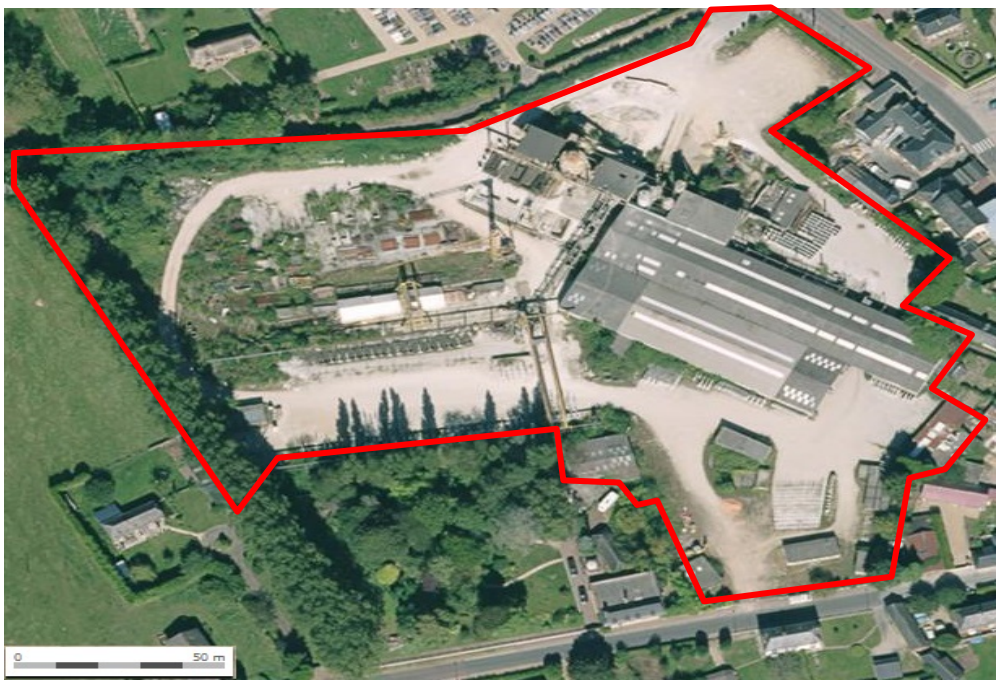
Synthèse des études environnementales et des mesures de gestion réalisées

ANCIEN SITE DE PRODUCTION SAB
Rue Jean de la Varende
14590 MOYAUX

V01 – 20/09/2018



Paris

15, avenue du Centre
78280 Guyancourt
Tél. : 01 39 41 42 84
Fax : 01 39 41 57 49

Nantes

7 rue de la Rainière
Parc du Perray
44 339 Nantes Cedex
Tel : 02 40 13 12 00
Fax : 02 40 05 20 62

Nancy

ECOPARC - OCEANIS Bâtiment B2
– 97, rue Haroun Tazieff
54320 MAXEVILLE
Tél. : 03 83 93 73 90
Fax : 03 83 93 73 01

Lyon

Le Carat
170 avenue Thiers
69455 LYON Cedex 06
Tél. : 04 37 72 34 70
Fax : 04 37 72 27 17

Informations générales

Identification

N° projet	Version	Date	Nbre pages (hors annexes)	Annexes
E2529P01	01	20/09/2018	34	8

Contrôle qualité

Rédaction	Validation	Approbation
D. VALENTIN *(Partie Synthèse)* G. DALEGRE *(Partie EQRS)*	S. BEAUPERE Contrôleur	P. SAUTOUR Superviseur

Destinataires

Nom	Société	Coordonnées	Envoyé le :
M. LEBON	SAB Mur Béton	06.80.45.52.67	20/09/2018

Votre contact pour toute question

Pierre SAUTOUR Téléphone : 06.18.30.43.91 Email : pierre.sautour@egis.fr	EGIS Structures et Environnement 7, Rue de la Rainière, Parc du Perray 44 339 Nantes Cedex Tel : 02.40.13.12.00

Liste des prestations de la norme NFX 31-620-2 applicables à l'étude

NORME NF X 31-620-2		
DOMAINES	**PRESTATIONS**	**DOMAINES APPLIQUES**
A100	Visite du site	☐
A110	Etudes historiques, documentaires, mémorielles	☐
A120	Etudes de vulnérabilité des milieux	☐
A200	Prélèvements, mesures, observations, analyses des sols	☑
A210	Prélèvements, mesures, observations, analyses des eaux souterraines	☐
A220	Prélèvements, mesures, observations, analyses des eaux superficielles, sédiments	☐
A230	Prélèvements, mesures, observations, analyses sur gaz du sol	☑
A240	Prélèvements, mesures, observations, analyses sur air ambiant et poussières atmosphériques	☐
A250	Prélèvements, mesures, observations, analyses sur denrées alimentaires	☐
A260	Prélèvements, mesures, observations, analyses sur terres excavées	☐
A300	Analyse des enjeux sur les ressources en eaux	☐
A310	Analyse des enjeux sur les ressources environnementales	☐
A320	Analyse des enjeux sanitaires	☑
A330	Identification des différentes options de gestion, bilan coûts/avantages	☐
A400	Dossiers de restriction d'usage, de servitudes	☐
AMO	Assistance à maîtrise d'ouvrage	☐
CONT	Contrôles	☐
CPIS	Conception de programmes d'investigations ou surveillance	☐
EVAL	Evaluation (ou audit) environnemental SSP	☑
IEM	Interprétation de l'état des milieux	☐
LEVE	Levée de doute sur le site (méthodologie nationale ou non)	☐
PG	Plan de gestion (réhabilitation ou aménagement du site)	☐
XPER	Expertise dans le domaine SSP	☐

Résumé non technique

1. IDENTIFICATION DU SITE

Adresse du site : Rue Jean de la Varende – 14590 MOYAUX

Références cadastrales : parcelles n°148, 389, 415, 439, 440, 441, 442, 443, 444 de la section AB du cadastre de la ville de MOYAUX.

Surface du terrain : 24 226 m².

2. INVESTIGATIONS ET MESURES DE GESTION ANTERIEURES

Diagnostic initial de pollution des sols, EGIS, avril 2016

Les investigations ont consisté en la réalisation de 5 sondages d'une profondeur comprise entre 3 et 5 m au droit de sources potentielles de pollution identifiées sur le site. Les analyses réalisées ont mis en évidence un impact significatif en hydrocarbures totaux C10-C40 (coupes majoritaires C12-C21) au droit des sondages MOY 1 et MOY 3 avec des teneurs de l'ordre de 3 000 à 11 000 mg/kg MS. Les recommandations émises à l'issue de cette étude ont porté sur la réalisation d'une étude historique et documentaire, réalisation d'un audit de la cuve de gazole enterrée, réalisation d'un diagnostic complémentaire de pollution des sols pour circonscrire les impacts mis en évidence, réalisation d'une étude de vulnérabilité des milieux.

Diagnostic complémentaire de pollution des sols et gaz du sol, EGIS, mai 2017

Le maître d'ouvrage a fait réhabiliter les 3 zones identifiées comme polluées lors du diagnostic de sol initial. Le diagnostic complémentaire d'avril 2017 avait donc pour but de vérifier l'état résiduel de la pollution des sols au droit de ces zones. Quatre sondages complémentaires de 5 m de profondeur (ou refus intermédiaire) ont été réalisés au droit des zones initialement identifiées comme polluées. Deux prélèvements de gaz du sol ont également été réalisés. A l'issue des travaux de réhabilitation fait réaliser par le maître d'ouvrage, les impacts en hydrocarbures dans les sols semblent avoir été purgés. Il persiste toutefois un impact essentiellement en plomb au droit du sondage MOY 5-1. Par ailleurs, des composés volatils ont été mis en évidence dans les gaz du sol. Les recommandations émises à l'issue de cette étude ont porté sur la réalisation d'une évaluation quantitative des risques sanitaires (EQRS), menée pour la voie de transfert par inhalation en raison de la présence de composés organiques volatils (COV) dans les gaz du sol et au vu de l'usage projeté de type résidentiel

Analyse des Risques résiduels (ARR) de fin de travaux, EGIS, août 2017

Sur la base du plan d'aménagement futur (logements individuels) tel que transmis par le client, des hypothèses sécuritaires prises en compte, et dans la limite des investigations (avril 2017) menées au droit du site à l'issue des travaux de purge menés par le client, les ***risques sanitaires sont compatibles avec l'usage résidentiel envisagé pour la seule voie de transfert par inhalation.***

Diagnostic complémentaire de pollution des sols et gaz du sol, EGIS, février 2018

Des investigations complémentaires ont été requises par les autorités avant émission d'un permis d'aménager. Quatorze sondages complémentaires jusqu'à -1m de profondeur ont été réalisés au droit de futurs potentiels jardins potagers d'après le plan projet transmis (espaces extérieurs des lots d'habitation). Deux prélèvements de gaz du sol ont également été réalisés au droit de futurs logements. Les résultats d'analyses sur les sols ont mis en évidence des impacts en hydrocarbures totaux au droit des sondages S1, S2 et S4 (partie zone du site) et des dépassements du fond géochimique local par du plomb et du zinc.

Il a été recommandé au maître d'ouvrage la mise en place des mesures de gestion suivantes dans la partie Nord du site au niveau des sols impactés par des hydrocarbures : purge des terres impactées et apport de 50 cm de terre végétale au droit des futurs jardins avec installation d'un géotextile de séparation entre la terre végétale et le sol en place.
Au niveau du reste du site, afin d'assurer la compatibilité du site avec l'usage projeté au vu de la présence de teneurs modérées en métaux, il est recommandé de mettre en place, au moment des travaux de terrassement, 50 cm de terre végétale au droit des futurs jardins avec installation d'un géotextile de séparation entre la terre végétale et le sol en place ou, à défaut, mise en place d'une restriction d'usage pour un usage de jardin potager et la plantation d'arbres fruitiers.

3. EVALUATION QUANTITATIVES DES RISQUES SANITAIRES (EQRS)

L'EQRS de 2017 a été mise à jour sur la base des données de terrain acquises en février 2018 afin de s'assurer de la compatibilité des milieux avec les usages envisagés.

Au vu des teneurs significatives en HCT C10-C40 relevées dans les sols de surface dans la partie Nord du site (sondages S1, S2 et S4) associées à des anomalies en métaux, les lots localisés dans la partie Nord du site entre les sondages S1 et S4 devront faire l'objet de mesures de gestion des pollutions identifiées. Les lots correspondants n'ont donc pas été intégrés aux calculs de risque de la présente étude.

Sur la base des hypothèses retenues, le risque sanitaire lié aux voies de transfert par ingestion de sol contaminé, par inhalation de poussières de sol en extérieur et en intérieur et par inhalation de vapeurs provenant du sous-sol en intérieur est considéré comme acceptable sur la base des hypothèses retenues pour l'usage futur étudié (population adulte et enfant résidant dans une maison d'habitation avec jardin). Rappelons que les conclusions de cette EQRS ne sont valables que pour la partie Sud du site (secteurs sondages S5 à S14).

4. MESURES DE GESTION MISES EN ŒUVRE EN 2018 PAR LE MAITRE D'OUVRAGE

Le maître d'ouvrage a fait réaliser par l'entreprise de travaux publics DUMONTIER les mesures de gestion suivantes courant 2018 :

- Pose d'un film polyane venant recouvrir le secteur concerné par des teneurs problématiques, à savoir les lots concernés par les sondages S1 à S4 et le lot concerné par le sondage S14 ;
- Apport de 50 à 60 cm de terre végétale.

5. CONCLUSION

Sur la base des résultats obtenus dans la limite des zones investiguées au droit du site, des résultats de l'EQRS, et sous réserve de la bonne réalisation, et du bon maintien dans le temps (pérennité) des mesures de gestion mises en œuvre par le maître d'ouvrage telles que décrites dans le compte-rendu présenté en Annexe 7, le site est réputé compatible avec les usages prévus suivant les données du projet d'aménagement transmises.

Table des matières

1. Introduction 10

1.1 Contexte et méthodologie 10

1.2 Référentiels d'étude 11

2. Description du site 12

2.1 Localisation de la zone d'étude 12

2.2 Etat actuel de la zone d'étude 12

2.3 Présentation de l'environnement de la zone d'étude 12

2.4 Projet d'aménagement 12

3. Rappel des résultats des diagnostics antérieurs 13

3.1 Diagnostic initial de pollution des sols, EGIS, avril 2016 13

3.2 Diagnostic complémentaire de pollution des sols et gaz du sol, EGIS, mai 2017 14

3.3 Analyse de Risques Sanitaires de fin de travaux (ARR), EGIS, août 2017 15

3.4 Diagnostic complémentaire de pollution des sols et des gaz du sol, EGIS, février 2018 16

4. Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS), EGIS, février 2018 17

4.1 Contexte 17

4.2 Schéma conceptuel 17

4.2.1 Identification des cibles potentielles 17

4.2.2 Voies de transfert et d'exposition retenues 17

4.2.3 Substances et concentrations retenues 18

4.2.3.1 Voie d'exposition par contact direct (inhalation de poussières, ingestion de sol) 18

4.2.3.2 Voie d'exposition par inhalation de gaz dans les futurs logements 19

4.3 Evaluation de l'exposition des cibles 20

4.3.1 Détermination des concentrations d'exposition 20

4.3.1.1 Voie d'exposition par ingestion de sol 20

4.3.1.2 Voie d'exposition par inhalation de poussières 20

4.3.1.3 Voie d'exposition par inhalation de gaz 21

4.3.1.3.1 Modèles utilisés 21

4.3.1.3.2 Paramètres utilisés pour le calcul des concentrations dans l'air intérieur 21

4.3.1.3.3 Concentrations estimées dans l'air ambiant 22

4.3.2 Paramètres d'exposition 22
4.3.2.1 Paramètres d'exposition communs aux différentes voies d'exposition 23
4.3.2.2 Paramètres spécifiques à l'exposition par ingestion de sol 23
4.3.2.3 Paramètres spécifiques à l'exposition par inhalation de poussières 24
4.4 Evaluation du risque d'exposition associé 24
4.4.1 Caractérisation du risque sanitaire 24
4.4.1.1 Effets sanitaires à seuil 24
4.4.1.2 Effets sanitaires sans seuil 25
4.4.1.3 Calcul de la dose journalière (DJE) pour l'exposition par ingestion 26
4.4.1.4 Calcul de la concentration inhalé (CI) pour l'exposition par inhalation 26
4.4.2 Choix des Valeurs Toxicologiques de Référence 26
4.4.2.1 Méthodologie de sélection 26
4.4.2.2 VTR sélectionnées 27
4.5 Evaluation des risques sanitaires – présentation des résultats 29
4.5.1 Inhalation de gaz en milieu intérieur 29
4.5.2 Ingestion de sol en milieu extérieur 29
4.5.3 Inhalation de poussières en milieu intérieur et extérieur 29
4.5.4 Synthèse 30
4.6 Evaluation des incertitudes 30
4.6.1 Incertitudes relatives aux sources de pollution modélisées 30
4.6.1.1 Milieux contaminés considérés 30
4.6.1.2 Substances retenues et concentrations retenues 30
4.6.1.3 Evolution des concentrations en polluants dans le temps 31
4.6.2 Incertitudes relatives à la typologie d'exposition et aux valeurs toxicologiques de référence 31
4.6.2.1 Choix des cibles exposées 31
4.6.2.2 Fréquence et degré d'exposition des cibles 31
4.6.2.3 Influence des données toxicologiques 31
4.6.2.4 Effets cumulatifs des substances 31
5. Mesures de gestion mises en œuvre par le maître d'ouvrage en 2018 32
6. Synthèse et conclusion 33

