarière 90 mm

Localisation/coordonnées : ancien atelier mécanique, environ 10 m au nord de P3.

Niv. d'eau	Prof. (m)	Description lithologique	Echant.	Observations Indices	Programme des analyses en laboratoire
	0.15	Béton	0.15		
		Grave sableuse calcaire (remblai)	T7.1		ETM, HCT, HAP, COHV
			0.6		
	1		T7.2		
	1.2		1.2		
	2				
	3				
	4				

SONDAGE :

T8

Outil: tarière 90 mm

Localisation/coordonnées : ancien atelier mécanique, environ 10 m au sud de P3.

Niv. d'eau	Prof. (m)	Description lithologique	Echant.	Observations Indices	Programme des analyses en laboratoire
	0.15	Béton	0.15		
	1	Grave sableuse calcaire	T8.1		ETM, HCT, HAP, COHV
	1.2	Sable brun clair et petits graviers	T8.2		
	2				
	3				
	4				

SONDAGE :

T9

Outil: tarière 90 mm

Localisation/coordonnées : ancien atelier mécanique, environ 10 m à l'est de P3.

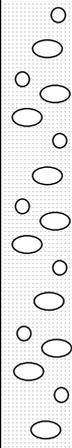
Niv. d'eau	Prof. (m)	Description lithologique	Echant.	Observations Indices	Programme des analyses en laboratoire
	0.15	Béton	0.15		
		Sable graveleux calcaire	T9.1		ETM, HCT, HAP, COHV
			0.6		
	1		T9.2		
	1.2		1.2		
	2				
	3				
	4				

SONDAGE :

T10

Outil: tarière 90 mm

Localisation/coordonnées : à l'extérieur du bâtiment, côté ouest, bordure de voirie.

Niv. d'eau	Prof. (m)	Description lithologique	Echant.	Observations Indices	Programme des analyses en laboratoire
	1	 <p>Sable et graviers calcaires</p>	T10.1 0.6		ETM, HCT
			T10.2 1.2		
	2				
	3				
	4				

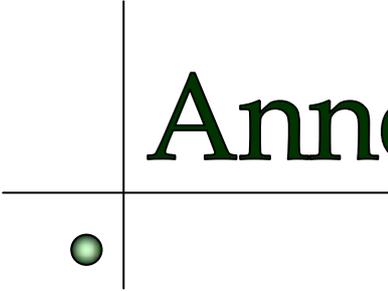
SONDAGE :

T11

Outil: tarière 90 mm

Localisation/coordonnées : extérieur du bâtiment, à l'ouest de l'ancien parc à fers.

Niv. d'eau	Prof. (m)	Description lithologique	Echant.	Observations Indices	Programme des analyses en laboratoire
	0.7	Grave sableuse calcaire	0.7		ETM, HCT
	1	Limons brun graveleux			
	1.2		1.2		
	2				
	3				
	4				

A decorative graphic consisting of a vertical line and a horizontal line intersecting at a point. A small green circle is located at the intersection point, positioned slightly below and to the left of the center.

Annexe 5

BORDEREAUX D'ANALYSE DE JUIN 2014

Rapport d'analyse

TERREST INGENIERIE
 Antoine DURANTON
 3 rue du Verger aux Dames
 F-70230 VY LES FILAIN

Votre nom de Projet : TSP.14.0085 Analyses de sol Arbouans
 Votre référence de Projet : ARBOUANS
 Référence du rapport ALcontrol : 12020073, version: 1

Rotterdam, 17-06-2014

Cher(e) Madame/ Monsieur,

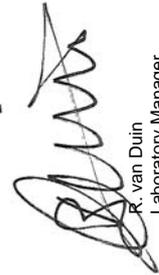
Vous trouverez ci-joint les résultats des analyses effectuées en laboratoire pour votre projet ARBOUANS. Le rapport reprend les descriptions des échantillons, le nom de projet et les analyses que vous avez indiqués sur le bon de commande. Les résultats rapportés se réfèrent uniquement aux échantillons analysés.

Ce rapport est constitué de 19 pages dont chromatogrammes si prévus, références normatives, informations sur les échantillons. Dans le cas d'une version 2 ou plus élevée, toute version antérieure n'est pas valable. Toutes les pages font partie intégrante de ce rapport, et seule une reproduction de l'ensemble du rapport est autorisée.

En cas de questions et/ou remarques concernant ce rapport, nous vous prions de contacter notre Service Client.

Toutes les analyses, à l'exception des analyses sous-traitées, sont réalisées par Alcontrol Laboratoires, Steenhouwerstraat 15, Rotterdam, Pays Bas.

Veuillez recevoir, Madame/ Monsieur, l'expression de nos cordiales salutations.



R. van Duin
 Laboratory Manager

Rapport d'analyse

Projet TSP.14.0085 Analyses de sol Arbouans
 Référence du projet ARBOUANS
 Réf. du rapport 12020073 - 1

Date de commande 05-06-2014
 Date de début 06-06-2014
 Rapport du 17-06-2014

Code Matrice Réf. échantillon

Code	Matrice	Réf. échantillon
001	Sol	T1.1
002	Sol	T2.1
003	Sol	T2.2
004	Sol	T3.1
005	Sol	T4.1

Analyse	Unité	Q	001	002	003	004	005
broyage	-						#
matière sèche	% massique Q		77.7	93.7	91.4	87.4	88.5
COT	mg/kg MS Q		59000			45000	
pH (KCl)	-	Q		9.3		8.0	
température pour mes. pH	°C			21.2		21.2	

METALUX

antimoine	mg/kg MS Q	<1				<1	
arsenic	mg/kg MS Q	<4	14		6.8	<4	5.1
baryum	mg/kg MS Q	<20				<20	
cadmium	mg/kg MS Q	0.43	0.33		0.64	<0.2	<0.2
chrome	mg/kg MS Q	<10	34		22	<10	15
cuivre	mg/kg MS Q	<5	21		25	<5	30
mercure	mg/kg MS Q	<0.05	0.09		<0.05	<0.05	<0.05
plomb	mg/kg MS Q	<10	21		19	<10	17
molybdène	mg/kg MS Q	<0.5				<0.5	
nickel	mg/kg MS Q	<3	23		16	5.9	12
sélénium	mg/kg MS Q	<1				<1	
zinc	mg/kg MS Q	45	87		170	44	88

COMPOSES INORGANIQUES

cyanure (total)	mg/kg MS Q	<1				<1	
-----------------	------------	----	--	--	--	----	--

COMPOSES AROMATIQUES VOLATILS

benzène	mg/kg MS Q	<0.05				<0.05	<0.02
toluène	mg/kg MS Q	<0.05				<0.05	<0.02
éthylbenzène	mg/kg MS Q	<0.05				<0.05	<0.02
orthoxytolène	mg/kg MS Q	<0.05				<0.05	<0.02
para- et métaoxytolène	mg/kg MS Q	<0.05				<0.05	<0.02
xylènes	mg/kg MS Q	<0.05				<0.05	<0.02
BTEX total	mg/kg MS Q	<0.2				<0.2	<0.2

HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES

naphthalène	mg/kg MS Q	<0.02				<0.02	<0.02
acénaphylène	mg/kg MS Q	<0.02				<0.02	<0.02
acénaphlène	mg/kg MS Q	<0.02				<0.02	<0.02
fluorène	mg/kg MS Q	<0.02				<0.02	<0.02
phénanthrène	mg/kg MS Q	0.06				<0.02	0.02
anthracène	mg/kg MS Q	<0.02				<0.02	<0.02

Les analyses notées Q sont accréditées par le RvA.

Paraphe :

TERRESTRE INGENIERIE
Antoine DURANTON

Projet TSP : 14.0085 Analyses de sol Arbouans
Référence du projet ARBOUANS
Réf. du rapport 12020073 - 1

Date de commande 05-06-2014
Date de début 06-06-2014
Rapport du 17-06-2014

Rapport d'analyse

TERRESTRE INGENIERIE
Antoine DURANTON

Projet TSP : 14.0085 Analyses de sol Arbouans
Référence du projet ARBOUANS
Réf. du rapport 12020073 - 1

Date de commande 05-06-2014
Date de début 06-06-2014
Rapport du 17-06-2014

Rapport d'analyse

Page 3 sur 19

Page 4 sur 19

Page 4 sur 19

Page 4 sur 19

Code	Matrice	Ref. échantillon
001	Sol	T1.1
002	Sol	T2.1
003	Sol	T2.2
004	Sol	T3.1
005	Sol	T4.1

Analyse	Unité	Q	001	002	003	004	005
fluoranthène	mg/kg MS	Q	0.13	<0.02		0.05	0.03
pyrène	mg/kg MS	Q	0.10	<0.02		0.04	0.03
benzo(a)anthracène	mg/kg MS	Q	0.04	<0.02		0.03	<0.02
chrysène	mg/kg MS	Q	0.05	<0.02		0.03	<0.02
benzo(b)fluoranthène	mg/kg MS	Q	0.07	<0.02		0.04	<0.02
benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS	Q	0.03	<0.02		<0.02	<0.02
benzo(a)pyrène	mg/kg MS	Q	0.05	<0.02		0.03	<0.02
benzo(a)anthracène	mg/kg MS	Q	<0.02	<0.02		<0.02	<0.02
benzo(ghi)perylène	mg/kg MS	Q	0.04	<0.02		0.03	<0.02
indeno(1,2,3-cd)pyrène	mg/kg MS	Q	0.03	<0.02		0.02	<0.02
Somme des HAP (10) VROM	mg/kg MS	Q	0.44	<0.2		0.23	<0.2
Somme des HAP (16) - EPA	mg/kg MS	Q	0.63	<0.32		0.33	<0.32

COMPOSES ORGANIQUE HALOGENES VOLATILS

1,2-dichloroéthane	mg/kg MS	Q	<0.03	<0.03		<0.03	<0.03
1,1-dichloroéthène	mg/kg MS	Q	<0.05	<0.05		<0.05	<0.05
cis-1,2-dichloroéthène	mg/kg MS	Q	<0.03	<0.03		<0.03	<0.03
trans-1,2-dichloroéthène	mg/kg MS	Q	<0.02	<0.02		<0.02	<0.02
dichlorométhane	mg/kg MS	Q	<0.02	<0.02		<0.02	<0.02
1,2-dichloropropane	mg/kg MS	Q	<0.03	<0.03		<0.03	<0.03
1,3-dichloropropène	mg/kg MS	Q	<0.1	<0.1		<0.1	<0.1
tétrachloroéthylène	mg/kg MS	Q	<0.02	<0.02		<0.02	<0.02
tétrachlorométhane	mg/kg MS	Q	<0.02	<0.02		<0.02	<0.02
1,1,1-trichloroéthane	mg/kg MS	Q	<0.02	<0.02		<0.02	<0.02
trichloroéthylène	mg/kg MS	Q	<0.02	<0.02		<0.02	<0.02
chloroforme	mg/kg MS	Q	<0.02	<0.02		<0.02	<0.02
chlorure de vinyle	mg/kg MS	Q	<0.02	<0.02		<0.02	<0.02
hexachlorobutadiène	mg/kg MS	Q	<0.1	<0.1		<0.1	<0.1
bromoforme	mg/kg MS	Q	<0.05	<0.05		<0.05	<0.05

POLYCHLOROBIPHENYLS (PCB)

PCB 28	µg/kg MS	Q	<1	<1		<1	<1
PCB 52	µg/kg MS	Q	<1	<1		1.2 ⁽³⁾	<1
PCB 101	µg/kg MS	Q	<1	<1		1.1	<1
PCB 118	µg/kg MS	Q	<1	<1		1.7 ⁽³⁾	<1
PCB 138	µg/kg MS	Q	<1	<1		4.2	<1
PCB 153	µg/kg MS	Q	<1	<1		7.9	<1
PCB 180	µg/kg MS	Q	<1	<1		7.3	<1
PCB totaux (7)	µg/kg MS	Q	<7	<7		23	<7

HYDROCARBURES TOTAUX

fraction C10-C12	mg/kg MS		<5.0	<5		<5	<5
fraction C12-C16	mg/kg MS		<5.0	<5		<5	<5

Les analyses notées Q sont accréditées par le RVA.