Liste des tableaux

Tableau 1: Sources, voies de transfert et milieux d'exposition retenus 18
Tableau 2 : Substances et concentrations retenues dans les sols 19
Tableau 3 : Substances et concentrations retenues dans les gaz des sols 20
Tableau 4 : Concentrations en polluants estimées dans l'air ambiant (poussières) 21
Tableau 5 : Caractéristiques du bâtiment et données d'entrée du modèle 22
Tableau 6 : Concentrations calculées dans l'air intérieur 22
Tableau 7 : Paramètres d'exposition communs aux différentes voies d'exposition 23
Tableau 8 : Paramètres l'ingestion de particules de sol en milieu extérieur 23
Tableau 9 : Paramètres pour l'inhalation de poussières en milieu intérieur et extérieur 24
Tableau 10 : Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) sélectionnées 28
Tableau 11 : Résultats des calculs de risque – inhalation de gaz en milieu intérieur 29
Tableau 12 : Résultats des calculs de risque – ingestion de sol en milieu extérieur 29
Tableau 13 : Résultats des calculs de risque – Inhalation de poussières en milieu intérieur et extérieur 30

Liste des annexes

Annexe 1 : Localisation de la zone d'étude

Annexe 2 : Extrait du cadastre

Annexe 3 : Plan de masse du projet d'aménagement

Annexe 4 : Plan de localisation des investigations sur vue aérienne

Annexe 5 : Plan de localisation des investigations sur plan projet

Annexe 6 : Grilles de calcul de risque

Annexe 7 : Compte-rendu sur la mission complémentaire de nettoyage des sols du Cabinet Architecture & Urbanisme

Annexe 8 : Plan de localisation des zones traitées fourni par le Cabinet ARC Architecture et urbanisme

1. Introduction

1.1 Contexte et méthodologie

Dans le cadre d'un projet d'aménagement, le maître d'ouvrage M. LEBON (professionnel de l'immobilier) a confié au bureau d'études EGIS la réalisation de plusieurs études environnementales sur l'ancien site de production SAB Mur Béton, localisé rue Jean de la Varende, 14590 MOYAUX, afin de vérifier la qualité environnementale des milieux et l'adéquation avec le projet d'aménagement (construction d'un éco-lotissement comprenant 32 lots à usage d'habitation).

Le site étudié a fait l'objet d'un diagnostic initial de pollution des sols en mars 2016 par la société EGIS. Les résultats analytiques obtenus suite à ces investigations de terrain avaient mis en évidence 3 zones impactées par des hydrocarbures, ainsi que la présence de métaux lourds. Ces résultats sont consignés dans le rapport EGIS de référence W1608P01 Version 01 du 15 avril 2016.

Le maître d'ouvrage a fait purger les zones polluées lors de travaux de terrassement préalables à l'aménagement du site. La société EGIS a été sollicitée à nouveau pour mener un diagnostic complémentaire des sols et des gaz du sol en avril 2017 au droit des zones problématiques afin de vérifier la qualité résiduelle des milieux après les travaux de purge. Cette étude est présentée dans le rapport EGIS référencé E2202P01 version 01 du 11 mai 2017.

Une Analyse des Risques Sanitaires (ARR) de fin de travaux a été réalisée par la société EGIS en août 2017 afin de s'assurer de la compatibilité des milieux avec les usages envisagés (création de logements). L'étude, menée pour la seule voie de transfert par inhalation, avait conclu sur une compatibilité sanitaire de l'usage résidentiel envisagé avec l'état de qualité des milieux reconnus sur le site.

Un diagnostic complémentaire de pollution des sols et des gaz du sol a été réalisé en février 2018 afin d'avoir des informations complémentaires sur des zones qui n'avaient pas été investiguées. Les sondages complémentaires ont été réalisés au droit de futurs potentiels jardins potagers (espaces extérieurs des lots d'habitation). Deux prélèvements complémentaires de gaz du sol ont également été réalisés. Les résultats de cette étude ont mis en évidence des impacts en hydrocarbures au Nord du site et des teneurs en métaux dépassant modérément le fond géochimique local. Cette étude est présentée dans le rapport EGIS référencé E2529P01 version 01 du 22 février 2018. Une Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS) menée pour les voies de transfert par inhalation de gaz et par contact direct a également été réalisée suite à ce diagnostic complémentaire.

Suite aux résultats du diagnostic complémentaire de pollution de février 2018, le maître d'ouvrage a fait mettre en œuvre des mesures de gestion sur la zone Nord du site.

L'objectif de la présente étude est de faire une synthèse de toutes les études environnementales réalisées pour le site à l'étude, présenter l'EQRS réalisée par EGIS suite aux dernières investigations de février 2018 pour les voies de transfert par inhalation de gaz et par contact direct, et de présenter les mesures de gestion que le maître d'ouvrage a dernièrement fait mettre en œuvre sur la partie Nord du site.

1.2 Référentiels d'étude

Les documents de référence suivants ont été utilisés dans le cadre du présent diagnostic environnemental :

Référentiels généraux

- **Norme AFNOR NF X31-620-2 (2016)** « Qualité du sol – **Prestations de services relatives aux sites et sols pollués** (études, ingénierie, réhabilitation de sites pollués et travaux de dépollution) » ;
- **Note ministérielle du 19 avril 2017** relative « aux Sites et sols pollués – Mise à jour des textes méthodologiques de gestion des sites et sols pollués de 2007 » du Ministère en charge de l'Environnement ;
- **Méthodologie nationale de gestions des sites et sols pollués (avril 2017)** - Direction générale de la prévention des risques et Bureau du Sol et du Sous-sol ;
- **Guide INRS/ADEME** relatif à la protection des travailleurs sur les chantiers de réhabilitation de sites industriels pollués (2002) ;
- **Circulaire DCE 2006/18 du 21 décembre 2006 -** Définition du "bon état" pour les eaux souterraines, en application de la directive 2000/60/DCE du 23 octobre 2000 du parlement et du Conseil établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau, ainsi qu'à la définition de valeurs seuils provisoires applicables pendant la phase transitoire ;
- **Arrêté du 2 juillet 2012** établissant les critères d'évaluation et les modalités de détermination de l'état des eaux souterraines et des tendances significatives et durables de dégradation de l'état chimique des eaux souterraines.
- **Guide de bonnes pratiques relatif aux installations de stockage de déchets inertes issus du BTP,** publié par le MEDD en juin 2004 ;
- **Arrêté Ministériel du 12 Décembre 2014** fixant les critères à respecter pour l'admission de matériaux et de déchets en installation de stockage de déchets inertes.

Référentiels investigations

- **Norme AFNOR ISO 18400 (2017):** « Qualité du sol – Échantillonnage » - Parties 101 à 107 ;
- **Norme AFNOR ISO 18400-204 :2017 (juillet 2017) :** « Qualité du sol - Échantillonnage - Partie 204 : Lignes directrices pour l'échantillonnage des gaz de sol » ;
- **Norme AFNOR NF X 31-614 (décembre 2017) :** « Qualité du sol – méthode de détection et de caractérisation des pollutions – réalisation d'un forage de contrôle ou de suivi de la qualité des eaux souterraines au droit et autour d'un site potentiellement pollué » ;
- **Norme AFNOR NF X 31-615 (décembre 2017) :** « Qualité du sol – méthode de détection et de caractérisation des pollutions en nappe dans le cadre des sites pollués ou potentiellement pollués – Prélèvement et échantillonnage des eaux souterraines dans des forages de surveillance pour la détermination de la qualité des eaux souterraines ».
- **Norme NF ISO 15176 (avril 2003)** : « Qualité du sol – Caractérisation de la terre excavée et d'autres matériaux du sol destinés à la réutilisation ».

2. Description du site

2.1 Localisation de la zone d'étude

Le site est localisé rue Jean de la Varende 14590 MOYAUX. Un plan de localisation de la zone d'étude est disponible en **Annexe 1**.

Il est localisé dans la partie Nord-Ouest de la ville, dans une zone industrielle. Le site est référencé sous les parcelles cadastrales AB n°148, 389, 415, 439, 440, 441, 442, 443, 444 (voir extrait du plan cadastral en **Annexe 2**).

2.2 Etat actuel de la zone d'étude

La zone d'étude est close et n'est plus en activité. Toutes les installations du site de production SAB ont été démantelées, le site est vierge et terrassé.

La superficie totale du terrain est de 24 226 m^2.

2.3 Présentation de l'environnement de la zone d'étude

L'environnement de la zone d'étude se compose de bâtiments résidentiels et commerciaux à l'Est du site et de zones résidentielles au Sud et au Nord-Est.

Des champs sont situés à l'Ouest des parcelles à l'étude.

2.4 Projet d'aménagement

Le plan d'aménagement de la résidence « La cours de Moyaux » (éco-lotissement de 32 lots à usage d'habitation) transmis lors du dépôt le 21 juillet 2017 du permis d'aménager est joint en **Annexe 3**.

Le programme d'aménagement prévoit la construction de 32 maisons d'habitation pourvues de jardins privatifs.

3. Rappel des résultats des diagnostics antérieurs

L'intégralité des investigations réalisées sur le site à l'étude sont présentées sur vue aérienne en **Annexe 4** et sur plan projet en **Annexe 5.**

3.1 Diagnostic initial de pollution des sols, EGIS, avril 2016

- **Contexte**

Dans le cadre d'une éventuelle cession acquisition de son terrain situé rue Jean de la Varende à Moyaux (14), la société SAB Mur Béton a confié au bureau d'études Egis Structures et Environnement la réalisation d'une étude de pollution des sols sur l'emprise du site concerné.
Le bâtiment principal (usine) occupe la parcelle n°415 située à l'Est, le reste du site est occupé par des zones d'entreposage et des locaux. Lors des investigations de mars 2016, le site est toujours en activité.
Ce diagnostic a fait l'objet du rapport d'Egis Structures et Environnement, intitulé Diagnostic initial de pollution des sols, référencé W1608P01 du 15 avril 2016.

- **Stratégie d'investigations**

Les investigations ont consisté en la réalisation de 5 sondages d'une profondeur comprise entre 3 et 5 m au droit de sources potentielles de pollution identifiées sur le site : cuve enterrée de gazole associée à une pompe, cuve enterrée de récupération des huiles usagées, local de cuves aériennes de fioul et de gazole associée à des pompes, cuves aériennes ayant contenu des produits accélérateurs et fluidifiants, emplacement d'une ancienne chaudière fonctionnant au fioul avec cuve aérienne associée. ;

- **Résultats des investigations**

La lithologie observée au droit du site est plutôt homogène. Une couche de remblais voire une couche sablonneuse est retrouvée jusqu'à 0,5-1 m selon les sondages. Un niveau limono-argileux, de type loess, est relevé jusqu'à 3 m de profondeur. Au-delà, un niveau composé d'une argile d'altération granuleuse est observé.
Des indices organoleptiques (tâches noires, odeurs plus moins fortes de gazole/fioul) sont relevés au droit des sondages réalisés à proximité de la cuve enterrée de gazole (MOY 1) ainsi qu'à proximité des deux anciennes cuves aériennes de gazole et de fioul domestique (MOY 3).
Aucun indice organoleptique n'a été relevé au droit des autres sondages (MOY 2, MOY 4, MOY 5).
Les analyses réalisées ont mis en évidence un impact significatif en hydrocarbures totaux C10-C40 (coupes majoritaires C12-C21) au droit des sondages MOY 1 et MOY 3 avec des teneurs de l'ordre de 3 000 à 11 000 mg/kg MS. Un impact modéré est constaté en MOY 4 avec une teneur en hydrocarbures totaux C10-C40 de 650 mg/kg MS.

- **Recommandations émises**

Les recommandations émises à l'issue de cette étude ont porté sur la réalisation d'une étude historique et documentaire, réalisation d'un audit de la cuve de gazole enterrée, réalisation d'un diagnostic complémentaire de pollution des sols pour circonscrire les impacts mis en évidence, réalisation d'une étude de vulnérabilité des milieux.

3.2 Diagnostic complémentaire de pollution des sols et gaz du sol, EGIS, mai 2017

- **Contexte**

Le maître d'ouvrage a fait réhabiliter les 3 zones identifiées comme polluées lors du diagnostic de sol initial. Le diagnostic complémentaire d'avril 2017 avait donc pour but de vérifier l'état résiduel de la pollution des sols au droit de ces zones.
Lors de l'intervention d'Egis Structures et Environnement, l'ensemble des bâtiments du site était détruit.

- **Stratégie des investigations complémentaires**

Quatre sondages complémentaires de 5 m de profondeur (ou refus intermédiaire) ont été réalisés au droit des zones initialement identifiées comme polluées. Deux prélèvements de gaz du sol ont également été réalisés à proximité de MOY 1 et MOY 3, sondages au droit desquels une contamination en hydrocarbures avait été mise en évidence lors du diagnostic initial.

- **Résultats des investigations**

Les résultats d'analyses sur les sols ont mis en évidence :

- Des teneurs en hydrocarbures totaux inférieures aux limites de quantifications sur tous les échantillons analysés, à l'exception de MOY-4-1 qui présente une teneur modérée (150 mg/kg MS) ;
- Des teneurs en HAP inférieures aux limites de quantifications sur tous les échantillons analysés ;
- Deux teneurs en composés inorganiques supérieures aux valeurs de comparaison (ASPITET et INDIQUASOL) au droit de :
    - La cuve aérienne ayant contenue par le passé des produits accélérateurs et des fluidifiants (adjuvants) : Échantillon MOY 4-1 (0,0-2,0 m) : Cuivre = 43 mg/kg MS.
    - L'emplacement supposé d'une ancienne chaudière fonctionnant au fioul lourd dans les années 1970 avec une cuve aérienne associée située dans le bâtiment principal : Échantillon MOY 5-1 (0-1,0) : Plomb = 320 mg/kg MS.

A l'issue des travaux de réhabilitation fait réaliser par le client, les impacts en hydrocarbures dans les sols semblent donc bien avoir été purgés. Il persiste toutefois un impact essentiellement en plomb au droit du sondage MOY 5-1.

Concernant les résultats d'analyses sur les gaz du sol, plusieurs dépassements des limites de quantification du laboratoire sont observés sur le prélèvement MOY 3-1 GS, pour les paramètres suivants :

- Plusieurs composés aromatiques volatils (CAV), dont une majorité de 1,3,5-Triméthylbenzène (Mésitylène) et de 1,2,4-Triméthylbenzène (Pseudocumène) ;
- Plusieurs dépassements concernant les hydrocarbures fractions C8-C14 avec un indice hydrocarbures C5-C16 de 56,25 mg/m^3.

- **Recommandations émises**

Les recommandations émises à l'issue de cette étude ont porté sur la réalisation d'une évaluation quantitative des risques sanitaires (EQRS), menée pour la voie de transfert par inhalation en raison de la présence de composés organiques volatils (COV) dans les gaz du sol et au vu de l'usage projeté de type résidentiel. Il était également recommandé de réaliser une EQRS en considérant le risque sanitaire par contact direct / ingestion de sols en raison de la présence de plomb dans les sols de surface.

3.3 Analyse de Risques Sanitaires de fin de travaux (ARR), EGIS, août 2017

- **Contexte**

Etant donné le projet d'aménagement sensible envisagé au droit du site (projet de lotissements d'habitations individuelles) et la mise en évidence de composés volatils dans les gaz du sol lors diagnostic complémentaire réalisé en mai 2017, une analyse des risques résiduels (ARR) a été préconisée suite à des travaux de réhabilitation fait réaliser par le maître d'ouvrage, dans le but de vérifier la compatibilité des milieux avec l'usage résidentiel projeté.

- **Schéma conceptuel retenu**

  - Cibles potentielles : Au regard des usages futurs prévus au droit du site, les cibles potentielles considérées sont les adultes et les enfants sui résideront dans les futurs logements.
  - Voie de transfert : La voie de transfert retenue est le dégazage des gaz du sol vers l'air intérieur des futurs logements. En première approche, le dégazage vers l'air extérieur n'est pas pris en compte. En effet, si les risques liés au dégazage vers l'air intérieur sont acceptables, les risques seront d'autant plus acceptables pour le dégazage vers l'air extérieur, et ce, par effet du phénomène de dilution.
  - Voie d'exposition : La voie d'exposition retenue est l'inhalation, par les résidents, de l'air ambiant intérieur des futurs logements résultant du dégazage des gaz du sol des vers l'air intérieur.

- **Résultats des calculs de risque sanitaire**

  - QD <1
  - ERI $<10^{-5}$

- **Conclusion**

Sur la base du plan d'aménagement futur (logements individuels) tel que transmis par le client, des hypothèses sécuritaires prises en compte, et dans la limite des investigations (avril 2017) menées au droit du site à l'issue des travaux de purge menés par le client, les ***risques sanitaires sont compatibles avec l'usage résidentiel envisagé pour la seule voie de transfert par inhalation.***

Un impact résiduel en métaux (plomb) a été mis en évidence lors de la réalisation du diagnostic complémentaire, mené à l'issue des travaux de « réhabilitation » réalisés par le client. L'ARR n'a pas pris en compte les voies d'exposition liées aux sols de surface. Cependant, la validité de la présente ARR est soumise à l'apport d'a minima 30 cm de terre végétale au droit du site (création d'espaces verts) ou de 50 cm dans le cas de la création d'un jardin potager, ou imperméabilisation de surface (type enrobé / dalle béton), ce qui est théoriquement le cas d'après le plan d'aménagement fourni.

3.4 Diagnostic complémentaire de pollution des sols et des gaz du sol, EGIS, février 2018

- **Contexte**

Des investigations complémentaires ont été requises par les autorités avant émission d'un permis d'aménager. Ces investigations complémentaires concernent des zones qui n'ont pas été investiguées et qui sont situées au droit de futurs potentiels jardins potagers d'après le plan projet transmis (espaces extérieurs des lots d'habitation).

- **Stratégie des investigations complémentaires**

Quatorze sondages complémentaires jusqu'à -1m de profondeur ont été réalisés au droit de futurs potentiels jardins potagers d'après le plan projet transmis (espaces extérieurs des lots d'habitation). Deux prélèvements de gaz du sol ont également été réalisés au droit de futurs logements.

- **Résultats des investigations**

Les résultats d'analyses sur les sols ont mis en évidence :

- Des impacts en hydrocarbures totaux au droit des sondages S1 (concentration de 900 mg/kg), S2 (concentration de 1300 mg/kg) et S4 (concentration de 720 mg/kg). La présence d'hydrocarbures est également constatée au droit de 7 autres sondages avec des concentrations mesurées comprises entre 25 et 220 mg/kg ;
- La présence de HAP avec des teneurs inférieures à 50 mg/k ;
- Des dépassements modérés du fond géochimique local par du plomb et du zinc.

- **Recommandations émises**

Suite aux résultats de ce diagnostic complémentaire, il a été recommandé au maître d'ouvrage les actions suivantes :

- Dans la partie Nord du site au niveau des sols impactés par des hydrocarbures : purge des terres impactées et apport de 50 cm de terre végétale au droit des futurs jardins avec installation d'un géotextile de séparation entre la terre végétale et le sol en place ;
- Au niveau du reste du site (zones qui ne seront pas purgées), afin d'assurer la compatibilité du site avec l'usage projeté au vu de la présence de teneurs modérées en métaux, il est recommandé de mettre en place, au moment des travaux de terrassement, 50 cm de terre végétale au droit des futurs jardins avec installation d'un géotextile de séparation entre la terre végétale et le sol en place ou, à défaut, mise en place d'une restriction d'usage pour un usage de jardin potager et la plantation d'arbres fruitiers.

Une évaluation quantitative des risques sanitaires a été réalisée suite à ce diagnostic complémentaire de février 2018 (hors zone Nord nécessitant des mesures de gestion), pour les voies de transfert par inhalation de gaz et par contact direct avec les sols. Cette EQRS est présentée en section suivante.

4. Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS), EGIS, février 2018

4.1 Contexte

Une Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires a été établie sur la base des concentrations relevées dans les sols et dans les gaz des sols lors des campagnes de prélèvement d'avril 2017 et de février 2018.
Au vu des teneurs significatives en HCT C10-C40 relevées au droit des sondages S1, S2 et S4 dans les sols de surface lors des investigations de février 2018 (720 à 1 300 mg/kg MS) associées à des anomalies en métaux, et compte tenu de l'usage sensible prévu dans le projet d'aménagement du site (maisons d'habitation avec jardins), les lots localisés dans la partie Nord du site entre les sondages S1 et S4 devront faire l'objet de mesures de gestion des pollutions identifiées. **Ces lots n'ont donc pas été intégrés aux calculs de risque de la présente EQRS**.

4.2 Schéma conceptuel

4.2.1 Identification des cibles potentielles

Au regard des usages futurs prévus au droit du site, les cibles potentielles considérées sont les adultes et les enfants qui résideront dans les futures habitations.
Les personnes qui seront amenées à fréquenter le site de manière ponctuelle ou régulière mais durant de très courtes durées n'ont pas été retenues dans la présente étude. En effet, on considère que si les risques sanitaires sont jugés acceptables pour les résidents, alors ils seront par défaut également acceptables pour les personnes qui passent beaucoup moins de temps sur le site (livreurs, visiteurs, personnel amené à intervenir de manière ponctuelle pour des travaux d'entretien, etc.).

4.2.2 Voies de transfert et d'exposition retenues

Les voies de transfert et d'exposition retenues sont les suivantes :

- Inhalation, par les résidents (adultes et enfants), de composés volatils issus du dégazage des sols vers l'air ambiant intérieur des futurs logements. En première approche, le dégazage vers l'air extérieur n'est pas pris en compte. En effet, si les risques liés au dégazage vers l'air intérieur sont acceptables, les risques seront d'autant plus acceptables pour le dégazage vers l'air extérieur, et ce par effet du phénomène de dilution atmosphérique ;
- Contact direct avec les sols de surface et ingestion (contacts cutané, ingestion de sols, inhalation de poussières) au droit des futurs espaces verts et jardins potagers et inhalation de poussières issues des sols contaminés en milieu intérieur.

Ces informations sont synthétisées dans le tableau suivant.

Sources	Voies de transfert	Milieux d'exposition (voies)	Cibles
Contaminations résiduelles des sols en polluants volatils	Volatilisation des polluants du sous-sol sous forme gazeuse	Futurs bâtiments de logements (milieu intérieur)	Futurs résidents (enfants et adultes)
Contaminations résiduelles des sols superficiels au niveau des futurs jardins	Contact direct avec les polluants de la couche superficielle de sol (entre 0 et -1 m)	Futurs espaces verts extérieurs / jardins potagers (contact cutané, ingestion de sol, inhalation de poussières) et futurs bâtiments de logements (inhalation de poussières)	

Tableau 1: Sources, voies de transfert et milieux d'exposition retenus

Le risque par contact cutané est négligeable par rapport au risque par ingestion de sol. De plus, les phénomènes de transfert pour cette voie d'exposition sont très mal connus. Pour ces raisons, cette voie d'exposition potentielle n'a pas fait l'objet de calculs de risques.

4.2.3 Substances et concentrations retenues

La méthodologie de gestion des sites et sols pollués préconise de privilégier pour l'analyse des risques sanitaires, les mesures directes dans le milieu d'exposition. Le projet d'aménagement n'ayant pas été réalisé, seules les mesures directes dans les milieux sols et gaz des sols peuvent être considérées.

4.2.3.1 Voie d'exposition par contact direct (inhalation de poussières, ingestion de sol)

L'exposition des futurs usagers du site par inhalation de poussières et ingestion de sol sera appréhendée à partir des résultats d'analyses des sols de surface (0 à 1 m de profondeur).

La stratégie de sélection des substances présentes dans les sols est la suivante :

- Les métaux pris en compte sont ceux qui présentent des teneurs supérieures au fond géochimique (valeurs définies par l'ASPITET en tant que valeurs couramment observées dans les sols ordinaires ou valeurs définies par INDIQUASOL) et dont les teneurs peuvent donc être considérées comme anomaliques ;
- Les composés organiques pris en compte sont les composés organiques quantifiés dans au moins un des échantillons de sol (chacun des 16 HAP et HCT C16-C40).

Les résultats d'analyses des sondages S1, S2, S3, S4 et MOY4-1 n'ont pas été pris en compte. Comme indiqué précédemment, les sols de cette partie du site présentent des impacts en HCT C10-C40 associés à des anomalies en métaux et devront faire l'objet de mesures de gestion.

Pour chaque substance retenue, la concentration retenue est la teneur maximale rencontrée dans l'ensemble des échantillons de sol prélevés au droit des sondages MOY1-1, MOY3-1 et MOY5-1 (avril 2017) et S5 à S13 (février 2018). En effet, les futurs résidents de chaque jardin seront amenés à fréquenter le plus souvent leur propre jardin. Ceux dont le jardin présentera les plus fortes teneurs seront exposés régulièrement à ces teneurs. Cette démarche est majorante pour les futurs usagers des jardins dont les sols présentent les teneurs les plus faibles mais elle est réaliste pour ceux dont les jardins

présentent les plus fortes teneurs. Les concentrations retenues dans les sols (Cmax) sont présentées dans le tableau suivant qui reprend à titre indicatif les concentrations moyennes.

	Cmax dans les sols (mg/kg MS)
METAUX	
mercure	0,15
plomb	320
zinc	88
HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES	
naphtalène	0,16
acénaphtylène	0,1
acénaphtène	0,03
fluorène	0,07
phénanthrène	0,96
anthracène	0,49
fluoranthène	5
pyrène	4,1
benzo(a)anthracène	2,9
chrysène	2,6
benzo(b)fluoranthène	3,4
benzo(k)fluoranthène	1,5
benzo(a)pyrène	2,7
dibenzo(ah)anthracène	0,48
benzo(ghi)pérylène	1,8
indéno(1,2,3-cd)pyrène	1,8
HYDROCARBURES TOTAUX (*)	
fraction C16-C21	58
fraction C21-C40	160

Tableau 2 : Substances et concentrations retenues dans les sols

*En l'absence d'information sur la répartition aliphatique / aromatique des hydrocarbures totaux, les teneurs en hydrocarbures totaux C16-C40 seront considérées comme étant à 100% des hydrocarbures aromatiques (hypothèse majorante et sécuritaire).

4.2.3.2 Voie d'exposition par inhalation de gaz dans les futurs logements

Les gaz du sol sont la résultante du dégazage des sols et de la nappe. Afin de limiter les successions de modélisation, les composés retenus seront les polluants volatils quantifiés dans les gaz du sol.
Dans une démarche sécuritaire, pour chaque composé, la teneur considérée pour les calculs de risque est la concentration la plus élevée parmi les différents prélèvements des gaz des sols effectués (MOY 1-1 GS et MOY 3-1 GS en avril 2017 et PG1 et PG2 en février 2018), excepté PG1, localisé dans la partie Nord du site qui devra faire l'objet de mesures de gestion.

Parmi les composés décelés dans les sols, seules les substances disposant d'une Valeur Toxicologique de Référence (VTR) pour les voies d'exposition considérées sont sélectionnées.
Les concentrations ainsi retenues sont détaillées dans le tableau ci-après.

Substances	n° CAS	Concentrations dans les gaz du sol (mg/m^3)	Origine de la donnée
TPH (classification en carbone equivalent)			
Hydrocarbures aromatiques C8-C10	-	6,08	MOY 3-1 GS (2017)
Hydrocarbures aromatiques C10-C12	-	34,37	MOY 3-1 GS (2017)
Hydrocarbures aromatiques C12-C16	-	15,14	MOY 3-1 GS (2017)
Composés Aromatiques Volatils			
Toluène	*108-88-3*	0,022	PG2 (2018)
m-, p-Xylène	*1330-20-7*	0,014	MOY 3-1 GS (2017)
Cumène	*98-82-8*	0,011	MOY 3-1 GS (2017)
1,3,5 – Triméthylbenzène (Mésitylène)	*108-67-8*	composé non retenu (absence de VTR)	
1,2,4-Triméthylbenzène (Pseudocumène)	*95-63-6*	composé non retenu (absence de VTR)	

Tableau 3 : Substances et concentrations retenues dans les gaz des sols

La répartition des coupes aliphatiques/aromatiques des hydrocarbures n'est pas disponible dans les échantillons de gaz des sols prélevés en 2017. En première approche, il a été considéré que 100% des hydrocarbures détectés étaient des coupes aromatiques (hypothèse majorante et sécuritaire).

4.3 Evaluation de l'exposition des cibles

4.3.1 Détermination des concentrations d'exposition

4.3.1.1 Voie d'exposition par ingestion de sol

Les concentrations d'exposition pour la voie d'exposition par ingestion de sols sont les teneurs maximales décelées dans les sols de surface présentées dans le Tableau 2.

4.3.1.2 Voie d'exposition par inhalation de poussières

Selon les démarches Vlier-Humaan et HESP, les poussières dans l'air libre extérieur sont constituées pour 50 % de la teneur dans les sols sous-jacents. La teneur en poussières dans l'air extérieur est de 70 $\mu g/m^3$. Dans l'air intérieur, la teneur en poussières est de 52,5 $\mu g/m^3$ (valeur Vlier-Humaan) et on considère que 80% des poussières de l'air intérieur viennent des sols extérieurs environnants.

Selon cette hypothèse, on peut calculer les teneurs en polluants dans l'air extérieur et dans l'air extérieur qui proviennent des poussières de sols contaminés. Ces teneurs sont détaillées dans le tableau suivant.