Paraphe :



Alcontrol B.V. est accréditée sous le n° 1229 par le RVA (Rijksbureau voor Accreditatie), conformément aux critères des laboratoires d'analyse ISO/IEC 17025:2005. Toute nos prestations sont réalisées selon nos Conditions Générales, enregistrées sous le numéro RVA-R0200008 à la Chambre de Commerce de Rotterdam, Pays-Bas.

TERRESTRE INGENIERIE
Antoine DURANTON

Projet TSP : 14.0085 Analyses de sol Arbouans
Référence du projet ARBOUANS
Réf. du rapport 12020073 - 1

Date de commande 05-06-2014
Date de début 06-06-2014
Rapport du 17-06-2014

Rapport d'analyse

Page 4 sur 19

Page 4 sur 19

Code	Matrice	Ref. échantillon
001	Sol	T1.1
002	Sol	T2.1
003	Sol	T2.2
004	Sol	T3.1
005	Sol	T4.1

Analyse	Unité	Q	001	002	003	004	005
fraction C16 - C21	mg/kg MS	Q	<5.0	<5	<5	58	<5
fraction C21 - C40	mg/kg MS	Q	<5.0	<5	43 ⁽²⁾	1400 ⁽²⁾	<5
hydrocarbures totaux C10-C40	mg/kg MS	Q	<20	<20	45	1400	<20

LIXIVIATION

EN-12457-2	Q	#				#	
date de lancement	mg/g	Q	12-06-2014	10.00	10.00	12-06-2014	10.00
pH final ap. liq.	-	Q	10.61	10.61	10.61	8.37	10.61
température pour mes. pH	°C	Q	20.5	20.5	20.5	20.7	20.5
conductivité ap. liq.	µS/cm	Q	138.1	138.1	138.1	131.2	138.1

ELUAT COT

COT	mg/kg MS	Q	8.2	8.2		340	
-----	----------	---	-----	-----	--	-----	--

ELUAT METAUX

antimoine	mg/kg MS	Q	<0.039 ⁽¹⁾	<0.039 ⁽¹⁾		<0.039	
arsenic	mg/kg MS	Q	<0.1 ⁽¹⁾	<0.1 ⁽¹⁾		<0.1	
baryum	mg/kg MS	Q	<0.1 ⁽¹⁾	<0.1 ⁽¹⁾		<0.1	
cadmium	mg/kg MS	Q	<0.01 ⁽¹⁾	<0.01 ⁽¹⁾		<0.01	
chrome	mg/kg MS	Q	<0.1 ⁽¹⁾	<0.1 ⁽¹⁾		<0.1	
cuivre	mg/kg MS	Q	<0.1 ⁽¹⁾	<0.1 ⁽¹⁾		<0.1	
mercure	mg/kg MS	Q	<0.001 ⁽¹⁾	<0.001 ⁽¹⁾		<0.001	
plomb	mg/kg MS	Q	<0.1 ⁽¹⁾	<0.1 ⁽¹⁾		<0.1	
molybdène	mg/kg MS	Q	<0.1 ⁽¹⁾	<0.1 ⁽¹⁾		<0.1	
nickel	mg/kg MS	Q	<0.1 ⁽¹⁾	<0.1 ⁽¹⁾		<0.1	
sélénium	mg/kg MS	Q	<0.039 ⁽¹⁾	<0.039 ⁽¹⁾		<0.039	
zinc	mg/kg MS	Q	<0.2 ⁽¹⁾	<0.2 ⁽¹⁾		<0.2	

ELUAT COMPOSES INORGANIQUE

fluorures	mg/kg MS	Q	3.0	3.0		<2	
fraction soluble	mg/kg MS	Q	<500	<500		1880	

ELUAT PHENOLS

indices phénol	mg/kg MS	Q	<0.1	<0.1		<0.1	
----------------	----------	---	------	------	--	------	--

ELUAT DIVERSES ANALYSES CHIMIQUES

chlorures	mg/kg MS	Q	<10	<10		12	
sulfate	mg/kg MS	Q	126	126		116	

Les analyses notées Q sont accréditées par le RVA.

Paraphe :



Alcontrol B.V. est accréditée sous le n° 1229 par le RVA (Rijksbureau voor Accreditatie), conformément aux critères des laboratoires d'analyse ISO/IEC 17025:2005. Toute nos prestations sont réalisées selon nos Conditions Générales, enregistrées sous le numéro RVA-R0200008 à la Chambre de Commerce de Rotterdam, Pays-Bas.

Paraphe :



Alcontrol B.V. est accréditée sous le n° 1229 par le RVA (Rijksbureau voor Accreditatie), conformément aux critères des laboratoires d'analyse ISO/IEC 17025:2005. Toute nos prestations sont réalisées selon nos Conditions Générales, enregistrées sous le numéro RVA-R0200008 à la Chambre de Commerce de Rotterdam, Pays-Bas.

Projet TSP.14.0085 Analyses de sol Arbouans
 Référence du projet ARBOUANS
 Réf. du rapport 12020073 - 1
 Date de commande 05-06-2014
 Date de début 06-06-2014
 Rapport du 17-06-2014

Commentaire

- 1 Analyses par ICP-MS, conforme NEN-EN-ISO 17294-2, au lieu d'ICP-AES
- 2 Présence de composants supérieurs à C40
- 3 Résultat fourni à titre indicatif en raison de la présence de composants interférents

 Paraphe : 

 Projet TSP.14.0085 Analyses de sol Arbouans
 Référence du projet ARBOUANS
 Réf. du rapport 12020073 - 1
 Date de commande 05-06-2014
 Date de début 06-06-2014
 Rapport du 17-06-2014

Code Matrice Réf. échantillon

Code	Matrice	Réf. échantillon
006	Sol	T6.1
007	Sol	T7.1
008	Sol	T8.1
009	Sol	T9.1
010	Sol	T10.1

Analyse Unité Q 006 007 008 009 010

broyage	-		#							
matière sèche	% massique Q	77.4	88.7	95.4	84.1	94.6				
COT	mg/kg MS Q	24000								
pH (KCl)	-	7.4								
température pour mes. pH	°C	21.3								
METALUX										
antimoine	mg/kg MS Q	<1								
arsenic	mg/kg MS Q	17	5.3	5.0	8.0	8.0				<4
baryum	mg/kg MS Q	120								0.44
cadmium	mg/kg MS Q	0.51	0.26	<0.2	<0.2	<0.2				<10
chrome	mg/kg MS Q	55	<10	<10	19	<10				<5
cuivre	mg/kg MS Q	50	<5	<5	43	<5				<0.05
mercure	mg/kg MS Q	0.06	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05				<10
plomb	mg/kg MS Q	21	<10	<10	15	<10				6.4
molybdène	mg/kg MS Q	2.0								
nickel	mg/kg MS Q	44	4.8	5.2	20	20				
sélénium	mg/kg MS Q	<1	<20	<20	65	65				36
zinc	mg/kg MS Q	110								
COMPOSES INORGANIQUES										
cyanure (totaux)	mg/kg MS Q	<1								
COMPOSES AROMATIQUES VOLATILS										
benzène	mg/kg MS Q	<0.05								
toluène	mg/kg MS Q	<0.05								
éthylbenzène	mg/kg MS Q	<0.05								
orthoxytolène	mg/kg MS Q	<0.05								
para- et métaoxytolène	mg/kg MS Q	<0.05								
xylènes	mg/kg MS Q	<0.05								
BTEX total	mg/kg MS Q	<0.2								
HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES										
naphthalène	mg/kg MS Q	0.04	0.02	<0.02	0.06	0.06				
acénaphylène	mg/kg MS Q	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02				
fluorène	mg/kg MS Q	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02				
phénanthrène	mg/kg MS Q	0.10	<0.02	0.07	0.12	0.12				
anthracène	mg/kg MS Q	0.03	<0.02	<0.02	0.03	0.03				

Les analyses notées Q sont accréditées par le RvA.

 Paraphe : 

Code	Matrice	Ref. échantillon
006	Sol	T6.1
007	Sol	T7.1
008	Sol	T8.1
009	Sol	T9.1
010	Sol	T10.1

Analyse	Unité	Q	006	007	008	009	010
fluoranthène	mg/kg MS	Q	0.17	<0.02	0.08	0.22	
pyrène	mg/kg MS	Q	0.14	<0.02	0.06	0.18	
benzo(a)anthracène	mg/kg MS	Q	0.11	<0.02	0.03	0.10	
chrysène	mg/kg MS	Q	0.08	<0.02	0.02	0.09	
benzo(b)fluoranthène	mg/kg MS	Q	0.13	<0.02	0.03	0.13	
benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS	Q	0.06	<0.02	<0.02	0.06	
benzo(a)pyrène	mg/kg MS	Q	0.11	<0.02	0.03	0.10	
benzo(a)anthracène	mg/kg MS	Q	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	
benzo(ghi)perylène	mg/kg MS	Q	0.06	<0.02	<0.02	0.07	
indéno(1,2,3-cd)pyrène	mg/kg MS	Q	0.07	<0.02	<0.02	0.06	
Somme des HAP (10) VROM	mg/kg MS	Q	0.81	<0.2	0.29	0.92	
Somme des HAP (16) - EPA	mg/kg MS	Q	1.1	<0.32	0.41	1.3	
COMPOSES ORGANIQUE HALOGENES VOLATILS							
1,2-dichloroéthane	mg/kg MS	Q	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	
1,1-dichloroéthène	mg/kg MS	Q	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	
cis-1,2-dichloroéthène	mg/kg MS	Q	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	
trans-1,2-dichloroéthène	mg/kg MS	Q	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	
dibromométhane	mg/kg MS	Q	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	
1,2-dichloropropane	mg/kg MS	Q	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	
1,3-dichloropropane	mg/kg MS	Q	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	
tétrachloroéthylène	mg/kg MS	Q	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	
tétrachlorométhane	mg/kg MS	Q	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	
1,1,1-trichloroéthane	mg/kg MS	Q	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	
trichloroéthylène	mg/kg MS	Q	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	
chloroforme	mg/kg MS	Q	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	
chlorure de vinyle	mg/kg MS	Q	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	
hexachlorobutadiène	mg/kg MS	Q	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	
bromoforme	mg/kg MS	Q	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	
POLYCHLOROBIPHENYLS (PCB)							
PCB 28	µg/kg MS	Q	<1	<1	<1	<1	
PCB 52	µg/kg MS	Q	<1	<1	<1	<1	
PCB 101	µg/kg MS	Q	<1	<1	<1	<1	
PCB 118	µg/kg MS	Q	<1	<1	<1	<1	
PCB 138	µg/kg MS	Q	1.2	<1	<1	<1	
PCB 153	µg/kg MS	Q	1.0	<1	<1	<1	
PCB 180	µg/kg MS	Q	<1	<1	<1	<1	
PCB totaux (7)	µg/kg MS	Q	<7	<7	<7	<7	
HYDROCARBURES TOTAUX							
fraction C10-C12	mg/kg MS		<5.3 ⁴	<5	<5	<5	<5
fraction C12-C16	mg/kg MS		<5.3 ⁴	<5	<5	18	<5

Les analyses notées Q sont accréditées par le RVA.