	Concentration en polluants dans l'air extérieur (poussières) mg/m³	Concentration en polluants dans l'air intérieur (poussières) mg/m³
Aromatique C16-C35	7,63E-06	9,16E-06
Naphtalène	5,60E-09	6,72E-09
Acénaphtylène	3,50E-09	4,20E-09
Acénaphtène	1,05E-09	1,26E-09
Fluorène	2,45E-09	2,94E-09
Phénanthrène	3,36E-08	4,03E-08
Anthracène	1,72E-08	2,06E-08
Fluoranthène	1,75E-07	2,10E-07
Pyrène	1,44E-07	1,72E-07
Benzo(a)anthracène	1,02E-07	1,22E-07
Chrysène	9,10E-08	1,09E-07
Benzo(b)fluoranthène	1,19E-07	1,43E-07
Benzo(k)fluoranthène	5,25E-08	6,30E-08
Dibenzo(ah)anthracène	1,68E-08	2,02E-08
Benzo(ghi)pérylène	6,30E-08	7,56E-08
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	6,30E-08	7,56E-08
Benzo(a)pyrène	9,45E-08	1,13E-07
Mercure	5,25E-09	6,30E-09
Plomb	1,12E-05	1,34E-05
Zinc	3,08E-06	3,70E-06

Tableau 4 : Concentrations en polluants estimées dans l'air ambiant (poussières)

4.3.1.3 Voie d'exposition par inhalation de gaz

4.3.1.3.1 Modèles utilisés

Les concentrations dans l'air intérieur sont calculées à partir des concentrations dans les gaz du sol. Les modèles de calcul les plus adaptés ont été utilisés. Ainsi pour le dégazage à l'intérieur du bâtiment sans sous-sol le modèle RISC 5 (v1.06 – mai 2012) a été utilisé. Celui-ci est basé sur le modèle de Johnson et Ettinger pour l'intrusion d'air dans les bâtiments.
Le choix des outils de modélisation repose sur une comparaison, réalisée en interne, des différents modèles existants en fonction des différentes configurations de bâtiment, puis une sélection des modèles les plus pénalisants pour chaque disposition constructive (intérieur/extérieur, avec/sans sous-sol, avec/sans vide sanitaire).

4.3.1.3.2 Paramètres utilisés pour le calcul des concentrations dans l'air intérieur

Les caractéristiques retenues sont :

- Les données terrain et relatives au projet quand elles sont disponibles,
- Les données de la bibliographie, le cas échéant.
- Il est fait l'hypothèse de l'absence de vide-sanitaire au droit des logements.

Les paramètres utilisés pour le calcul des concentrations dans l'air ambiant des logements sont synthétisés dans le tableau suivant.

Paramètres	Valeur	Unité	Source informations
Source			
profondeur de la source sol sous le bâtiment	0,05	m	Pollution considérée comme présente directement sous la dalle du futur bâtiment (démarche sécuritaire)
porosité	0,390	cm^3/cm^3	valeurs proposées par RISC / Jonhson & Ettinger pour des terrains limono-sableux rencontrés sur le site (d'après les 2 analyses granulométriques effectuées)
Perméabilité de la zone non saturée aux gaz	1E-08	cm^2	
contenu en eau	0,076	-	
Différence de pression entre les sols sous le bâtiment et l'intérieur du bâtiment	40	$g/cm^2.s$	Valeur proposée par le modèle de Jonhson et Ettinger
Facteur d'atténuation dû à la biodégradation	1	-	Absence de biodégradation (démarche sécuritaire)
Bâtiment			
hauteur intérieur d'un logement	2,50	m	hypothèse (hauteur classique dans un logement)
taux de renouvellement d'air	0,50	h^{-1}	ventilation naturelle minimale
épaisseur dalle béton	0,15	m	épaisseur moyenne
fracturation de la dalle béton	0,20	%	hypothèse standard RISC
porosité des fractures	0,25	cm^3/cm^3	hypothèse standard RISC
superficie RdC	80,00	m^2	hypothèse

Tableau 5 : Caractéristiques du bâtiment et données d'entrée du modèle

4.3.1.3.3 Concentrations estimées dans l'air ambiant

Les concentrations d'exposition dans l'air intérieur d'un logement type ont été calculées à l'aide du logiciel RISC 5.0

		logement
Substances	**n° CAS**	Concentrations calculées dans l'air ambiant (mg/m^3)
TPH (classification en carbone equivalent)		
Hydrocarbures aromatiques C8-C10	-	2,64E-03
Hydrocarbures aromatiques C10-C12	-	1,49E-02
Hydrocarbures aromatiques C12-C16	-	6,58E-03
Composés Aromatiques Volatils		
Toluene	*108-88-3*	9,55E-06
m-, p-Xylène	*1330-20-7*	6,07E-06
Cumène	*98-82-8*	4,76E-06

Tableau 6 : Concentrations calculées dans l'air intérieur

4.3.2 Paramètres d'exposition

Les cibles envisagées au sens du schéma conceptuel qui définit le triptyque « source – voies de transfert – cibles » sont les futurs résidents (adultes et enfants).

4.3.2.1 Paramètres d'exposition communs aux différentes voies d'exposition

Les paramètres d'exposition communs aux différentes voies d'exposition sont synthétisés dans le tableau ci-après.

Paramètres	Cibles	Valeurs	Unité	Source
T (durée d'exposition)	résident adulte	30	année	valeur utilisée par de nombreux organismes dont l'INERIS et l'USEPA
	résident enfant	6		
F (fréquence d'exposition)	résident adulte résident enfant	355	jours/an	Hypothèse de 10 jours d'absence par an (démarche sécuritaire)
Tm non cancérigène (période de temps sur laquelle est moyennée l'exposition)	résident adulte	10 950	jour	Tm=nombre de jours*durée d'exposition
	résident enfant	2 190		
Tm cancérigène (période de temps sur laquelle est moyennée l'exposition)	résident adulte résident enfant	25 550	jour	Pour les substances cancérigènes, Tm est égale à la durée de vie (70 ans, valeur utilisée par de nombreux organismes dont l'INERIS et l'USEPA)
Ti (fraction de temps d'exposition pendant la journée)	résident adulte résident enfant (intérieur du logement)	19h/j	heure	Hypothèse sécuritaire
	résident adulte résident enfant (jardin)	2h/j	heure	

Tableau 7 : Paramètres d'exposition communs aux différentes voies d'exposition

Le poids moyen d'un adulte est de 70 kg. Celui d'un enfant est de 15 kg.

4.3.2.2 Paramètres spécifiques à l'exposition par ingestion de sol

Paramètres	Cibles	Valeurs	Unité	Source
Csol (concentration dans les sols)	résident adulte résident enfant	voir tableau	mg/kg	Substances et concentrations sélectionnées (résultats d'analyses de sol)
Qsol (quantité de sol ingérée par jour)	résident adulte	0,00005	kg/jour	Valeur recommandée par l'INERIS
	résident enfant	0,00015	kg/jour	Valeur recommandée par l'INERIS
F (fréquence d'exposition)	résident adulte résident enfant	355	jour	Hypothèse de 10 jours d'absence par an (démarche sécuritaire)

Tableau 8 : Paramètres l'ingestion de particules de sol en milieu extérieur

4.3.2.3 Paramètres spécifiques à l'exposition par inhalation de poussières

Paramètres	Cibles	Valeurs	Unité	Source
Csol (concentration dans les sols)	résident adulte résident enfant	voir tableau	mg/kg	Substances et concentrations sélectionnées (résultats d'analyses de sol)
C poussières (air ambiant extérieur)	résident adulte résident enfant	70	µg/m^3	RIVM, RISC 3.1
Fraction de poussières dans l'air extérieur en relation avec la qualité des sols environnants	résident adulte	50	%	RIVM, RISC 3.1
F (fréquence d'exposition)	résident adulte résident enfant	355	jour	Hypothèse de 10 jours d'absence par an (démarche sécuritaire)

Tableau 9 : Paramètres pour l'inhalation de poussières en milieu intérieur et extérieur

4.4 Evaluation du risque d'exposition associé

La présente partie de cette étude consiste à évaluer si la présence de polluants dans les milieux peut entraîner des risques sanitaires pour les populations susceptibles d'être présentes sur le site, à savoir les futurs résidents (adultes et enfants).

4.4.1 Caractérisation du risque sanitaire

L'évaluation des risques sanitaires est réalisée sur la base de paramètres relatifs aux caractéristiques toxicologiques des substances considérées.

Les effets sanitaires considérés pour des expositions de type chronique sont de deux types :

- Effets sanitaires à seuil
- Effets sanitaires sans seuil

Un même composé peut engendrer des effets sans seuil et à seuil (cas du benzène par exemple).

4.4.1.1 Effets sanitaires à seuil

Les effets sanitaires à seuil ou systémiques, dits également toxiques, sont caractérisés par comparaison des apports estimés des substances potentiellement polluantes avec une dose dite de référence ou valeur toxicologique de référence (VTR à seuil). La VTR est une évaluation du niveau d'exposition quotidien acceptable pour la population humaine au cours d'une vie. Les effets toxiques potentiels d'une exposition donnée à un élément justifient une action corrective si l'apport quotidien chronique estimé dépasse la VTR. Parmi les doses de référence, on distingue : les doses administrées, correspondant à la quantité reçue par l'organisme, les doses absorbées, correspondant à la quantité effectivement absorbée par l'organisme (et donc inférieure ou égale à la dose administrée) et les concentrations de référence. Pour la voie d'exposition orale, la dose de référence est généralement la dose administrée. Enfin, pour la voie respiratoire, la dose de référence est assimilée à une concentration dans l'air.
Le rapport de l'apport quotidien chronique à la VTR chronique est référencé sous le nom de **quotient de danger (QD)** :

QD = DJE / VTR *pour l'ingestion* (avec DJE =dose journalière d'exposition)

QD = CI / VTR *pour l'inhalation* (avec CI : Concentration Inhalée)

Le seuil au-delà duquel le quotient de danger est considéré comme inacceptable est égal à 1. Un rapport de quotient de danger supérieur à 1 indique qu'un effet sanitaire sur l'organisme peut être attendu.

Risque non cancérigène acceptable si Σ QD < 1

Il est admis que les effets toxiques de l'évaluation peuvent être ajoutés à partir d'une combinaison de composés chimiques lorsque ceux-ci produisent les mêmes effets sur les mêmes organismes ou systèmes vitaux et selon les mêmes mécanismes. Les quotients de danger spécifiques aux substances sont additionnés pour produire un indice de risque par mode d'exposition. Ces indices sont ensuite additionnés pour produire un risque total pour chaque population concernée.
Dans la pratique, les organes cibles et les mécanismes d'action des polluants ne sont pas toujours bien renseignés dans les bases de données consultées. Par conséquent, dans une démarche majorante et itérative, le quotient de danger total sera pris égal à la somme de l'ensemble des risques individuels, quel que soit l'organe cible et le mécanisme en jeu.

4.4.1.2 Effets sanitaires sans seuil

Les effets sanitaires sans seuil concernent les agents cancérogènes génotoxiques (agissant sur le matériel génétique comme l'ADN). Pour ces composés, il est considéré que toute absorption est susceptible d'engendrer un cancer, la probabilité de survenue de ce cancer étant d'autant plus grande que la dose totale reçue est élevée.
Comme il est difficile de déterminer avec certitude si un composé cancérogène est génotoxique, la plupart des composés cancérogènes sont assimilés comme tels, leurs effets sont ainsi considérés sans seuil. Les effets sanitaires sans seuil concernent donc la majorité des composés cancérogènes potentiels.
Les risques attribuables à ces effets sont évalués comme probabilité supplémentaire de survenue d'un cancer. Cette probabilité est dite supplémentaire puisqu'elle résulte de l'exposition aux substances polluantes. Or, il existe toujours un risque de cancer pour un quelconque individu, appelé risque de base, indépendant de la pollution et lié à des paramètres intrinsèques (âge, facteurs génétiques…).
Pour la caractérisation des risques, les valeurs auxquelles se référer sont des coefficients, appelés « facteur de pente cancérigène » ou Excès de Risque Unitaire (ERU), exprimant le risque de cancer accru par unité de dose de substance polluante. Les risques de cancer spécifiques aux substances, **appelés Excès de Risque Individuel (ERI)**, sont ainsi estimés en multipliant le facteur de pente ou ERU par les estimations d'apport quotidien en la substance sur une durée de vie. Les calculs des risques spécifiques aux éléments constitutifs pour le site seront présentés, dans les sections suivantes, par mode d'exposition.

ERI = DJE x ERUi *pour l'ingestion* (avec DJE : dose journalière d'exposition)

ERI = CI x VTR *pour l'inhalation* (avec CI : Concentration Inhalée)

Pour évaluer le risque global des effets cancérigènes que constitue le mélange des substances présentes sur le site, il est admis que l'on peut les additionner, indépendamment de leurs effets. Les risques cancérigènes sont donc estimés pour chaque substance, puis les risques spécifiques sont additionnés pour produire une estimation du risque cancérigène global spécifique à un mode donné.
Cette valeur d'ERI globale est à comparer à un niveau de risque acceptable généralement compris entre 10^{-4} et 10^{-6}. Un risque de 10^{-5} signifie l'apparition d'un cas de cancer supplémentaire dû à l'exposition à la substance, dans une population de 100 000 personnes exposées, en plus du risque de base.
Le risque de cancer sur une vie n'étant jamais nul, il ne peut pas être défini de valeur de seuil sans effet. Un seuil dit « d'acceptabilité » est donc établi : l'ERI doit être inférieur à 10^{-5}, (probabilité d'apparition d'un cas supplémentaire de cancer sur une population de 100 000 personnes exposées).
La circulaire de février 2007, relative à la gestion des sites et sols pollués, indique que le niveau de risque acceptable correspond à un ERI inférieur à la valeur de 10^{-5}.

Risque cancérigène acceptable si ΣERI < 10-5

4.4.1.3 Calcul de la dose journalière (DJE) pour l'exposition par ingestion

La dose journalière d'exposition (DJE) par ingestion de sol est calculée selon la formule suivante :

$$DJE_{ingestion} = \frac{C.Q.T.F}{P.T_m}$$

Avec :
C = concentration d'exposition (mg/kg ou mg/l)
Q = quantité de milieu ingéré (kg/j)
P = poids de la cible considérée (kg).
T.F = Période d'exposition : somme annuelle des jours où la cible est exposée à la substance étudiée pendant la période de référence.
Tm = Période de temps sur laquelle est moyennée l'exposition (Tm) en jours. Pour une substance à seuil d'effet (non cancérigène), Tm = T (on considère que dès que la cible n'est plus exposée, il n'y a plus de risque). Pour une substance sans seuil d'effet (cancérigène), Tm est assimilée à la vie entière, prise conventionnellement à 70 ans par de nombreux organismes, soit 70 x 365 = 25 550 jours.