Paraphe :



Alcontrol B.V. est accréditée sous le n° 1029 par le RVA (Rijksbureau voor Accreditatie), conformément aux critères des laboratoires d'analyse ISO/IEC 17025:2005. Toute nos prestations sont réalisées selon nos Conditions Générales, enregistrées sous le numéro N°V. Rotterdam 24020268 à la Chambre de Commerce de Rotterdam, Pays-Bas.

Code	Matrice	Ref. échantillon
006	Sol	T6.1
007	Sol	T7.1
008	Sol	T8.1
009	Sol	T9.1
010	Sol	T10.1

Analyse	Unité	Q	006	007	008	009	010
fraction C16 - C21	mg/kg MS		<5.3 ⁴	58	<5	51	<5
fraction C21 - C40	mg/kg MS		42 ²	136 ²	40	136 ²	<5
hydrocarbures totaux C10-C40	mg/kg MS	Q	40	190	40	200	<20
LIXIVIATION							
Lixiviation 24h - NF-EN-12457-2	Q		#				
date de lancement	mg/g	Q	12-06-2014				
LS		Q	10.00				
pH final ap. lix.	-	Q	8.03				
température pour mes. pH	°C	Q	21.7				
conductivité ap. lix.	µS/cm	Q	194.6				
ELUAT COT							
COT	mg/kg MS	Q	34				
ELUAT METAUX							
arsenic	mg/kg MS	Q	<0.038 ¹⁾				
antimoine	mg/kg MS	Q	<0.1 ¹⁾				
baryum	mg/kg MS	Q	<0.1 ¹⁾				
cadmium	mg/kg MS	Q	<0.01 ¹⁾				
chrome	mg/kg MS	Q	<0.1 ¹⁾				
cuivre	mg/kg MS	Q	<0.1 ¹⁾				
mercure	mg/kg MS	Q	<0.001 ¹⁾				
plomb	mg/kg MS	Q	<0.1 ¹⁾				
molybdène	mg/kg MS	Q	<0.1 ¹⁾				
nickel	mg/kg MS	Q	<0.1 ¹⁾				
sélénium	mg/kg MS	Q	<0.038 ¹⁾				
zinc	mg/kg MS	Q	<0.2 ¹⁾				
ELUAT COMPOSES INORGANIQUES							
fluorures	mg/kg MS	Q	2.7				
fraction soluble	mg/kg MS	Q	1420				
ELUAT PHENOLS							
indices phénol	mg/kg MS	Q	<0.1				
ELUAT DIVERSES ANALYSES CHIMIQUES							
chlorures	mg/kg MS	Q	<10				
sulfate	mg/kg MS	Q	319				

Les analyses notées Q sont accréditées par le RVA.

Paraphe :



Alcontrol B.V. est accréditée sous le n° 1029 par le RVA (Rijksbureau voor Accreditatie), conformément aux critères des laboratoires d'analyse ISO/IEC 17025:2005. Toute nos prestations sont réalisées selon nos Conditions Générales, enregistrées sous le numéro N°V. Rotterdam 24020268 à la Chambre de Commerce de Rotterdam, Pays-Bas.

Projet TSP.14.0085 Analyses de sol Arbouans
Référence du projet ARBOUANS
Réf. du rapport 12020073 - 1

Projet TSP.14.0085 Analyses de sol Arbouans
Référence du projet ARBOUANS
Réf. du rapport 12020073 - 1

Code Matrice Réf. échantillon

011 Sol T11.1

Analyse Unité Q 011

matière sèche % massique Q 92.5

METALUX

arsenic mg/kg MS Q <4
cadmium mg/kg MS Q 0.30
chrome mg/kg MS Q <10
cuivre mg/kg MS Q <5
mercure mg/kg MS Q <0.05
plomb mg/kg MS Q <10
nickel mg/kg MS Q 4.2
zinc mg/kg MS Q 27

HYDROCARBURES TOTALX

fraction C10-C12 mg/kg MS <5
fraction C12-C16 mg/kg MS <5
fraction C16 - C21 mg/kg MS <5
fraction C21 - C40 mg/kg MS <5
hydrocarbures totaux C10- C40 mg/kg MS Q <20

Commentaire

- 1 Analysés par ICP-MS, conforme NEN-EN-ISO 17294-2, au lieu d ICP-AES
- 2 Présence de composants supérieurs à C40
- 4 Limite de quantification élevée en raison d'une faible matière sèche.

Les analyses notées Q sont accréditées par le RvA.

Paraphe : 

Paraphe : 

Projet TSP-14.0085 Analyses de sol Arbouans
Référence du projet ARBOUANS
Réf. du rapport 12020073 - 1

Projet TSP-14.0085 Analyses de sol Arbouans
Référence du projet ARBOUANS
Réf. du rapport 12020073 - 1

Date de commande 05-06-2014
Date de début 06-06-2014
Rapport du 17-06-2014

Analyse	Matrice	Référence normative
matière sèche	Sol	Equivalent à NEN-ISO 11465
arsenic	Sol	Méthode interne (destruction conforme à NEN 6961, analyse conforme à ISO 22036)
cadmium	Sol	Idem
chrome	Sol	Idem
cuivre	Sol	Idem
mercure	Sol	Conforme à NEN 6950 (destruction conforme à NEN 6961, analyse conforme à NEN-ISO 16772)
plomb	Sol	Méthode interne (destruction conforme à NEN 6961, analyse conforme à ISO 22036)
nickel	Sol	Idem
zinc	Sol	Idem
naphthalène	Sol	Méthode interne, extraction acétone-hexane, analyse par GC-MS
acénaphtylène	Sol	Idem
acénaphthène	Sol	Idem
fluorène	Sol	Idem
phénanthrène	Sol	Idem
anthracène	Sol	Idem
fluoranthène	Sol	Idem
pyrène	Sol	Idem
benzo(a)anthracène	Sol	Idem
chrysène	Sol	Idem
benzo(b)fluoranthène	Sol	Idem
benzo(k)fluoranthène	Sol	Idem
benzo(a)pyrène	Sol	Idem
benzo(a)anthracène	Sol	Idem
benzo(ghi)perylène	Sol	Idem
indeno(1,2,3-cd)pyrène	Sol	Idem
1,2-dichloroéthane	Sol	Méthode interne, Headspace GCMS
1,1-dichloroéthène	Sol	Idem
cis-1,2-dichloroéthène	Sol	Idem
trans 1,2-dichloroéthylène	Sol	Idem
dichlorométhane	Sol	Idem
1,2-dichloropropane	Sol	Idem
tétrachloroéthylène	Sol	Idem
tétrachlorométhane	Sol	Idem
1,1,1-trichloroéthane	Sol	Idem
trichloroéthylène	Sol	Idem
chloroforme	Sol	Idem
chlorure de vinyle	Sol	Idem
hexachlorobutadiène	Sol	Méthode interne, Headspace GCMS
bromodrome	Sol	Idem
fraction C10-C12	Sol	Méthode interne (extraction acétone hexane, purification, analyse par GC-FID)
fraction C12-C16	Sol	Idem
fraction C16 - C21	Sol	Idem
fraction C21 - C40	Sol	Idem
hydrocarbures totaux C10-C40	Sol	équivalent à NEN-ISO 16703
COT	Sol	Conforme à NEN-ISO 13137
pH (KCl)	Sol	Conforme à NEN-ISO 10390
antimoine	Sol	Méthode interne (destruction conforme à NEN 6961, analyse conforme à ISO 22036)
baryum	Sol	Idem

Paraphe :



Date de commande 05-06-2014
Date de début 06-06-2014
Rapport du 17-06-2014

Analyse	Matrice	Référence normative
molibdène	Sol	Idem
sélénium	Sol	Idem
cyanure (taux)	Sol	Conforme à NEN-ISO 17380
benzène	Sol	Méthode interne, Headspace GCMS
toluène	Sol	Idem
éthylbenzène	Sol	Idem
orthoxyène	Sol	Idem
para- et métaoxyène	Sol	Idem
xylènes	Sol	Idem
PCB 28	Sol	Méthode interne, extraction acétone/hexane, analyse GCMS
PCB 52	Sol	Idem
PCB 101	Sol	Idem
PCB 118	Sol	Idem
PCB 138	Sol	Idem
PCB 153	Sol	Idem
PCB 180	Sol	Idem
PCB totaux (7)	Sol	Idem
Lixiviation 24h - NF-EN-12457-2	Sol Eluat	Conforme à NEN-EN 12457-2, conforme CMA 211/A.19
pH final ap. lix.	Sol Eluat	Conforme à NEN-ISO 10523
conductivité ap. lix.	Sol Eluat	Conforme à NEN-ISO 7888 et conforme à EN 27888
COT	Sol Eluat	Conforme à NEN-EN 1484
antimoine	Sol Eluat	Conforme à NEN 6966
arsenic	Sol Eluat	Idem
baryum	Sol Eluat	Idem
cadmium	Sol Eluat	Idem
chrome	Sol Eluat	Idem
cuivre	Sol Eluat	Idem
mercure	Sol Eluat	Conforme NEN-EN-ISO 17852
plomb	Sol Eluat	Conforme à NEN 6966
molibdène	Sol Eluat	Idem
nickel	Sol Eluat	Idem
sélénium	Sol Eluat	Idem
zinc	Sol Eluat	Idem
fluorures	Sol Eluat	Conforme à NEN-EN-ISO 10304-1
fraction soluble	Sol Eluat	Equivalent à NEN-EN 15216
indice phénol	Sol Eluat	Conforme à NEN-EN-ISO 14402
chlorures	Sol Eluat	Conforme à NEN-EN-ISO 10304-1
sulfate	Sol Eluat	Idem
broyage	Sol	Méthode interne