4.4.1.4 Calcul de la concentration inhalé (CI) pour l'exposition par inhalation

La concentration de gaz ou de poussières inhalés (CI) est calculée selon la formule suivante :

$$CI = \frac{\left(C_{air\ int\ érieur}.\ t_{int érieur}\right).\left(C_{airextérieur}.\ t_{extérieur}\right).T.F}{T_m}$$

où :
$i_{intérieur/extérieur}$ = fraction quotidienne de temps passé dans le milieu d'exposition
$C_{air\text{-}intérieur/extérieur}$ = concentration de la substance dans le milieu d'exposition
T : durée d'exposition (années)
F : fréquence d'exposition : nombre de jours d'exposition par an
Tm : période de temps sur laquelle est moyennée l'exposition (jours)

4.4.2 Choix des Valeurs Toxicologiques de Référence

4.4.2.1 Méthodologie de sélection

La note d'information N° DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact et de la gestion des sites et sols pollués stipule la démarche à suivre pour le choix des VTR, synthétisée ci-dessous.

Plusieurs valeurs toxicologiques de référence existent dans les bases de données suivantes :

- ANSES (Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail) ;
- Base de données IRIS (US-EPA : agence gouvernementale américaine pour la protection de l'environnement)

- ATSDR (organisme public américain)
- OMS (Organisation Mondiale de la Santé)
- OEHHA, définissant à l'échelle de l'état de Californie les VTR
- IPCS (International Program on Chemical Safety)
- Santé Canada (agence gouvernementale canadienne pour la santé des personnes)
- RIVM (agence gouvernementale néerlandaise pour la protection de l'environnement)
- EFSA (European Food Safety Authority).

Ces organismes publient parfois des VTR différentes pour un même effet critique, une même voie et une même durée d'exposition.
Par mesure de simplification, dans la mesure où il n'existe pas de méthode de choix faisant consensus, il est recommandé de sélectionner en premier lieu les VTR construites par l'ANSES même si des VTR plus récentes sont proposées par les autres bases de données.
A défaut, si pour une substance une expertise nationale a été menée et a abouti à une sélection approfondie parmi les VTR disponibles, alors il est nécessaire de retenir les VTR correspondantes, sous réserve que cette expertise ait été réalisée postérieurement à la date de parution de la VTR la plus récente.
Sinon, la VTR la plus récente est sélectionnée parmi les trois bases de données : US-EPA, ATSDR ou OMS sauf s'il est fait mention par l'organisme de référence que la VTR n'est pas basée sur l'effet survenant à la plus faible dose et jugé pertinent pour la population visée.
Si aucune VTR n'était retrouvée dans les 4 bases de données précédemment citées (Anses, US-EPA, ATSDR et OMS), la dernière VTR proposée par Santé Canada, RIVM, l'OEHHA ou l'EFSA est alors utilisée.

Les organismes précités ne fournissent pas de VTR pour les fractions aromatiques et aliphatiques des hydrocarbures. Seul le TPHCWG[1] a étudié les effets et le comportement des hydrocarbures, et proposé des VTR qui sont retenues dans la présente étude.

4.4.2.2 VTR sélectionnées

Les VTR sélectionnées suivant la méthodologie définie au paragraphe précédent sont synthétisées dans le tableau suivant.

[1] TPHCWG : Total Petroleum Hydrocarbons Criteria Working Group. Groupe de travail étasunien formé de représentants du gouvernement, de scientifiques et d'industries, qui a publié en 1997 une étude du risque sanitaire lié aux hydrocarbures.

	EFFETS AVEC SEUILS				EFFETS SANS SEUILS			
	VTR Inhalation mg/m³	source	VTR Ingestion mg/Kg/j	source	VTR Inhalation (mg/m³)⁻¹	source	VTR Ingestion (mg/kg/j)⁻¹	source
BTEX								
Benzène	0,00975	ATSDR 2007	0,004	USEPA	2,60E-02	ANSES 2013	0,055	USEPA
Toluène	3	ANSES 2010	0,08	USEPA	nd	-	nd	-
Ethylbenzène	1,5	ATSDR 2016	0,1	USEPA	2,50E-03	OEHHA 2007	1,10E-02	OEHHA
Xylènes	0,22	ATSDR 2007	0,2	USEPA	nd	-	nd	-
Mésitylène (1,3,5-triméthylbenzène)	nd	-	nd	-	nd	-	nd	-
Pseudocumène (1,2,4-triméthylbenzène)	nd	-	nd	-	nd	-	nd	-
HCT								
Aromatique C8-C10	0,2	RIVM / TPHCWG	0,04	RIVM / TPHCWG	nd	-	nd	-
Aromatique C10-C12	0,2	RIVM / TPHCWG	0,04	RIVM / TPHCWG	nd	-	nd	-
Aromatique C12-C16	0,2	RIVM / TPHCWG	0,04	RIVM / TPHCWG	nd	-	nd	-
Aromatique C16-C35	nd	-	0,03	RIVM / TPHCWG	nd	-	nd	-
Aliphatiques C5-C6	18,4	RIVM / TPHCWG	2	RIVM / TPHCWG	nd	-	nd	-
Aliphatiques C6-C8	18,4	RIVM / TPHCWG	2	RIVM / TPHCWG	nd	-	nd	-
Aliphatiques C8-C10	1	RIVM / TPHCWG	0,1	RIVM / TPHCWG	nd	-	nd	-
Aliphatiques C10-C12	1	RIVM / TPHCWG	0,1	RIVM / TPHCWG	nd	-	nd	-
Aliphatiques C12-C16	1	RIVM / TPHCWG	0,1	RIVM / TPHCWG	nd	-	nd	-
Aliphatiques C16-C40	nd	-	2	RIVM / TPHCWG	nd	-	nd	-
HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES (HAP)								
Naphtalène	0,037	ANSES	0,02	USEPA	5,60E-03	ANSES 2013	1,20E-01	OEHHA 2005
Acénaphtylène	nd	-	nd	-	nd	-	0,002	RIVM
Acénaphtène	nd	-	0,06	USEPA	nd	-	0,0002	RIVM
Fluorène	nd	-	0,04	USEPA	nd	-	nd	-
Phénanthrène	nd	-	0,04	RIVM	nd	-	nd	-
Anthracène	nd	-	0,3	USEPA	nd	-	nd	-
Fluoranthène	nd	-	0,04	USEPA	nd		0,002	RIVM
Pyrène	nd	-	0,03	USEPA	nd		0,0002	RIVM
Benzo(a)anthracène	nd	-	nd	-	0,11	OEHHA	0,02	RIVM
Chrysène	nd	-	nd	-	0,011	OEHHA	0,002	RIVM
Benzo(b)fluoranthène	nd	-	nd	-	0,11	OEHHA	0,02	RIVM
Benzo(k)fluoranthène	nd	-	nd	-	0,11	OEHHA	0,02	RIVM
Dibenzo(ah)anthracène	nd	-	nd	-	1,2	OEHHA	0,2	RIVM
Benzo(ghi)pérylène	nd	-	0,03	RIVM	nd	-	nd	-
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	nd	-	nd	-	0,11	OEHHA	0,02	RIVM
Benzo(a)pyrène	2,00E-06	USEPA	3,00E-04	USEPA	1,1	OEHHA	1	USEPA
METAUX								
Mercure	0,0003	USEPA	0,0020	OMS	nd	-	nd	-
Plomb	0,0009	ANSES	0,0006	ANSES	0,012	OEHHA	0,0085	OEHHA
Zinc	nd	-	0,3	USEPA	nd	-	nd	-

Tableau 10 : Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) sélectionnées

4.5 Evaluation des risques sanitaires – présentation des résultats

Les résultats du risque sont présentés ci-après. Les fichiers de calcul sont joints en **Annexe 6**.

4.5.1 Inhalation de gaz en milieu intérieur

Les résultats des calculs de risque effectués sur la base des hypothèses définies précédemment sont synthétisés pour les cibles considérées dans le tableau présenté ci-dessous.

	résident adulte		résident enfant	
	QD	ERI	QD	ERI
Inhalation de gaz en milieu intérieur	0,0930	0,00E+00	0,0930	0,00E+00

Tableau 11 : Résultats des calculs de risque – inhalation de gaz en milieu intérieur

Le quotient de danger (QD) reste inférieur à 1 et l'Excès de Risque Individuel (ERI) reste inférieur à 1E-05 pour les cibles identifiées pour la voie d'exposition inhalation de gaz en milieu intérieur.

4.5.2 Ingestion de sol en milieu extérieur

Les résultats des calculs de risque effectués sur la base des hypothèses définies précédemment sont synthétisés pour les cibles considérées dans le tableau présenté ci-dessous.

	résident adulte		résident enfant	
	QD	ERI	QD	ERI
Ingestion de sol en milieu extérieur	0,0304	1,43E-07	0,4255	3,99E-07

Tableau 12 : Résultats des calculs de risque – ingestion de sol en milieu extérieur

Le quotient de danger (QD) reste inférieur à 1 et l'Excès de Risque Individuel (ERI) reste inférieur à 1E-05 pour les cibles identifiées pour la voie d'exposition ingestion de sol en milieu extérieur.

4.5.3 Inhalation de poussières en milieu intérieur et extérieur

Les résultats des calculs de risque effectués sur la base des hypothèses définies précédemment sont synthétisés pour les cibles considérées dans le tableau suivant.

	résident adulte		résident enfant	
	QD	ERI	QD	ERI
Inhalation de poussières en milieu intérieur et extérieur	0,0600	1,28E-07	0,0600	2,55E-08

Tableau 13 : Résultats des calculs de risque – Inhalation de poussières en milieu intérieur et extérieur

Le quotient de danger (QD) reste inférieur à 1 et l'Excès de Risque Individuel (ERI) reste inférieur à 1E-05 pour les cibles identifiées pour la voie d'exposition inhalation de poussières de sol en milieu intérieur et extérieur.

4.5.4 Synthèse

En conclusion, sur la base des hypothèses retenues, le risque sanitaire lié aux voies de transfert par ingestion de sol contaminé, par inhalation de poussières de sol en extérieur et en intérieur et par inhalation de vapeurs provenant du sous-sol en intérieur est considéré comme acceptable sur la base des hypothèses retenues pour l'usage futur étudié (population adulte et enfant résidant dans une maison d'habitation avec jardin).

4.6 Evaluation des incertitudes

La quantification des risques sanitaires par modélisation nécessite de choisir des hypothèses et d'intégrer un certain nombre de paramètres, mesurés ou évalués à partir de données issues de mesures sur site, en laboratoire ou provenant d'une recherche bibliographique, et sur lesquels porte une incertitude plus ou moins grande. De ce fait, l'évaluation des incertitudes permet d'évaluer qualitativement et quantitativement « l'erreur » induite par les choix effectués et pouvant conduire soit à une surestimation soit à une sous-estimation des effets sanitaires, c'est-à-dire, en d'autres termes, la variabilité des indices de risque et des excès de risque calculés. Cette partie décrit donc avec le plus grand détail l'ensemble des paramètres qui peuvent influencer le résultat de l'évaluation détaillée des risques pour la santé humaine. Ces paramètres concernent soit la source, soit le mode de transfert, soit la typologie d'exposition et l'interprétation toxicologique.

4.6.1 Incertitudes relatives aux sources de pollution modélisées

4.6.1.1 Milieux contaminés considérés

Conformément aux préconisations du Ministère en charge de l'environnement, les mesures directes dans les milieux d'exposition ont été privilégiées à la modélisation des transferts.
Toutefois, étant donné que les logements ne sont actuellement pas construits, aucun prélèvement n'a pu être effectué sur l'air ambiant en intérieur et sur les végétaux cultivés.
Les teneurs mesurées dans les sols et dans les gaz du sol ont été considérées.

4.6.1.2 Substances retenues et concentrations retenues

Pour les composés organiques dans les sols et dans les gaz des sols, l'ensemble des substances quantifiées a été considéré et les teneurs maximales mesurées ont été sélectionnées. Il s'agit d'une démarche majorante.

Pour les métaux dans les sols de surface, seuls les métaux présentant des anomalies vis à vis du fond géochimique dans au moins un des échantillons ont été sélectionnés (excepté dans les échantillons S1, S2, S3, S4 et MOY4-1, prélevés dans la partie Nord du site impactée par des HCT C10-C40).
Les composés ne disposant pas de VTR n'ont pas été retenus.

4.6.1.3 Evolution des concentrations en polluants dans le temps

Les calculs de risques ont été réalisés en considérant les sources de pollution stables dans le temps. Le sous-sol constitue alors, selon cette hypothèse, une source d'émission de gaz constante et infinie. Ainsi, aucune dégradation chimique ou biologique ni aucune diminution dans le temps des concentrations en polluants organiques au sein des sols n'a été modélisée.
Considérant les polluants présents dans les gaz du sol, cette hypothèse est raisonnablement majorante. En effet le dégazage vers l'atmosphère entraîne logiquement une diminution des concentrations avec le temps : l'hypothèse retenue est donc sécuritaire.

4.6.2 Incertitudes relatives à la typologie d'exposition et aux valeurs toxicologiques de référence

4.6.2.1 Choix des cibles exposées

Les cibles retenues résultent d'une sélection reposant sur la connaissance des usages projetés du site.

4.6.2.2 Fréquence et degré d'exposition des cibles

Le degré d'exposition retenu a été établi compte-tenu de la nature des occupations (usage résidentiel). Les hypothèses retenues peuvent être considérées comme majorantes dans la mesure où il a été considéré que les adultes et les enfants résidaient dans le logement la quasi-totalité de la journée, et ce, pendant 30 ans dans le même logement.

4.6.2.3 Influence des données toxicologiques

La sélection des VTR a été effectuée sur la base des préconisations du Ministère en charge de l'environnement.
En l'absence de données disponibles dans les bases de données des principaux organismes de référence, d'autres sources ont été utilisées (TPHCWG pour les HCT).

4.6.2.4 Effets cumulatifs des substances

Le quotient de danger total a été pris égal à la somme de l'ensemble des quotients de danger spécifiques, quel que soit l'organe cible et le mécanisme en jeu. En effet, ceux-ci sont souvent mal identifiés. Ainsi, cette démarche conduit à une estimation majorante du risque sanitaire pour les effets à seuil.

5. Mesures de gestion mises en œuvre par le maître d'ouvrage en 2018

Suite au diagnostic complémentaire de pollution des sols de février 2018, EGIS avait émis les recommandations suivantes pour rappel :

- Dans la partie Nord du site au niveau des sols impactés par des hydrocarbures : purge des terres impactées et apport de 50 cm de terre végétale au droit des futurs jardins avec installation d'un géotextile de séparation entre la terre végétale et le sol en place ;
- Au niveau du reste du site (zones qui ne seront pas purgées), afin d'assurer la compatibilité du site avec l'usage projeté au vu de la présence de teneurs modérées en métaux: apport de 50 cm de terre végétale au droit des futurs jardins avec installation d'un géotextile de séparation entre la terre végétale et le sol en place ou, à défaut, mise en place d'une restriction d'usage pour un usage de jardin potager et la plantation d'arbres fruitiers.

Pour répondre à ces préconisations, le maître d'ouvrage a fait réaliser par l'entreprise de travaux publics DUMONTIER les mesures de gestion suivantes courant 2018 :

- Pose d'un film polyane venant recouvrir l'ensemble du secteur concerné, à savoir les lots concernés par les sondages S1 à S4 et les lots concernés par le sondage S14 ;
- Apport de 50 à 60 cm de terre végétale

Les travaux réalisés sont décrits dans *Compte-rendu sur la Mission Complémentaire de Nettoyage des Sols*, réalisé par M. Jean-Paul VICIENT du Cabinet ARC Architecture & Urbanisme, présenté en **Annexe 7.**

Un plan des zones ayant fait l'objet de ces mesures de gestion est disponible en **Annexe 8.**

6. Synthèse et conclusion

Dans le cadre d'un projet d'aménagement, le maître d'ouvrage M. LEBON (professionnel de l'immobilier) a confié au bureau d'études EGIS la réalisation de plusieurs études environnementales sur l'ancien site de production SAB Mur Béton, localisé rue Jean de la Varende, 14590 MOYAUX, afin de vérifier la qualité environnementale des milieux et l'adéquation avec le projet d'aménagement (construction d'un éco-lotissement comprenant 32 lots à usage d'habitation).

Le site étudié a fait l'objet d'un diagnostic initial de pollution des sols en mars 2016 par la société EGIS. Les résultats analytiques obtenus suite à ces investigations de terrain avaient mis en évidence 3 zones impactées par des hydrocarbures, ainsi que la présence de métaux lourds. Ces résultats sont consignés dans le rapport EGIS de référence W1608P01 Version 01 du 15 avril 2016.

Le maître d'ouvrage a fait purger les zones polluées lors de travaux de terrassement préalables à l'aménagement du site. La société EGIS a été sollicitée à nouveau pour mener un diagnostic complémentaire des sols et des gaz du sol en avril 2017 au droit des zones problématiques afin de vérifier la qualité résiduelle des milieux après les travaux de purge. Cette étude est présentée dans le rapport EGIS référencé E2202P01 version 01 du 11 mai 2017.

Une Analyse des Risques Sanitaires (ARR) de fin de travaux a été réalisée par la société EGIS en août 2017 afin de s'assurer de la compatibilité des milieux avec les usages envisagés (création de logements). L'étude, menée pour la seule voie de transfert par inhalation, avait conclu sur une compatibilité sanitaire de l'usage résidentiel envisagé avec l'état de qualité des milieux reconnus sur le site.

Un diagnostic complémentaire de pollution des sols et des gaz du sol a été réalisé en février 2018 afin d'avoir des informations complémentaires sur des zones qui n'avaient pas été investiguées. Les sondages complémentaires ont été réalisés au droit de futurs potentiels jardins potagers (espaces extérieurs des lots d'habitation). Deux prélèvements complémentaires de gaz du sol ont également été réalisés. Les résultats de cette étude ont mis en évidence des impacts en hydrocarbures au Nord du site et des teneurs en métaux dépassant modérément le fond géochimique local. Cette étude est présentée dans le rapport EGIS référencé E2529P01 version 01 du 22 février 2018. Une Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS) menée pour les voies de transfert par inhalation de gaz et par contact direct a également été réalisée suite à ce diagnostic complémentaire.

Suite aux résultats du diagnostic complémentaire de pollution de février 2018, le maître d'ouvrage a fait mettre en œuvre des mesures de gestion sur la zone Nord du site.

L'objectif de la présente étude était de faire une synthèse de toutes les études environnementales réalisées pour le site à l'étude, de présenter l'EQRS réalisée par EGIS suite aux dernières investigations de février 2018 pour les voies de transfert par inhalation de gaz et par contact direct, et de présenter les mesures de gestion que le maître d'ouvrage a dernièrement fait mettre en œuvre sur la partie Nord du site.

Les principales conclusions relatives à ce site sont les suivantes :

- Lors du diagnostic complémentaire réalisé en février 2018, des impacts en hydrocarbures totaux ont été mis en évidence en partie Nord du site. Des dépassements du fond géochimique local ont également été mis en évidence par du plomb et du zinc ;

- L'EQRS effectuée par EGIS suite aux investigations de février 2018 (présentée dans le présent document) a conclu que le risque sanitaire au droit du site, hors zone Nord nécessitant des mesures de gestion, lié aux voies de transfert par ingestion de sol contaminé, par inhalation de poussières de sol en extérieur et en intérieur et par inhalation de vapeurs provenant du sous-sol en intérieur est considéré comme acceptable sur la base des hypothèses retenues pour l'usage futur étudié (population adulte et enfant résidant dans une maison d'habitation avec jardin) ;

- Le maître d'ouvrage a fait réaliser par l'entreprise de travaux publics DUMONTIER les mesures de gestion suivantes courant 2018 :

    - Pose d'un film polyane venant recouvrir l'ensemble du secteur concerné par des teneurs problématiques, à savoir les lots concernés par les sondages S1 à S4 et les lots concernés par le sondage S14 ;
    - Apport de 50 à 60 cm de terre végétale.

Sur la base des résultats obtenus dans la limite des zones investiguées au droit du site, des résultats de l'EQRS, et sous réserve de la bonne réalisation, et du bon maintien dans le temps (pérennité) des mesures de gestion mises en œuvre par le maître d'ouvrage telles que décrites dans le compte-rendu présenté en Annexe 7, le site est réputé compatible avec les usages prévus suivant les données du projet d'aménagement transmises.

Les reconnaissances de sols effectuées procèdent par sondages ponctuels. Ainsi, les résultats ne sont pas rigoureusement applicables à l'ensemble du site. Il persiste des aléas qui peuvent entraîner, lors de la mise en œuvre, par exemple, d'un futur projet immobilier, des adaptations tant dans la conception que dans l'exécution, qui ne sauraient être à la charge de Egis Structures et Environnement.

ANNEXES

Annexe 1 : Localisation de la zone d'étude

PLAN DE LOCALISATION DE LA ZONE D'ETUDE Ancien site SAB Mur Béton – rue Jean de la Varende – 14590 MOYAUX	Projet E2529P01
	Février 2018

egis

PLAN DE LOCALISATION DE LA ZONE D'ETUDE Ancien site SAB Mur Béton – rue Jean de la Varende – 14590 MOYAUX	Projet E2529P01
	Février 2018

egis

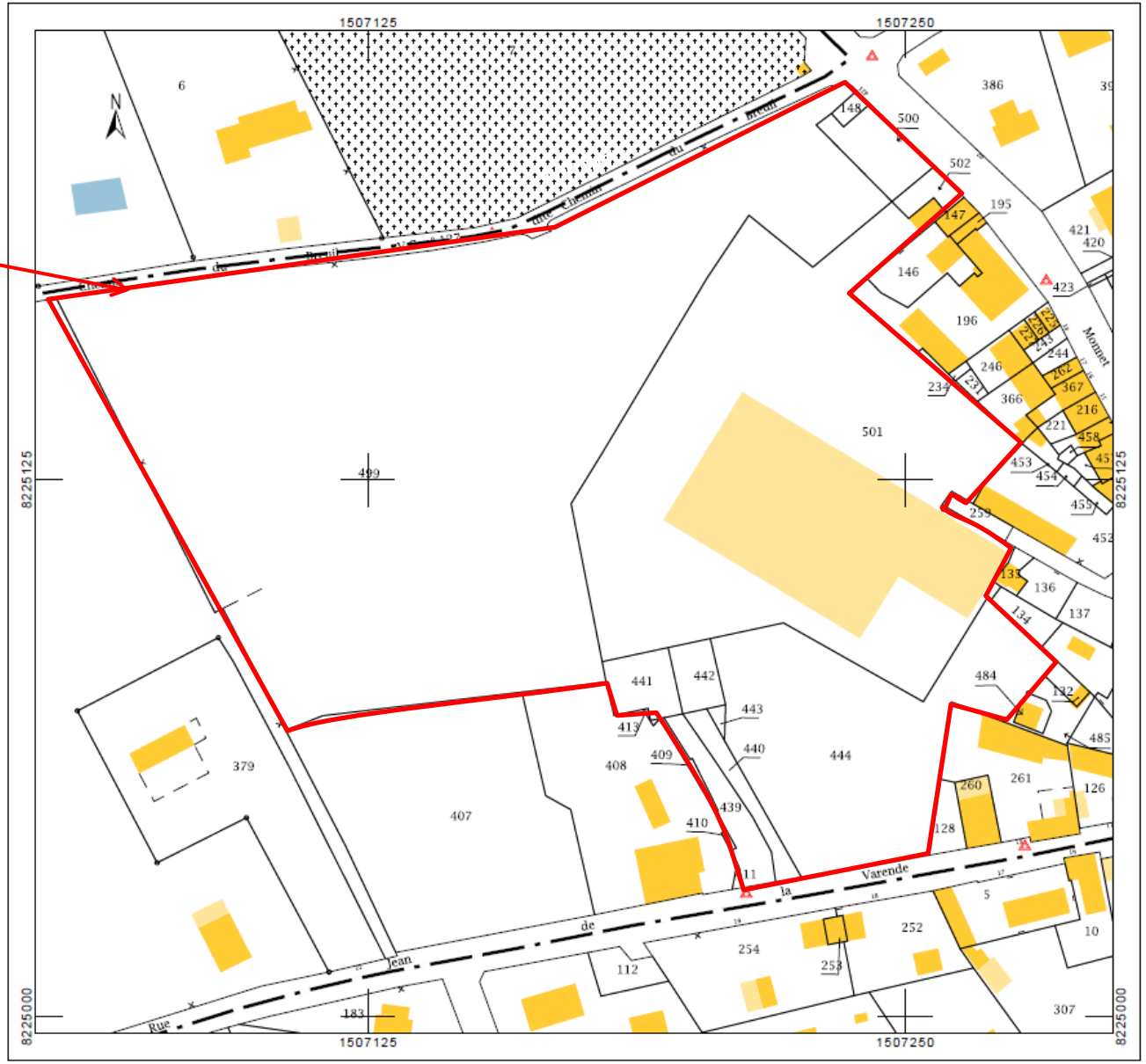
Annexe 2 : Extrait du cadastre

EXTRAIT DU PLAN CADASTRAL Ancien site SAB Mur Béton – rue Jean de la Varende – 14590 MOYAUX	Projet E2529P01
	Février 2018

DIRECTION GÉNÉRALE DES FINANCES PUBLIQUES

EXTRAIT DU PLAN CADASTRAL

Zone d'étude



Département :
CALVADOS

Commune :
MOYAUX

Section : AB
Feuille : 000 AB 01

Échelle d'origine : 1/1000
Échelle d'édition : 1/1250

Date d'édition : 13/02/2018
(fuseau horaire de Paris)

Coordonnées en projection : RGF93CC49

Le plan visualisé sur cet extrait est géré par le centre des impôts foncier suivant :
Caen Pôle de Topographie et de Gestion Cadastrale
6, Place Gambetta B.P. 80540 14048
14048 Caen Cedex 1
tél. 02.31.39.74 00 -fax
ptgc.caen@dgfip.finances.gouv.fr

Cet extrait de plan vous est délivré par :

cadastre.gouv.fr
©2017 Ministère de l'Action et des Comptes publics

egis

Annexe 3 : Plan de masse du projet d'aménagement

PROJET D'ECO-QUARTIER

Département du Calvados

RESIDENCE << LA COURS DE MOYAUX >>
Rue Jean de la Varende et rue Jean Monnet
14590 MOYAUX

ECO-LOTISSEMENT DE 32 LOTS

à usage d'habitation

PLAN DES TRAVAUX D'EQUIPEMENT VOIRIE ET ESPACES VERTS

MAIRIE DE MOYAUX :

Commune de " MOYAUX "
Place de Verdun
14590 MOYAUX
Tél. : 02.31.63.61.01

Visa du Maire :
Monsieur Benoît CHARBONNEAU :

Date de validation :

AVIS D'AUTORISATION

Signature :

Pièce : PA 8-1
Au titre de l'article R.442-5c du Code de l'Urbanisme.

Dossier affaire N° : JPV 2017- 3349-14 FXL

Date de réalisation du plan : 4 Mai 2017
Date de modification du plan : 24 Juin 2017

Date du dépôt du PA le : 21 Juillet 2017

Echelle du plan : 1/500

AMENAGEUR :

Maître d'ouvrage :
" S.C.I VALLEE DE LA PAQUINE "
(n° SIRET 48 [illegible])
Le Château
14500 VEULY-LES-ROSES
Portable : 06 80 45 52 67
E-MAIL : (Adresse31@gmail.com)

Vice-Président : Monsieur François Xavier LEBON

Date de validation :
Signature :

PARTENAIRES :

egis structures & environnement
Responsable : Pierre SAUTOUR
Intervenant : Perrine BARILLER
Agences de Nantes :
7, Rue de la Réguinière • Parc du Perray
44478 ... NANTES CEDEX 3
Tél. : 02.40.33.32.00 • Fax : 02.40.05.20.62
E-mail : (pierre.sautour@egis.fr)

Géomètre Expert : SARL MERCATOR 2
Intervenant : Loïc DUJARDIN
37, Rue Hubert-Michel Dubosq
27300 BERNAY
Tél. : 02.32.43.13.42 • Portable : 06.03.12.65.52
E-mail : (contact@mercator2)

MAITRISE D'OEUVRE :

Signature :

Jean-Paul VICHENT — Architecte DPLG
(1 rue du Vieux Château)
20, Rue Du Chemin Vert
95460 EZANVILLE
Tél. : 01.39.35.08.44 • Port./Sfr : 06.15.26.70.22
E-mail : (vichent@9cv.fr)

Date de validation : 4 Mai 2017

LEGENDE VOIRIE

- Sens de circulation des véhicules.
- 154.50 — Altimétrie du terrain projet.
- 154.90 — Altimétrie du terrain (relevé topographique).
- Cx 155.38 — Cotation de la Chaussée finie.
- Cotation de la Chaussée finie (Point Haut de la chaussée).
- Cotation de la Chaussée finie (Point Bas d'la chaussée).
- Tr 156.05 — Cotation du Trottoir fini.
- 155.50 — Cotation du Chemin Piétons fini.
- Cotation voirie, trottoirs et places du midi.
- Rayon de courbure voirie.
- Pavage au gré pour rond point avec gradoir directionnel.
- Pente de la voirie.
- Places de stationnement pour handicapés.
- Places de stationnement.

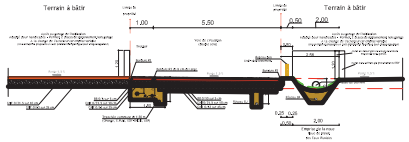
LEGENDE POUR ESPACES VERTS AMENAGEMENTS DIVERS

- Grave colorée pour l'allée vers le garage.
- Bitume pour voirie principale.
- Places de stationnement hors propriété.
- Places de stationnement pour handicapés.
- Trottoirs.
- Cheminements piétons.
- Espaces vert genre pelouse.
- Noues / Rondins de bois pour noues à cascades.
- Bassin de prétitration.
- Bassin de rétention des eaux de pluies.
- Bordures P3 en 0.08m de largeur.

Légende adaptée aux espaces jardins :

- Cerisier à fleurs blanches.
- Frêne Redwood.
- Saule.
- Pommier fleur.
- Viburnum opulus.
- Viburnum tinus.
- Weigelia.
- Bouleau (Bétula Verracosa).