Code	Code barres	Date de réception	Date prélèvement	Flaconnage
001	V6649661	05-06-2014	05-06-2014	ALC201
002	V6649650	05-06-2014	05-06-2014	ALC201
002	V6649657	05-06-2014	05-06-2014	ALC201
003	V6649643	05-06-2014	05-06-2014	ALC201
004	V6649662	05-06-2014	05-06-2014	ALC201
004	V6649653	05-06-2014	05-06-2014	ALC201
005	V6649641	05-06-2014	05-06-2014	ALC201
006	V6649648	05-06-2014	05-06-2014	ALC201

Paraphe :



Rapport d'analyse

 Projet TSP-14-0085 Analyses de sol Arbouans
 Référence du projet ARBOUANS
 Réf. du rapport 12020073 - 1
 Date de commande 05-06-2014
 Date de début 06-06-2014
 Rapport du 17-06-2014

Code	Code barres	Date de réception	Date prélèvement	Flaconnage
006	V6649659	05-06-2014	05-06-2014	ALC201
007	V6649660	05-06-2014	05-06-2014	ALC201
008	V6665277	05-06-2014	05-06-2014	ALC201
009	V6665265	05-06-2014	05-06-2014	ALC201
010	V6649655	05-06-2014	05-06-2014	ALC201
011	V6665278	05-06-2014	05-06-2014	ALC201

Rapport d'analyse

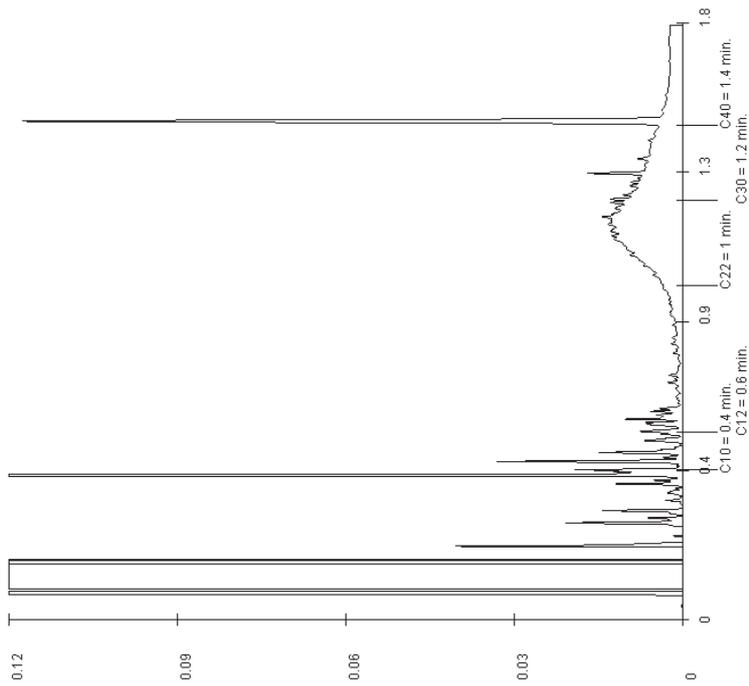
 Projet TSP-14-0085 Analyses de sol Arbouans
 Référence du projet ARBOUANS
 Réf. du rapport 12020073 - 1
 Date de commande 05-06-2014
 Date de début 06-06-2014
 Rapport du 17-06-2014

 Référence de l'échantillon: 003
 Information relative aux échantillons T2.2

Détermination de la chaîne de carbone

 essence C9-C14
 kérosène et pétrole C10-C16
 diesel et gazole C10-C28
 huile de moteur C20-C36
 mazout C10-C36

Les pics C10 et C40 sont introduits par le laboratoire et sont utilisés comme étalons internes.


 Paraphe : 

 Paraphe : 

Page 15 sur 19

TERREST INGENIERIE
Antoine DURANTON

Rapport d'analyse

Projet TSP :14.0085 Analyses de sol Arbouans
Référence du projet ARBOUANS
Réf. du rapport 12020073 - 1

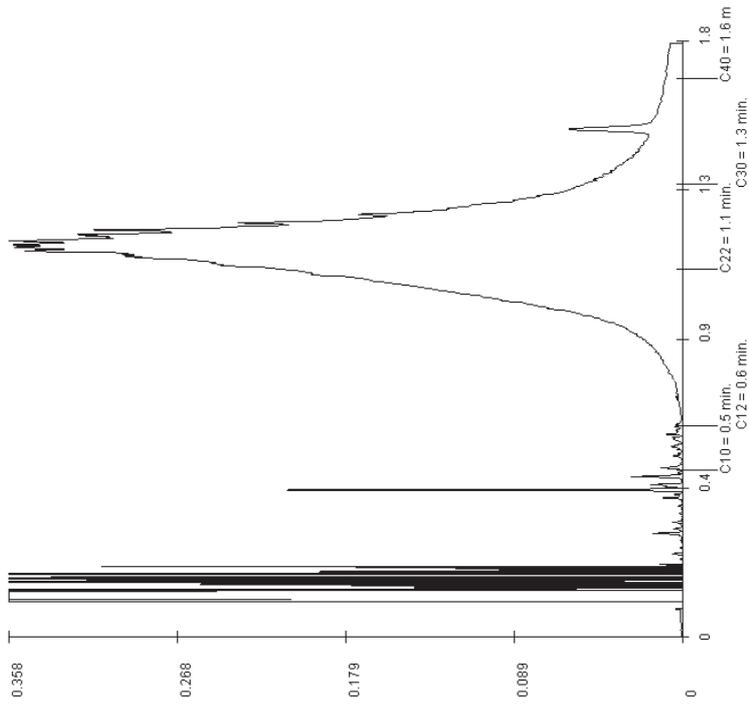
Date de commande 05-06-2014
Date de début 06-06-2014
Rapport du 17-06-2014

Référence de l'échantillon: 004
Information relative aux échantillons T3.1

Détermination de la chaîne de carbone

essence	C9-C14
kérosène et pétrole	C10-C16
diesel et gazole	C10-C28
huile de moteur	C20-C36
mazout	C10-C36

Les pics C10 et C40 sont introduits par le laboratoire et sont utilisés comme étalons internes.



Paraphe :

Page 16 sur 19

TERREST INGENIERIE
Antoine DURANTON

Rapport d'analyse

Projet TSP :14.0085 Analyses de sol Arbouans
Référence du projet ARBOUANS
Réf. du rapport 12020073 - 1

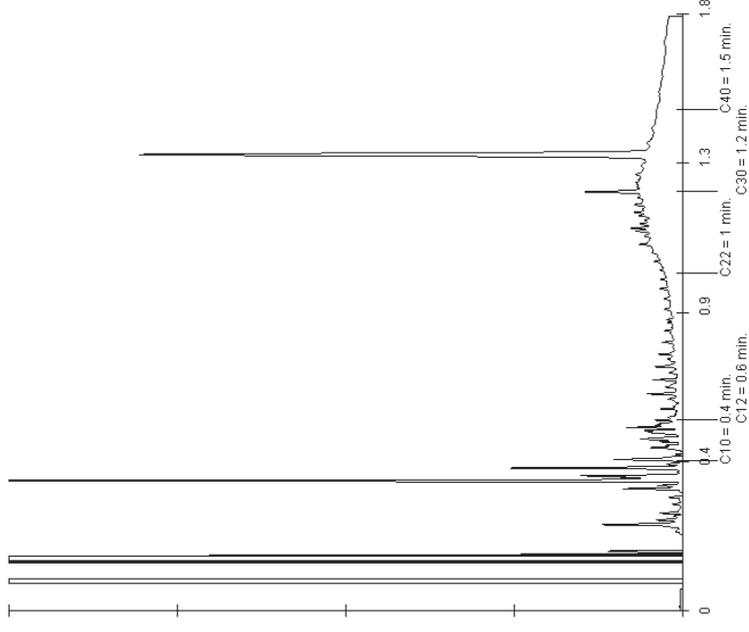
Date de commande 05-06-2014
Date de début 06-06-2014
Rapport du 17-06-2014

Référence de l'échantillon: 006
Information relative aux échantillons T6.1

Détermination de la chaîne de carbone

essence	C9-C14
kérosène et pétrole	C10-C16
diesel et gazole	C10-C28
huile de moteur	C20-C36
mazout	C10-C36

Les pics C10 et C40 sont introduits par le laboratoire et sont utilisés comme étalons internes.



Paraphe :

Projet TSP_14_0085 Analyses de sol Arbouans
Référence du projet ARBOUANS
Réf. du rapport 12020073 - 1

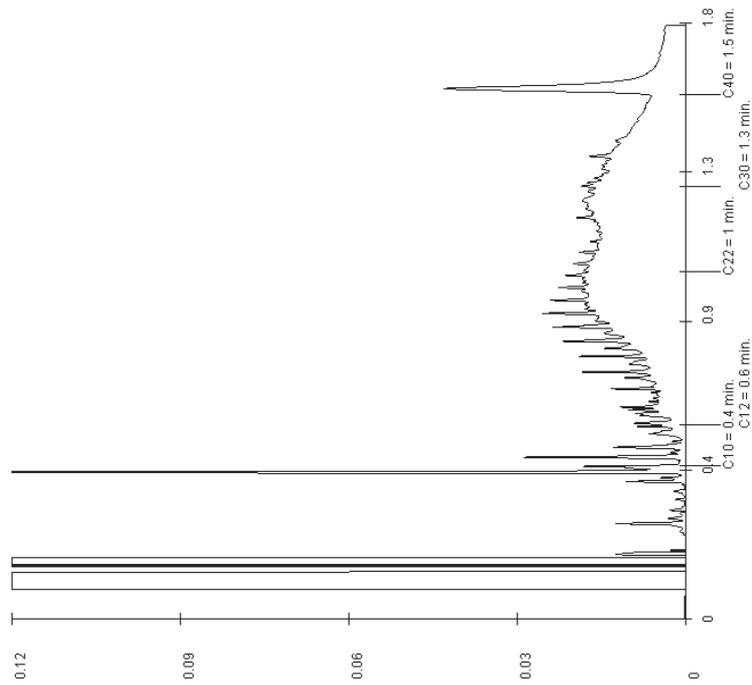
Date de commande 05-06-2014
Date de début 06-06-2014
Rapport du 17-06-2014

Référence de l'échantillon: 009
Information relative aux échantillons T9.1

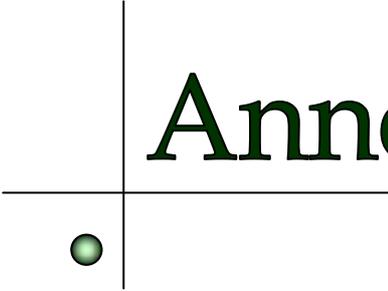
Détermination de la chaîne de carbone

- essence C9-C14
- kérosène et pétrole C10-C16
- diesel et gazole C10-C28
- huile de moteur C20-C36
- mazout C10-C36

Les pics C10 et C40 sont introduits par le laboratoire et sont utilisés comme étalons internes.



Paraphe : 

A decorative graphic element consisting of a vertical line and a horizontal line intersecting at a point. A small green circle is located at the intersection point, positioned slightly below and to the left of the center.