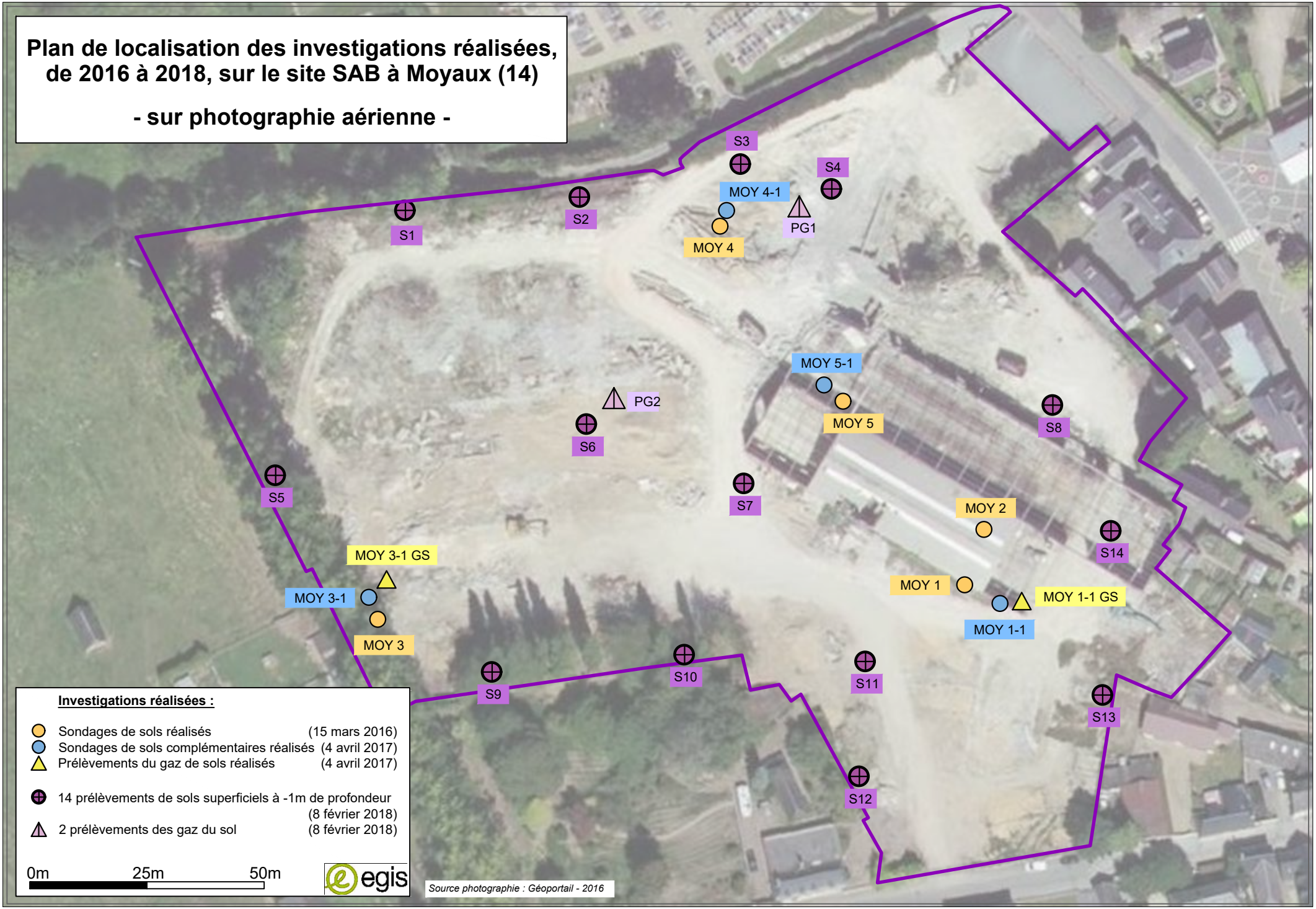
Profil en travers sur voirie à double sens



Annexe 4 : Plan de localisation des investigations sur vue aérienne

Plan de localisation des investigations réalisées, de 2016 à 2018, sur le site SAB à Moyaux (14)

- sur photographie aérienne -



Investigations réalisées :

- Sondages de sols réalisés (15 mars 2016)
- Sondages de sols complémentaires réalisés (4 avril 2017)
- Prélèvements du gaz de sols réalisés (4 avril 2017)
- 14 prélèvements de sols superficiels à -1m de profondeur (8 février 2018)
- 2 prélèvements des gaz du sol (8 février 2018)

0m 25m 50m

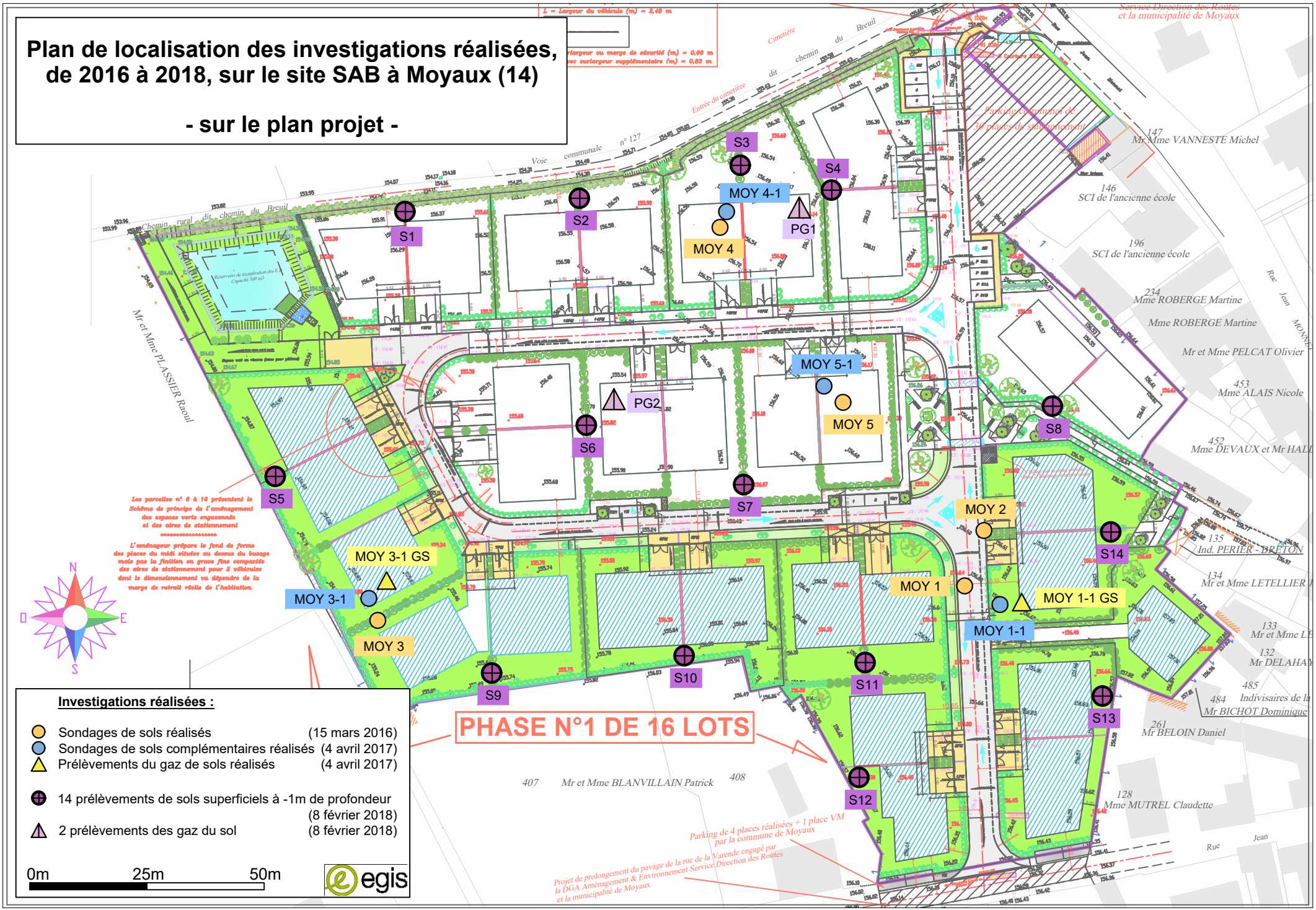
egis

Source photographie : Géoportail - 2016

Annexe 5 : Plan de localisation des investigations sur plan projet

Plan de localisation des investigations réalisées, de 2016 à 2018, sur le site SAB à Moyaux (14)

- sur le plan projet -



Annexe 6 : Grilles de calcul de risque

ANNEXE : Calculs de risque liés à l'inhalation de gaz à l'intérieur

	logement
Nombre d'heures/j	19
Nombre de jours/an	355
Nombre d'années	30

Résident adulte - inhalation de gaz en milieu intérieur

	Concentrations dans le milieu d'exposition	Concentration inhalée			Risque					
Substance	logement	logement	CI totale	CI totale moyennée sur la durée de la vie	VTR inhalation effet non cancérigène	QD inhalation	% QD	VTR inhalation effet cancérigène	ERI inhalation	% ERI
	mg/m^3	mg/m^3	mg/m^3		mg/m^3		%	$(mg/m^3)^{-1}$		%
Hydrocarbures aromatiques C8-C10	2,64E-03	2,03E-03	2,03E-03	8,72E-04	*0,20*	0,010171	10,93	-	-	-
Hydrocarbures aromatiques C10-C12	1,49E-02	1,15E-02	1,15E-02	4,93E-03	*0,20*	0,057499	61,81	-	-	-
Hydrocarbures aromatiques C12-C16	6,58E-03	5,07E-03	5,07E-03	2,17E-03	*0,20*	0,025328	27,23	-	-	-
Toluene	9,55E-06	7,35E-06	7,35E-06	3,15E-06	*3,00*	0,000002	0,00	-	-	-
m-, p-Xylène	6,07E-06	4,68E-06	4,68E-06	2,00E-06	*0,2200*	0,000021	0,02	-	-	-
Cumène	4,76E-06	3,67E-06	3,67E-06	1,57E-06	*0,40*	0,000009	0,01	-	-	-
Risque cumulé						**0,0930**	*100,00*		**0,00E+00**	*0,00*

ANNEXE : Calculs de risque liés à l'inhalation de gaz à l'intérieur

	logement
Nombre d'heures/j	19
Nombre de jours/an	355
Nombre d'années	6

Résident enfant - inhalation de gaz en milieu intérieur

	Concentrations dans le milieu d'exposition	Concentration inhalée			Risque					
Substance	logement	logement	CI totale	CI totale moyennée sur la durée de la vie	VTR inhalation effet non cancérigène	QD inhalation	% QD	VTR inhalation effet cancérigène	ERI inhalation	% ERI
	mg/m^3	mg/m^3	mg/m^3		mg/m^3		%	$(mg/m^3)^{-1}$		%
Hydrocarbures aromatiques C8-C10	2,64E-03	2,03E-03	2,03E-03	1,74E-04	*0,20*	0,010171	10,93	-	-	-
Hydrocarbures aromatiques C10-C12	1,49E-02	1,15E-02	1,15E-02	9,86E-04	*0,20*	0,057499	61,81	-	-	-
Hydrocarbures aromatiques C12-C16	6,58E-03	5,07E-03	5,07E-03	4,34E-04	*0,20*	0,025328	27,23	-	-	-
Toluene	9,55E-06	7,35E-06	7,35E-06	6,30E-07	*3,00*	0,000002	0,00	-	-	-
m-, p-Xylène	6,07E-06	4,68E-06	4,68E-06	4,01E-07	*0,2200*	0,000021	0,02	-	-	-
Cumène	4,76E-06	3,67E-06	3,67E-06	3,14E-07	*0,40*	0,000009	0,01	-	-	-
Risque cumulé						**0,0930**	*100,00*		**0,00E+00**	*0,00*

ANNEXE : grille de calcul pour un résident adulte - ingestion de sol et inhalation de poussière

Cible : résident

Paramètres	T (an)	F(extérieur) (jour/an)	F(intérieur) (jour/an)	Te (extérieur) (h/jour)	Te (intérieur) (h/jour)	Nombre de jours d'exposition par an	P (kg)	Tm canc (jour)	Tm non canc (jour)	Qsol_ingéré (kg/j)	Teneur en poussières dans l'air extérieur (µg/m3)	Teneur en poussières dans l'air intérieur (µg/m3)	% de poussières provenant des sols dans l'air extérieur	% de poussières provenant des sols dans l'air intérieur
Valeur	30	29,58	281,04	2	19	355	70	25550	10950	0,00005	70	52,5	50%	80%

2h/jour - 355 jours/an

Substances	DJE effets avec seuils		DJE effets sans seuils		Qd : risque avec seuil		ERI : risque effets sans seuils	
	DJE ingestion sol	CI inhalation poussières	DJE ingestion sol	CI inhalation poussières	Qd ingestion de sol	Qd inhalation poussières	ERI ingestion de sol	ERI inhalation poussières
Aromatique C16-C35	1,26E-05	7,67E-06	5,41E-06	3,29E-06	4,21E-04			
Naphtalène	9,26E-09	5,63E-09	3,97E-09	2,41E-09	4,63E-07	1,52E-07	4,76E-10	1,35E-11
Acénaphtylène	5,79E-09	3,52E-09	2,48E-09	1,51E-09			4,96E-12	
Acénaphtène	1,74E-09	1,06E-09	7,44E-10	4,52E-10	2,89E-08		1,49E-13	
Fluorène	4,05E-09	2,46E-09	1,74E-09	1,06E-09	1,01E-07			
Phénanthrène	5,56E-08	3,38E-08	2,38E-08	1,45E-08	1,39E-06			
Anthracène	2,84E-08	1,72E-08	1,22E-08	7,39E-09	9,46E-08			
Fluoranthène	2,89E-07	1,76E-07	1,24E-07	7,54E-08	7,24E-06		2,48E-10	
Pyrène	2,37E-07	1,44E-07	1,02E-07	6,18E-08	7,91E-06		2,03E-11	
Benzo(a)anthracène	1,68E-07	1,02E-07	7,20E-08	4,37E-08			1,44E-09	4,81E-09
Chrysène	1,51E-07	9,15E-08	6,45E-08	3,92E-08			1,29E-10	4,31E-10
Benzo(b)fluoranthène	1,97E-07	1,20E-07	8,44E-08	5,13E-08			1,69E-09	5,64E-09
Benzo(k)fluoranthène	8,68E-08	5,28E-08	3,72E-08	2,26E-08			7,44E-10	2,49E-09
Dibenzo(ah)anthracène	2,78E-08	1,69E-08	1,19E-08	7,24E-09			2,38E-09	8,68E-09
Benzo(ghi)pérylène	1,04E-07	6,33E-08	4,47E-08	2,71E-08	3,47E-06			
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	1,04E-07	6,33E-08	4,47E-08	2,71E-08			8,93E-10	2,98E-09
Benzo(a)pyrène	1,56E-07	9,50E-08	6,70E-08	4,07E-08	5,21E-04	4,75E-02	6,70E-08	4,48E-08
Mercure	8,68E-09	5,28E-09	3,72E-09	2,26E-09	4,34E-06	1,76E-05		
Plomb	1,85E-05	1,13E-05	7,94E-06	4,82E-06	2,94E-02	1,25E-02	6,75E-08	5,79E-08
Zinc	5,09E-06	3,10E-06	2,18E-06	1,33E-06	1,70E-05			
		Total voie d'exposition			0,03039	0,06001	1,4E-07	1,3E-07
		Total général			**0,0904**		**2,7E-07**	