Annexe 6

EVALUATION QUANTITATIVE DES RISQUES SANITAIRES



Mairie d'Arbouans

18 rue du Stade
25400 ARBOUANS

EVALUATION QUANTITATIVE DES RISQUES SANITAIRES

**Anciens locaux de la SED
2 rue du Stade
ARBOUANS (25)**

DOSSIER TSP.14.0085 - V01

ANNEXE 6

PROJET	
Client :	MAIRIE D'ARBOUANS 18 rue du Stade 25400 ARBOUANS
Représenté par :	Mme HUGENSCHMIDT
Mission :	EVALUATION QUANTITATIVE DES RISQUES SANITAIRES
Adresse :	Anciens locaux de la SED 2 rue du Stade à ARBOUANS (25)
Commande :	Bon pour accord du 17 avril 2014
N° de dossier :	TSP.14.0085

DESCRIPTION DU DOCUMENT	
Intitulé - Version :	ANNEXE 6 - Version 1
Versions antérieures :	-
Date d'édition :	5 septembre 2014
Nombre de pages :	21

REDACTION ET VALIDATION	NOM	SIGNATURE
Rédaction	Antoine DURANTON Terrest Ingénierie	

LEXIQUE

ARR : Analyse des Risques Résiduels.

ATSDR : Agency for Toxic Substances and Disease Registry (USA).

CI : Concentration moyenne de substance inhalée par une cible, exprimée en $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Utilisée pour une exposition par inhalation.

DJE : Dose Journalière d'Exposition, exprimée en mg (de substance) par kg (masse corporelle) par jour. Utilisée pour une exposition par voie orale.

Effets à seuil : effets toxiques ou systémiques, susceptibles d'apparaître en cas d'exposition à une dose suffisamment importante de polluant.

Effets sans seuil : effets cancérigènes dus à la somme des expositions à différents polluants au cours de la vie, quelle que soit la dose de chacun d'entre eux.

EQRS : Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires.

ERI : Excès de Risque Individuel, défini pour chaque individu pris en compte dans l'EQRS.

Augmentation de la probabilité d'apparition d'un cas de cancer du fait de l'exposition aux substances étudiées (en nombre de cas).

ERU : Excès de Risque Unitaire, défini pour une substance donnée.

Il s'agit du nombre de cas de cancer supplémentaires attendu par unité de polluant :

ERU_o : par voie orale, en $(\text{mg}/\text{kg}/\text{j})^{-1}$

ERU_i : par inhalation, en $(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$

ETM : Eléments Traces Métalliques (métaux et métalloïdes analysés dans les sols).

FoBig : Forschungs und Beratungsinstitut Gefahrstoffe (Allemagne).

INERIS : Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques (France).

INRA : Institut National de Recherche Agronomique (France).

QD : Quotient de Danger, défini pour chaque individu pris en compte dans l'EQRS.

Rapport entre la dose d'exposition et la VTR « effets à seuil » pour une substance donnée.

RfC : Reference Concentration, en $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Terme employé par l'USEPA pour désigner la VTR pour un effet à seuil par inhalation.

RfD : Reference Dose, en $\text{mg}/\text{kg}/\text{j}$.

Terme employé par l'USEPA pour désigner la VTR pour un effet à seuil par ingestion.

RIVM : Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (Pays-Bas).

OEHHA : Office of Environmental Health Hazard Assessment (USA).

OMS : Organisation Mondiale de la Santé.

RIVM : Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (Pays-Bas).

TPHCWG : Total Petroleum Hydrocarbon Criteria Working Group.

VTR : Valeur Toxicologique de Référence.

Pour les effets à seuil : dose au-delà de laquelle la survenue d'un effet pathologique est possible. Ces VTR sont désignées par les termes RfC et RfD dans le présent document.

Pour les effets sans seuil : voir ERU.

SOMMAIRE

<u>1</u>	<u>CADRE DE LA MISSION</u>	<u>5</u>
1.1	METHODOLOGIE UTILISEE.....	5
1.2	LA DEMARCHE D'EQRS	5
<u>2</u>	<u>PARAMETRES DE L'EQRS</u>	<u>6</u>
2.1	DEFINITION DU SCHEMA CONCEPTUEL	6
2.2	PROPRIETES DES SUBSTANCES	10
<u>3</u>	<u>CALCUL DES DJE</u>	<u>14</u>
3.1	INGESTION DE SOL ET DE POUSSIERS.....	14
3.2	INGESTION DE VEGETAUX AUTOPRODUITS.....	15
<u>4</u>	<u>CHOIX DES VTR</u>	<u>16</u>
<u>5</u>	<u>EVALUATION QUANTITATIVE DES RISQUES SANITAIRES</u>	<u>17</u>
5.1	EVALUATION DES RISQUES POUR LES EFFETS « A SEUIL »	17
5.2	EVALUATION DES EXCES DE RISQUE POUR LES EFFETS SANS SEUIL	19
<u>6</u>	<u>DISCUSSION DES RESULTATS</u>	<u>19</u>
6.1	CHOIX DES SUBSTANCES ET DES CONCENTRATIONS D'EXPOSITION	19
6.2	CHOIX DES VOIES D'EXPOSITION	20
6.3	CHOIX DES PARAMETRES D'EXPOSITION.....	20
<u>7</u>	<u>CONCLUSION</u>	<u>21</u>

TABLEAUX ET FIGURES

Figure 1 : Représentation du schéma conceptuel.....	9
Figure 2 : Comparaison des QD	19
Tableau 1 : Concentrations maximales au niveau de la source	6
Tableau 2 : Caractéristiques des populations cibles	7
Tableau 3 : Calcul des DJE « ingestion de sol »	14
Tableau 4 : Calcul des DJE « ingestion de végétaux »	16
Tableau 5 : VTR retenues pour une exposition par ingestion	17
Tableau 6 : Quotients de danger « ingestion de sol »	18
Tableau 7 : Quotients de danger « ingestion de végétaux »	18
Tableau 8 : Quotients de danger toutes voies confondues	18

1 CADRE DE LA MISSION

1.1 METHODOLOGIE UTILISEE

La présente étude a été réalisée conformément à la politique nationale de gestion des sites et sols pollués, décrite par les textes du ministère en charge de l'Environnement en date du 8 février 2007, ainsi qu'à la norme NF X 31-620 de juin 2011 sur les prestations de services relatives aux sites et sols pollués.

En référence à cette norme, la mission exécutée correspond à la prestation unitaire **A320** (analyse des enjeux sanitaires). Elle correspond à une **Analyse des Risques Résiduels (ARR)** destinée à valider les mesures définies dans le plan de gestion.

Nous rappelons que la démarche de l'EQRS correspond à une approche théorique d'une situation environnementale donnée. Tout en constituant une aide à la décision, elle n'a pas pour objet de prédire avec exactitude l'ensemble des interactions futures entre les usagers du site et les milieux étudiés.

1.2 LA DEMARCHE D'EQRS

L'évaluation des risques sanitaires est une démarche mise au point aux Etats-Unis dans les années 1980, qui a pour objectif d'évaluer l'impact des substances mises en évidence sur un site et qui constituent une source de pollution pour l'homme, en prenant en compte les divers usages du site.

La démarche suivie est basée sur les principes énoncés par :

- l'annexe 2 du courrier du ministère de l'Environnement en date du 08/02/2007 : « Modalités de gestion et de réaménagement des sites pollués », notamment le chapitre relatif à l'Analyse des Risques Résiduels ;
- le document de l'INERIS de 2006 intitulé « La démarche d'évaluation des risques sanitaires : origine, objectifs et postulats aux Etats-Unis » ;
- le guide d'évaluation des risques sanitaires dans les études d'impact des ICPE 2003 de l'INERIS.

L'approche des risques a été déterminée en considérant une exposition de type chronique, c'est-à-dire des expositions récurrentes ou continues correspondant à une fraction significative de la durée de vie. Elle correspond à une évaluation de premier niveau telle que définie par le guide de l'INERIS.

L'évaluation du risque sanitaire de premier niveau est « semi-quantitative » dans le sens où seule une estimation déterministe du risque, basée principalement sur des hypothèses considérées comme vraisemblablement majorantes, est obtenue.

2 PARAMETRES DE L'EQRS

2.1 DEFINITION DU SCHEMA CONCEPTUEL

2.1.1 Définition des sources, choix des substances

Au vu des résultats des investigations menées sur le site, deux sources ont été définies :

- **Source 1 :**

Sols présentant des anomalies ponctuelles en cuivre, plomb, nickel, zinc, ainsi qu'en hydrocarbures totaux (fractions C21-C40).

Il ne s'agit pas d'une zone source à proprement parler, dans la mesure où aucune zone de sol contaminé n'a pu être circonscrite. Tout le site est *a priori* concerné, les anomalies ayant été détectées de manière isolée dans des secteurs divers.

Le tableau suivant présente les concentrations maximales relevées dans les sols de la source 1 ainsi que, plus spécifiquement, dans les sols de surface (échantillons prélevés dans le premier horizon de sol, jusqu'à une profondeur de 0,4 à 1 m).

Source	Substance	C. max sols	C. max « sols de surface »
Source 1 (sols)	Hydrocarbures C21-C40	1400 mg/kg MS	1400 mg/kg MS
	Cuivre (Cu)	460 mg/kg MS	460 mg/kg MS
	Plomb (Pb)	110 mg/kg MS	43 mg/kg MS
	Nickel (Ni)	130 mg/kg MS	130 mg/kg MS
	Zinc (Zn)	580 mg/kg MS	180 mg/kg MS

Tableau 1 : Concentrations maximales au niveau de la source

- **Source 2 :**

Au droit d'une ancienne cabine de sablage, horizon de sol contaminé par les COHV. Selon les estimations réalisées, la zone de sol contaminée présenterait une surface de l'ordre de 400 m², pour une épaisseur d'environ 20 cm, soit un volume de l'ordre de 80 m³.

Le plan de gestion prévoit le traitement de cette source préalablement à l'aménagement du site. Il n'en sera donc pas tenu compte dans le cadre de l'analyse des risques résiduels.

2.1.2 Choix des populations cibles

Le projet d'aménagement du site n'est pas défini à l'heure actuelle. Dans le cadre d'un usage résidentiel, l'aménagement le plus sensible correspondrait à une habitation individuelle avec jardin. En effet les activités extérieures telles que le jardinage sont des facteurs d'exposition aux sols potentiellement contaminés.

Le scénario retenu dans le cadre de l'EQRS est celui d'une habitation individuelle avec jardin privatif.

Nous tiendrons compte de l'hypothèse selon laquelle les usagers du site se trouveront nécessairement en contact avec la source-sol (absence de recouvrement par un apport de terre végétale, parking, terrasse, etc.).

Deux catégories de population cible sont retenues dans ce scénario :

- **les résidents enfants (0 à 6 ans),**
- **les résidents adultes.**

Les caractéristiques prises en compte pour ces populations et utilisées lors des calculs de risque sont présentées dans le tableau ci-après. Il s'agit de données issues de la littérature et utilisées par la plupart des organismes.

Concernant la fréquence d'exposition, en l'absence de connaissances précises sur les habitudes des futurs usagers, des données théoriques et majorantes ont été retenues. En particulier, nous supposons que les usagers du site fréquenteront celui-ci 365 jours par an et 24 heures par jour.

Paramètre	Enfants	Adultes
Temps d'exposition annuel	365 j/an	365 j/an
Temps d'exposition journalier	24 h/jour	24 h/jour
Masse corporelle	15 kg	70 kg
Durée d'exposition	6 ans	30 ans
Durée vie entière	70 ans	70 ans

Tableau 2 : Caractéristiques des populations cibles

2.1.3 Voies de transfert

Les polluants présents dans les sols peuvent se déplacer d'un milieu à l'autre par de nombreux moyens : évaporation et migration sous forme gazeuse, lessivage par l'eau de pluie et infiltration en profondeur, transport par ruissellement des eaux de surface, envols de poussière, remaniement par des travaux souterrains, bioconcentration par les plantes, etc.

Dans le cas présent, les substances caractérisant la source sont des métaux et des hydrocarbures « lourds », dont le potentiel volatil est négligeable sinon nul. De plus, les analyses complémentaires mises en œuvre en juin 2014 ont mis en évidence le caractère peu lixiviable de ces éléments dans les sols du site. Le ruissellement des eaux de pluie sur les sols non imperméabilisés et végétalisés peut être considéré comme négligeable en l'absence de forte pente sur le site ou d'aléa inondation. Enfin, l'aménagement du site ne prévoit pas de remaniement important des sols.

Compte tenu de ces notions, les voies de transfert prises en compte dans le cadre de l'EQRs seront l'envol de poussières et la bioconcentration par les plantes.

2.1.4 Voies d'exposition

Plusieurs modes d'exposition peuvent intervenir entre une substance et l'organisme : la voie orale, l'inhalation et la voie cutanée.

Les éléments métalliques tels que le cuivre, le plomb, le nickel et le zinc ne sont pas considérés comme volatils dans les conditions naturelles. Ils ne peuvent donc pas être inhalés à l'état gazeux. En revanche, ils peuvent être adsorbés sur des poussières en suspension dans l'air et être ingérés sous cette forme. Par ailleurs, les métaux sont peu sujets à l'absorption cutanée, pour laquelle les données disponibles sont rares et incomplètes. Ainsi, la voie d'exposition « contact cutané » ne sera pas prise en compte.

L'exposition par voie orale peut être directe (ingestion de sol, notamment par les enfants, et ingestion de poussières) ou indirecte en cas de consommation de végétaux cultivés sur site.

Les voies d'exposition retenues dans le cadre de l'EQRs sont l'ingestion directe de sol et de poussières et l'ingestion de végétaux autoproduits.

2.1.5 Représentation du schéma conceptuel

SCENARIO : MAISON INDIVIDUELLE AVEC JARDIN

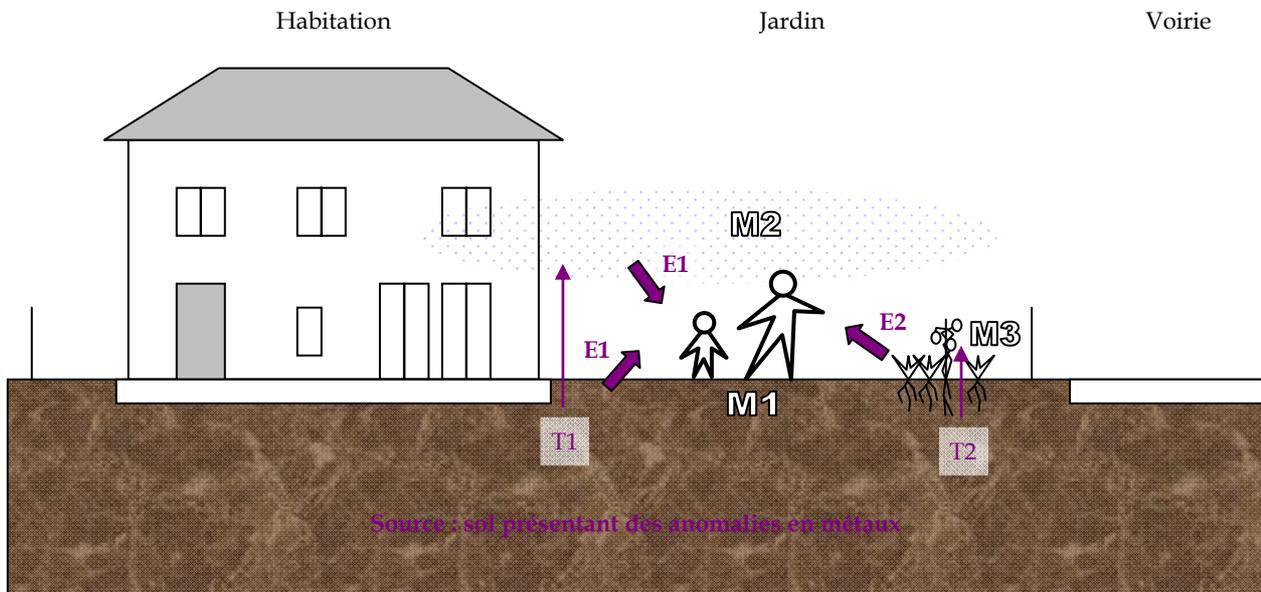


Figure 1 : Représentation du schéma conceptuel

Voies de transfert :

- ↑ T1 : envols de poussières
- ↑ T2 : transfert sol-plante

Milieux d'exposition :

- M1 : sol de surface (0 à 0,3 m)
- M2 : air ambiant
- M3 : fruits et légumes

Voies d'exposition :

- ↑ E1 : ingestion de sol et de poussières
- ↑ E2 : ingestion de végétaux autoproduits

Cibles :

Résidents adultes et enfants



2.2 PROPRIETES DES SUBSTANCES

2.2.1 Propriétés physico-chimiques

▪ Eléments Traces Métalliques

Substance	Présence dans la nature	Comportement dans les milieux
Cuivre Fiche INERIS du 11/03/2005.	Les concentrations ubiquitaires du cuivre dans les sols français seraient comprises entre 10 et 40 mg/kg (estimation basée sur des valeurs fournies par Juste et al., 1995). Les formes naturelles les plus courantes sont les sulfures et les oxydes de cuivre.	Le comportement du cuivre dans le sol dépend de nombreux facteurs. La plus grande partie du cuivre reste fortement adsorbée dans les premiers cm du sol, spécialement sur les matières organiques (Adriano, 1986 ; ATSDR, 1990 ; Dameron et Howe, 1998). Les sels de cuivre sont plus ou moins solubles dans l'eau. la majorité du cuivre rejeté dans l'eau est sous forme particulaire. Le cuivre est rejeté dans l'atmosphère sous forme particulaire.
Plomb Fiche INERIS du 03/02/2003.	Le plomb est présent naturellement dans les sols, en des teneurs de 5 à 60 mg/kg (Juste et al., 1995 ; ATSDR, 1996 ; IUCLID, 1996). Des concentrations supérieures à 110 mg/kg seraient un indicateur de la présence d'une source de contamination à proximité (Juste et al., 1995) Les principaux minéraux sont la galène (PbS), la cérusite (PbCO ₃) et l'anglésite (PbSO ₄).	La mobilité du plomb dans le sol est très faible, il a ainsi tendance à s'accumuler dans les horizons de surface (et plus précisément dans les horizons riches en matière organique). Cela est valable pour le plomb naturel, mais également pour le plomb anthropique, et spécialement pour les sols ayant au moins 5 % de matière organique et un pH supérieur à 5. La plupart des composés inorganiques du plomb sont peu solubles dans l'eau. Dans le milieu aquatique, le plomb a tendance à être éliminé en migrant vers les sédiments par adsorption sur la matière organique et les minéraux d'argile. Les composés inorganiques du plomb ne sont pas volatils.
Nickel Fiche INERIS du 27/07/2006.	Le nickel est naturellement présent dans l'environnement, notamment dans des minerais tels que la chalcopirite, la pentlandite, la garniérite. Sa concentration ubiquitaire dans les sols français serait de l'ordre de 20 mg/kg (ATSDR, 1997).	Dans les sols, les principales formes du nickel sont adsorbés à la surface d'oxydes de fer, d'aluminium ou de manganèse (Kabata-Pendias et Pendias, 1992 ; McGrath, 1995 ; ATSDR, 1997) et dans une moindre mesure à la surface de minéraux argileux. Le comportement du nickel dans l'environnement, notamment sa biodisponibilité, dépend de sa spéciation et de son état physico-chimique. La solubilité des composés du nickel est très variable. Les composés du nickel sont présents dans l'atmosphère sous forme particulaire, excepté le nickel tétracarbonyle qu'on trouve exclusivement en phase vapeur.

Substance	Présence dans la nature	Comportement dans les milieux
Zinc Fiche INERIS du 14/03/2005.	<p>Le zinc, principalement sous forme de sulfure (blende) est assez uniformément distribué dans les roches magmatiques (40 à 120 mg/kg). Sa concentration est un peu plus élevée dans les sédiments argileux (80 à 120 mg/kg) et les schistes alors qu'elle est plus faible dans les roches-mères sableuses.</p> <p>Les concentrations ubiquitaires dans les sols en général seraient de l'ordre de 10 à 300 mg/kg (donnée extraire de ADEME, 1995 et HSDB, 2000).</p>	<p>Dans l'environnement, le zinc se trouve principalement à l'état d'oxydation +2 (souvent ZnS), mais plusieurs autres formes ioniques peuvent se trouver dans le sol. Il s'accumule à la surface des sols et son gradient diminue puis croît avec la profondeur, parallèlement avec la teneur en azote et en fer.</p> <p>Le chlorure de zinc et le sulfate de zinc sont très solubles dans l'eau, mais peuvent s'hydrolyser pour former un précipité d'hydroxyde de zinc, sous conditions réductrices.</p> <p>Les composés du zinc ne sont pas volatils et ne sont présents dans l'air que sous forme particulaire.</p>

▪ **Hydrocarbures C21-C40**

Il s'agit d'un mélange de produits hydrocarbonés dont le détail n'est pas connu. Ils se répartissent entre deux catégories : les hydrocarbures aromatiques et les hydrocarbures aliphatiques, ces derniers étant souvent majoritaires dans les mélanges de type huile ou gazole.

A titre de simplification et dans la mesure où d'autres analyses de sol ont spécifiquement porté sur les principaux hydrocarbures aromatiques (BTEX et HAP), nous considérerons que les composés détectés sont des **hydrocarbures aliphatiques**.

Les hydrocarbures dont les chaînes carbonées comprennent plus de 16 atomes de carbones sont considérés comme non volatils.

2.2.2 Propriétés toxicologiques

Les données ci-après sont extraites des fiches INERIS disponibles pour chaque substance.

Concernant les effets cancérigènes, la plupart des substances étudiées font l'objet d'un classement par plusieurs organismes : le CIRC-IARC (International Agency for Research on Cancer), l'USEPA et l'Union Européenne. Ce classement, qui indique si la substance a été reconnue ou non comme cancérigène, a été reporté dans le tableau.

▪ **Eléments Traces Métalliques**

Substance	Devenir dans l'organisme	Effets toxiques et cancérogènes
<p>Cuivre Fiche INERIS du 11/03/2005.</p>	<p>L'absorption de cuivre est possible par toutes les voies mais elle s'effectue de manière prépondérante par voie orale et absorption gastro-intestinale. L'absorption pulmonaire de cuivre sous forme de poussières ou de fumées est possible mais le taux d'absorption par cette voie chez l'homme n'est pas déterminé.</p> <p>Les données disponibles indiquent une absorption par voie digestive de 15 à 97 %. Aucune information n'est disponible quant au taux d'absorption du cuivre par voie pulmonaire.</p>	<p>Les principaux organes cibles pour l'homme sont le foie et la peau.</p> <p>L'inhalation de poussières ou de fumées de cuivre peut entraîner une irritation des troubles des voies aériennes supérieures et des troubles gastro-intestinaux (anorexie, nausée, diarrhée, syndrome de « fièvres de fumées de métaux »).</p> <p>L'intoxication au cuivre par ingestion entraîne essentiellement des troubles gastro-intestinaux.</p> <p>Par voie cutanée, le cuivre et ses sels induisent une dermatite de contact allergique prurigineuse.</p> <p>Le cuivre n'est classé comme substance cancérogène par aucun des organismes précédemment cités.</p>
<p>Plomb Fiche INERIS du 03/02/2003.</p>	<p>Le plomb pénètre dans l'organisme essentiellement par voie digestive et par voie pulmonaire, la principale voie d'absorption étant digestive. L'absorption cutanée est négligeable pour les composés inorganiques.</p> <p>L'absorption du plomb par voie digestive est estimée entre 5 et 10 % pour les adultes et entre 20 et 50 % pour les enfants (les plus forts taux correspondant aux enfants en bas âge). Par voie pulmonaire, les taux avancés pour les adultes sont de 20 à 35 %.</p>	<p>Chez l'adulte, les intoxications chroniques sévères se traduisent par une encéphalopathie saturnique grave. Pour des intoxications moins importantes, des troubles d'ordres neurologiques ont été observés. Chez l'enfant, on observe un effet sur le développement cérébral et les fonctions cognitives.</p> <p>Par ailleurs, les autres effets recensés par ingestion de plomb sont : effets sur le système nerveux périphérique (paralysie), effets hématologiques (anémie), effets rénaux (insuffisance rénale, etc...), effets sur le système cardio-vasculaire (hypertension).</p> <p>L'inhalation de poussières fines émises dans l'atmosphère à partir de sources générant du plomb (peinture, ...). Cependant, il est difficile d'identifier cette voie de transfert par rapport à l'ingestion, les effets précédents du plomb peuvent être repris puisque ces derniers sont identifiés à partir de la dose interne de plomb dans le sang (plombémie).</p> <p>L'ensemble des organismes précédemment cités tend à classer le plomb et ses dérivés comme des substances qui pourraient être potentiellement cancérogènes pour l'homme (groupe 2B pour le CIRC et B2 pour l'USEPA).</p> <p>Chez l'homme, une conjonction de données indique qu'une exposition professionnelle au plomb pourrait être associée à un risque accru de cancer bronchique ou du rein.</p>

Substance	Devenir dans l'organisme	Effets toxiques et cancérigènes
<p>Nickel Fiche INERIS du 27/07/2006.</p>	<p>Le nickel et ses composés sont absorbés par les voies respiratoires et dans une moindre mesure par le tube digestif. L'absorption du nickel par voie cutanée est peu significative quantitativement.</p> <p>Les données disponibles mettent en évidence une absorption digestive pouvant varier entre 1 % (nourriture) et 50 % (eau de boisson) et une absorption pulmonaire de l'ordre de 20 à 35 %.</p>	<p>Les principaux organes cibles pour l'homme sont les poumons et les reins.</p> <p>Chez l'homme, le système respiratoire est la cible principale de la toxicité du nickel par inhalation. Les effets respiratoires sont de type bronchite chronique et emphysème.</p> <p>L'exposition cutanée au nickel peut entraîner une dermite de contact.</p> <p>D'après le CIRC-IARC (1990), les composés du nickel sont classés cancérigènes pour l'homme. Le nickel métallique est classé « probablement cancérigène pour l'homme ».</p>
<p>Zinc Fiche INERIS du 14/03/2005.</p>	<p>Le zinc est un des oligo-éléments les plus abondants chez l'homme. Il intervient au niveau de la croissance, du développement osseux et cérébral, de la reproduction, du développement fœtal et autres.</p> <p>Il est absorbé à 20-30 % par voie digestive. Le taux d'absorption par voie pulmonaire n'est pas connu.</p>	<p>Le zinc, sous forme métallique, présente une faible toxicité par inhalation et par voie orale. Par contre, certains composés du zinc sont responsables d'effets délétères chez l'homme et l'animal.</p> <p>Par voie orale, des crampes d'estomac, des nausées et des vomissements ont été observés chez des volontaires ayant ingéré du sulfate de zinc.</p> <p>Les symptômes liés à l'exposition du zinc sous forme de vapeur sont la gorge sèche et douloureuse, la toux, la fièvre et des douleurs musculaires. Des cas de mortalité ont été recensés après l'inhalation importante de fumée contenant du chlorure de zinc.</p> <p>Le zinc n'est classé comme substance cancérigène par aucun des organismes précédemment cités.</p>

▪ **Hydrocarbures totaux (HCT)**

Les **hydrocarbures**, toutes substances confondues, sont toxiques pour l'homme. Selon les travaux du TPHCWG (volume 4), les principales voies d'exposition sont l'inhalation et l'ingestion. Pour les fractions aliphatiques C21 à C35, un impact hépatique est le premier effet mentionné par le TPHCWG.

Ces composés ne font l'objet d'aucun classement générique vis-à-vis de leur cancérogénicité.

3 CALCUL DES DJE

Les calculs des doses journalières d'exposition ont été élaborés sur la base des formules recommandées par l'INERIS, l'US EPA et le RIVM.

3.1 **INGESTION DE SOL ET DE POUSSIÈRES**

3.1.1 **Méthode de calcul**

$$DJE \text{ (en mg/kg/j)} = C_{sol} \times CF \times IR \times fa \times EA/365 \times DE/DV \times 1/P$$

Avec :

C_{sol} = concentration de la substance dans le sol (mg/kg).

CF = facteur de conversion (1.10^{-6}).

IR = quantité de sol ingéré (mg sol/j).

Valeurs moyennes proposées par l'INERIS : 50 mg/j pour les adultes et 150 mg/j pour les enfants.

fa = fraction absorbée de polluant (dans une approche conservatoire du risque, fa = 1) ;

EA = fréquence d'exposition annuelle (j/an).

DE = durée d'exposition de la population (an), prise à 6 ans pour les enfants et 30 ans pour les adultes.

DV = durée (an) sur laquelle l'exposition est pondérée. Pour les effets à seuil la méthode US EPA impose que DV = DE. Pour les effets cancérogènes sans seuil une valeur de DV = 70 ans est imposée.

P = masse corporelle de la cible. Prise à 70 kg pour un adulte et 15 kg pour un enfant (0 à 6 ans).

3.1.2 **Présentation des résultats**

Source	Substance	C _{sol} (mg/kg MS)	DJE ENFANTS (mg/kg/j)	
			Effets à seuil	Effets sans seuil
SOLS DE SURFACE	Cuivre	460	4.60E-03	3.94E-04
	Plomb	43	4.30E-04	3.69E-05
	Nickel	130	1.30E-03	1.11E-04
	Zinc	180	1.80E-03	1.54E-04
	HCT C10-40	1400	1.40E-02	1.20E-03

Source	Substance	C _{sol} (mg/kg MS)	DJE ADULTES (mg/kg/j)	
			Effets à seuil	Effets sans seuil
SOLS DE SURFACE	Cuivre	460	3.29E-04	1.41E-04
	Plomb	43	3.07E-05	1.32E-05
	Nickel	130	9.29E-05	3.98E-05
	Zinc	180	1.29E-04	5.51E-05
	HCT C10-40	1400	1.00E-03	4.29E-04

Tableau 3 : Calcul des DJE « ingestion de sol »

3.2 INGESTION DE VEGETAUX AUTOPRODUITS

3.2.1 Méthode de calcul

Ce calcul concerne uniquement les métaux

$$DJE = C_{sol} \times Q_{vr} \times BCFr \times Q_{va} \times BCFa \times DE/DV \times 1/P \text{ (en mg/kg/j)}$$

Avec :

C_{sol} = concentration de la substance dans le sol (mg/kg).

Q_{vr} = quantité de végétaux racines consommée (kg/j poids sec).

Q_{va} = quantité de végétaux aériens consommée (kg/j poids sec).

Ces paramètres ont été déterminés à partir d'une étude INSEE réalisée dans le Val-de-Marne, dont les résultats ont été exploités par l'INERIS (*Méthode de calcul des VCI dans les sols*, 2001).

Les valeurs ainsi estimées sont les suivantes :

kg/j poids sec	Adultes	Enfants
Qvr	1,18E-02	7,47E-03
Qva	7,63E-03	3,47E-03

$BCFr$ = facteur de bioconcentration dans les parties souterraines de la plante.

$BCFa$ = facteur de bioconcentration dans les parties aériennes de la plante.

Ces valeurs, relatives aux éléments traces métalliques, sont différentes pour chaque substance. Elles dépendent également de nombreux autres facteurs tels que la variété de plante, la nature du sol, le climat, etc. Des facteurs de bioconcentration simplifiés sont proposés par le RIVM pour son modèle de calcul C_{soil} (d'après Bockting & Van den Berg, 1992) :

BCFr	BCFa	ETM
0.1	0.1	Cuivre
0.1	0.07	Nickel
0.03	0.001	Plomb
0.4	0.1	Zinc

DE = durée d'exposition de la population (an).

DV = durée d'exposition (an) sur laquelle l'exposition est pondérée. Pour les effets systémiques (ou à seuil) la méthode US EPA impose que $DV = DE$. Pour les effets cancérigènes (ou sans seuil) une valeur de $DV = 70$ ans est imposée.

P = masse corporelle de la cible. Prise à 70 kg pour un adulte et 15 kg pour un enfant.

3.2.2 Présentation des résultats

Le tableau suivant présente les DJE calculées pour les cibles enfants et adultes dans le cadre d'une exposition par ingestion de végétaux autoproduits.

Source	Substance	Cso1 (mg/kg MS)	DJE ENFANTS (mg/kg/j)	
			Effets à seuil	Effets sans seuil
SOLS DE SURFACE	Cuivre	460.00	3.35E-02	2.88E-03
	Plomb	43.00	6.52E-04	5.59E-05
	Nickel	130.00	8.58E-03	7.35E-04
	Zinc	180.00	4.00E-02	3.43E-03
	HCT C21-40	1400.00	ND	ND

Source	Substance	Cso1 (mg/kg MS)	DJE ADULTES (mg/kg/j)	
			Effets à seuil	Effets sans seuil
SOLS DE SURFACE	Cuivre	460.00	1.28E-02	5.47E-03
	Plomb	43.00	2.22E-04	9.51E-05
	Nickel	130.00	3.18E-03	1.36E-03
	Zinc	180.00	1.41E-02	6.04E-03
	HCT C10-40	1400.00	ND	ND

Tableau 4 : Calcul des DJE « ingestion de végétaux »

4 CHOIX DES VTR

Il existe deux types de valeurs toxicologiques de référence :

- pour les effets systémiques, dits à seuil : désignées par l'USEPA sous les termes RfC et RfD ;
- pour les effets cancérigènes, dits sans seuil : ce sont les ERU (excès de risque unitaire).

La VTR utilisée doit correspondre au type de population étudié, à la durée d'exposition et à la voie d'exposition pour laquelle le risque est calculé.

Des valeurs toxicologiques de référence (VTR) ont été définies pour de nombreuses substances polluantes par des organismes spécialisés tels que : OMS, USEPA, ATSDR, OEHHA, RIVM, Santé Canada, FoBig.

Le choix des valeurs toxicologiques de référence est prépondérant dans le cadre de l'EQRS car ces valeurs, qui impactent directement le résultat de l'évaluation, peuvent largement différer d'un organisme à l'autre. Ce choix doit notamment s'appuyer sur la transparence et la pertinence des études qui ont conduit à l'établissement de la VTR, la justification des coefficients de sécurité appliqués, la renommée de l'organisme concerné, etc.

Dans le cas des éléments traces métalliques, l'INERIS a effectué un travail d'analyse des VTR existantes et fournit des préconisations quant au choix des valeurs à utiliser. Ces préconisations, détaillées dans le document de l'INERIS « Point sur les VTR - Mars 2009 », ont été suivies dans le cadre de la présente EQRS.

Les valeurs toxicologiques de référence ainsi retenues sont les suivantes :

Substances	VTR VOIE ORALE			
	Effets à seuil (Rfd)		Effets sans seuil (ERUo)	
	mg/kg/j	Origine	mg/kg/j	Origine
Cuivre	1,40.10 ⁻¹	RIVM 2001	ND	ND
Plomb	3,50.10 ⁻³	OMS 2004	non retenu par l'INERIS	
Nickel	2,00.10 ⁻²	USEPA 1995	ND	ND
Zinc	3,00.10 ⁻¹	ATSDR 94/USEPA 92	ND	ND
Aliphatiques C17-C35	2,00	TPHCWG 1997	ND	ND

Tableau 5 : VTR retenues pour une exposition par ingestion

Aucune VTR n'est retenue pour les effets sans seuils potentiellement induits par les substances étudiées.

5 EVALUATION QUANTITATIVE DES RISQUES SANITAIRES

5.1 EVALUATION DES RISQUES POUR LES EFFETS « A SEUIL »

On définit un quotient de danger (QD) ou HQ (hazard quotient – USEPA) :

$$QD = DJE/VTR$$

DJE = dose journalière d'exposition, ou concentration inhalée (Ci).

VTR = dose journalière admissible ou concentration admissible dans l'air.

Il est admis que la survenue d'un effet toxique sera fonction de la somme des quotients de dangers liés aux différentes voies d'administration d'une même substance :

- si $QD < 1$ la survenue d'un effet toxique apparaît peu probable même pour une population sensible ;
- si $QD > 1$ l'effet toxique peut vraisemblablement apparaître.

Les quotients de danger liés à différentes substances ne doivent être additionnés qu'à la condition que les modes d'action toxique des produits concernés soient comparables (mêmes organes cibles, mêmes pathologies, etc.).

En l'absence de modes d'action communs, les quotients de danger ne seront pas additionnés dans le cas présent.

5.1.1 Ingestion de sol et de poussières

Le tableau suivant présente les quotients de danger calculés dans le cadre d'une exposition par ingestion de sol, pour les cibles adultes et enfants résidant sur le site :

Source	Substance	Csol (mg/kg MS)	Quotients de Danger (QD)	
			Enfants	Adultes
SOLS DE SURFACE	Cuivre	460	3.29E-02	2.35E-03
	Plomb	43	1.23E-01	8.78E-03
	Nickel	130	6.50E-02	4.64E-03
	Zinc	180	6.00E-03	4.29E-04
	HCT C21-40	1400	7.00E-03	5.00E-04

Tableau 6 : Quotients de danger « ingestion de sol »

5.1.2 Ingestion de végétaux autoproduits

Le tableau suivant présente les quotients de danger calculés dans le cadre d'une exposition par ingestion de légumes produits sur le site, pour les cibles adultes et enfants résidant sur le site :

Source	Substance	Csol (mg/kg MS)	Quotients de Danger (QD)	
			Enfants	Adultes
SOLS DE SURFACE	Cuivre	460.00	2.40E-01	9.12E-02
	Plomb	43.00	1.86E-01	6.34E-02
	Nickel	130.00	4.29E-01	1.59E-01
	Zinc	180.00	1.33E-01	4.70E-02
	HCT C21-40	1400.00	ND	ND

Tableau 7 : Quotients de danger « ingestion de végétaux »

5.1.3 Somme des quotients de danger et bilan

Le tableau suivant présente la somme des quotients de danger calculés précédemment pour chaque substance, toutes voies confondues, pour les cibles adultes et enfants fréquentant le site.

Source	Substance	Csol (mg/kg MS)	Quotients de Danger (QD)	
			Enfants	Adultes
SOLS DE SURFACE	Cuivre	460	2.72E-01	9.35E-02
	Plomb	43	3.09E-01	7.22E-02
	Nickel	130	4.94E-01	1.64E-01
	Zinc	180	1.39E-01	4.74E-02
	HCT C21-40	1400	7.00E-03	5.00E-04

Tableau 8 : Quotients de danger toutes voies confondues

Pour chacune des substances prises en compte, l'évaluation met en évidence un quotient de danger acceptable pour les résidents enfants et adultes fréquentant le site.

Les graphiques suivants permettent de comparer les quotients de danger calculés pour les différentes substances et les différentes voies d'exposition :

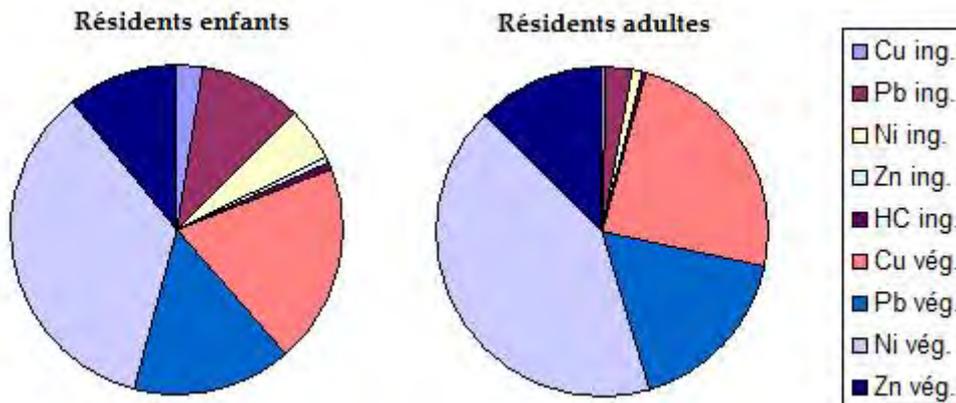


Figure 2 : Comparaison des QD

Ces graphiques montrent que les quotients de danger calculés pour une exposition par l'intermédiaire de la consommation de légumes autoproduits sont nettement plus élevés que les quotients de danger calculé pour une exposition par ingestion directe de sol.

5.2 EVALUATION DES EXCES DE RISQUE POUR LES EFFETS SANS SEUIL

En l'absence de VTR correspondant aux effets sans seuil, aucun excès de risque individuel (ERI) ne peut être quantifié.

6 DISCUSSION DES RESULTATS

6.1 CHOIX DES SUBSTANCES ET DES CONCENTRATIONS D'EXPOSITION

Les substances prises en compte pour l'analyse des risques résiduels sont celles pour lesquelles une ou plusieurs concentrations anormalement élevées ont été mises en évidence dans les sols, à l'exception des COHV pour lesquelles un traitement est préconisé.

Les concentrations prises en compte correspondent, pour chaque élément, au maximum relevé dans les sols de surface du site. Il s'agit d'une approche conservatoire du risque, retenue en raison du faible nombre de données.

6.2 CHOIX DES VOIES D'EXPOSITION

Les voies d'exposition retenues (ingestion de sol et de poussière, ingestion de végétaux cultivés sur le site) sont justifiées dans le cas de substances présentes en surface des sols et dont la volatilité est négligeable, voire nulle.

6.3 CHOIX DES PARAMETRES D'EXPOSITION

A défaut de données précises quant aux habitudes des futurs usagers du site, des choix sécuritaires ont été faits quant à l'estimation de la fréquence d'exposition. En effet, une fréquentation continue du site a été prise en compte, soit 24h/jour et 365 jours/an.

Les autres paramètres utilisés (poids corporel, taux d'ingestion de sol, etc.) correspondent à des données issues de la littérature et fréquemment employées dans le cadre d'études de ce type. Une incertitude plus ou moins importante affecte cependant la plupart de ces facteurs, qui ont été déterminés sur la base d'expérimentations diverses.

Les hydrocarbures n'ont pas été retenus dans le cadre d'une exposition par ingestion de végétaux, car leur potentiel de transfert du sol vers les plantes ne peut être évalué en l'absence de données quant à leur composition exacte.

7 CONCLUSION

Dans le cadre d'un plan de gestion relatif au projet d'aménagement résidentiel du 2 rue du Stade à Arbouans (25), une Analyse des Risques Résiduels a été réalisée.

Cette évaluation a été conduite sur la base des résultats d'analyse issus de deux campagnes d'investigations menées par Terrest Ingénierie en 2012. Elle suppose la suppression préalable d'une source de pollution constituée de sol contaminé par les COHV, et tient compte des paramètres suivants :

- scénario : maison individuelle avec jardin ;
- substances retenues : cuivre, nickel, plomb, zinc, hydrocarbures totaux (considérés comme des aliphatiques C21-C40) ;
- voies d'exposition considérées : ingestion de sol et de poussières, ingestion de végétaux autoproducts ;
- cibles : enfants et adultes résidant sur le site.

Les quotients de dangers (QD), qui caractérisent le risque toxique, ont été comparés au seuil d'acceptabilité (égal à 1) rapporté par les textes du 8 février 2007 relatif à la gestion des sites et sols pollués. Les excès de risque individuels (ERI), qui caractérisent l'excès de risque cancérigène, n'ont pas pu être calculés en l'absence de VTR propres à ces effets, pour une exposition par voie orale.

Compte tenu des hypothèses retenues, l'évaluation met en évidence des quotients de danger acceptables pour les enfants et les adultes fréquentant le site.

L'évaluation quantitative des risques sanitaires n'est valable que dans le cadre des paramètres et des hypothèses d'aménagement décrits dans le présent document. En cas de changement d'usage ou de nouvelles informations relatives à la qualité des sols et du sous-sol, cette évaluation devra être réactualisée.