ANNEXE : grille de calcul pour un résident enfant - ingestion de sol et inhalation de poussière

Cible : résident enfant

Paramètres	T (an)	F(extérieur) (jour/an)	F(intérieur) (jour/an)	Te (extérieur) (h/jour)	Te (intérieur) (h/jour)	Nombre de jours d'exposition par an	P (kg)	Tm canc (jour)	Tm non canc (jour)	Qsol_ingéré (kg/j)	Teneur en poussières dans l'air extérieur (µg/m3)	Teneur en poussières dans l'air intérieur (µg/m3)	% de poussières provenant des sols dans l'air extérieur	% de poussières provenant des sols dans l'air intérieur
Valeur	6	29,58	281,04	2	19	355	15	25550	2190	0,00015	70	52,5	50%	80%

2h/jour - 355 jours/an

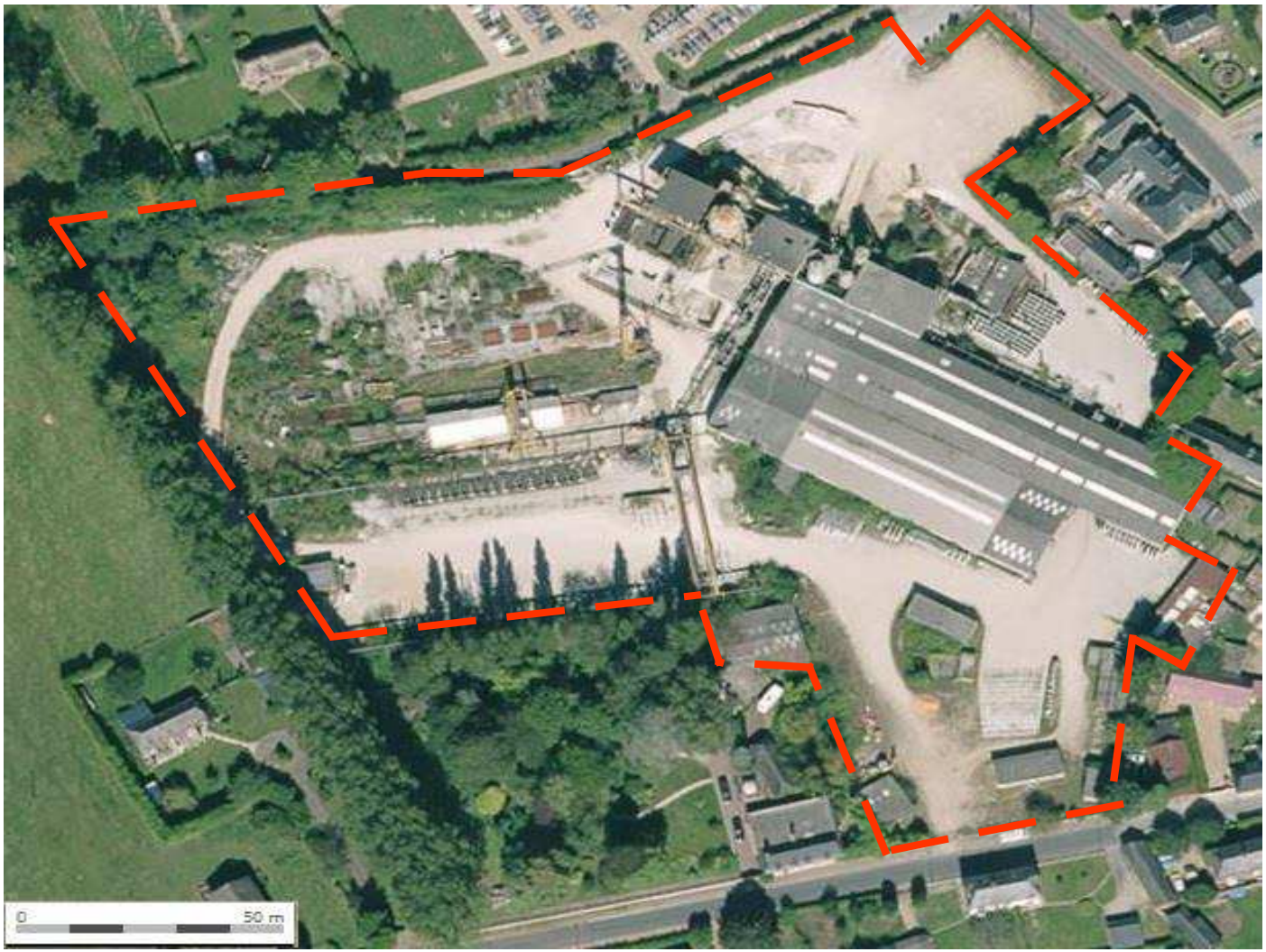
Substances	DJE effets avec seuils		DJE effets sans seuils		Qd : risque avec seuil		ERI : risque effets sans	
	DJE ingestion sol	CI inhalation poussières	DJE ingestion sol	CI inhalation poussières	Qd ingestion de sol	Qd inhalation poussières	ERI ingestion de sol	ERI inhalation poussières
Aromatique C16-C35	1,77E-04	7,67E-06	1,51E-05	6,57E-07	5,89E-03			
Naphtalène	1,30E-07	5,63E-09	1,11E-08	4,82E-10	6,48E-06	1,52E-07	1,33E-09	2,70E-12
Acénaphtylène	8,11E-08	3,52E-09	6,95E-09	3,02E-10			1,39E-11	
Acénaphtène	2,43E-08	1,06E-09	2,08E-09	9,05E-11	4,05E-07		4,17E-13	
Fluorène	5,67E-08	2,46E-09	4,86E-09	2,11E-10	1,42E-06			
Phénanthrène	7,78E-07	3,38E-08	6,67E-08	2,89E-09	1,95E-05			
Anthracène	3,97E-07	1,72E-08	3,40E-08	1,48E-09	1,32E-06			
Fluoranthène	4,05E-06	1,76E-07	3,47E-07	1,51E-08	1,01E-04		6,95E-10	
Pyrène	3,32E-06	1,44E-07	2,85E-07	1,24E-08	1,11E-04		5,70E-11	
Benzo(a)anthracène	2,35E-06	1,02E-07	2,01E-07	8,74E-09			4,03E-09	9,62E-10
Chrysène	2,11E-06	9,15E-08	1,81E-07	7,84E-09			3,61E-10	8,62E-11
Benzo(b)fluoranthène	2,76E-06	1,20E-07	2,36E-07	1,03E-08			4,72E-09	1,13E-09
Benzo(k)fluoranthène	1,22E-06	5,28E-08	1,04E-07	4,52E-09			2,08E-09	4,97E-10
Dibenzo(ah)anthracène	3,89E-07	1,69E-08	3,33E-08	1,45E-09			6,67E-09	1,74E-09
Benzo(ghi)pérylène	1,46E-06	6,33E-08	1,25E-07	5,43E-09	4,86E-05			
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	1,46E-06	6,33E-08	1,25E-07	5,43E-09			2,50E-09	5,97E-10
Benzo(a)pyrène	2,19E-06	9,50E-08	1,88E-07	8,14E-09	7,29E-03	4,75E-02	1,88E-07	8,95E-09
Mercure	1,22E-07	5,28E-09	1,04E-08	4,52E-10	6,08E-05	1,76E-05		
Plomb	2,59E-04	1,13E-05	2,22E-05	9,65E-07	4,12E-01	1,25E-02	1,89E-07	1,16E-08
Zinc	7,13E-05	3,10E-06	6,11E-06	2,65E-07	2,38E-04			
		Total voie d'exposition			0,42546	0,06001	4,0E-07	2,6E-08
		Total général			**0,4855**		**4,3E-07**	

Annexe 7 : Compte-rendu sur la mission complémentaire de nettoyage des sols du Cabinet Architecture & Urbanisme

Compte-rendu sur la Mission Complémentaire de Nettoyage des Sols

(Suite à la Mission d'EGIS Environnement souhaitée par l'ARS)

ANCIEN SITE DE PRODUCTION SAB
Rue Jean de la Varende
14590 MOYAUX



TRANSFORMATION DU SITE DE LA SOCIETE SAB MUR BETON
Ancien Site de production SAB
Rue Jean de la Varende
14 590 MOYAUX

Note de Synthèse des travaux exécutés
Transformation du site Industriel en projet de lotissement pour habitat individuel

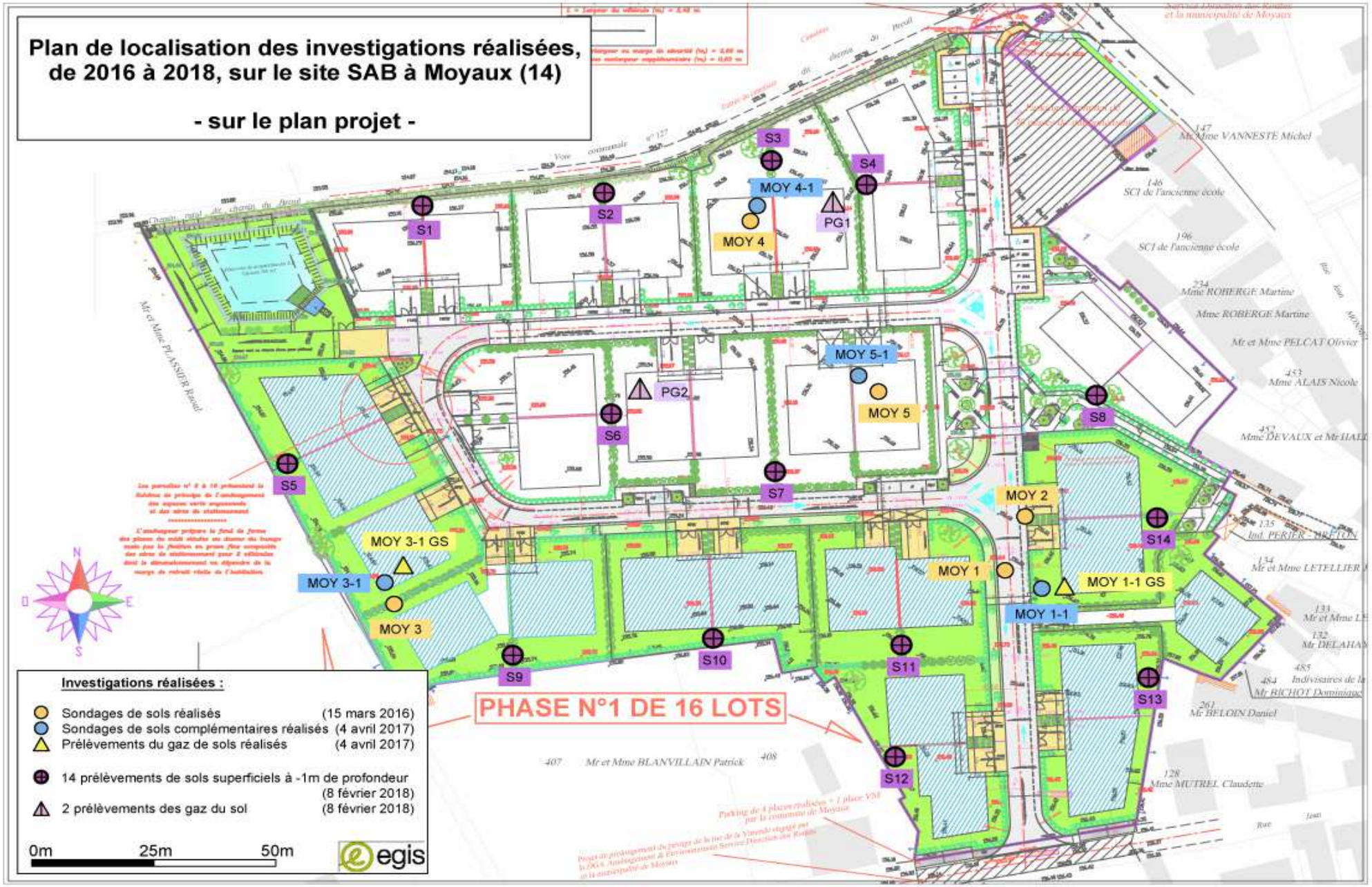
INFORMATIONS SUR LES INTERVENANTS DANS LE CADRE DE LA MISSION SOUHAITEE PAR L'ARS

N° du Projet	Maître d'Ouvrage	Maître d'Oeuvre	Entreprise en charge des travaux	BET Environnement
JPV 2017-3349-14FXL	M. François-Xavier LEBON	M. Jean-Paul VICIENT	M. DUMONTIER	M. Pierre SAUTOUR
	S.C.I VALLE DE LA PAQUINE Le Château 14590 OULLY-DU-HOULLEY Téléphone : 06.80.45.52.67 E-mail : lebonfx14@gmail.com	Cabinet ARC Architecture & Urbanisme Téléphone : 06.15.28.70.22 E-mail : vicientj@live.fr	Entreprise de Travaux Publics DUMONTIER 12 Route de la Vallée Bétan 27300 VALAILLES Téléphone : 02.32.44.78.12 Fax : 02.32.45.83.38 E-mail : adumontier@laposte.net	EGIS Environnement Agence OUEST – SUD OUEST Antenne de Nantes 7 rue de la Rainière Parc du Perray 44 339 Nantes Cedex Téléphone : 02.40.13.12.00 Fax : 02.40.05.20.62 E-mail : pierre,sautour@egis.fr

MISSION SOUHAITEE PAR L'ARS

Dans le cadre de son intervention l'ARS a souhaitée des investigations supplémentaires en terme de sondages estimant que pour une telle surface le nombre de points étudiés étaient insuffisant.
Les premières études d'EGIS avaient portées sur des secteurs qui historiquement étaient considérés comme des zones à risques du fait de la présence de cuves ou d'équipements utilisant des produits pouvant altérer le milieu environnant.
Les sondages effectués lors des précédentes interventions ont été conservés, en tant que données informatives, mais pour répondre à l'attente de la société gérant les risques sanitaires EGIS a proposé d'effectuer 14 sondages de sols, supplémentaires, entre 0 et 1 m de profondeur ainsi que 2 autres prélèvements concernant l'analyse des gaz du sol.

PRESENTATION DU PLAN DE REPERAGE DES SONDAGES (présence des sondages historiques et des sondages nouveaux envisagés)



ANALYSE DES GAZ DE SOLS

Observations lithologiques et organoleptiques

La lithologie observée au droit du site entre 0 et 1 mètre de profondeur est majoritairement de la terre végétale sablo-argileuse brune, parfois graveleuse. Des remblais sablo-graveleux bruns ont également été observés au droit de deux sondages.
Aucun indice organoleptique d'impact (odeur ou couleur suspecte) n'a été constaté lors de la réalisation des sondages.
Aucun indice de présence d'eau souterraine n'a également été constaté.

Conclusion …..... Ces observations favorables ne nécessitent pas de traitements particuliers.

ANALYSE DES SONDAGES DE SOLS

L'ARS avait souhaité ces sondages afin de vérifier la qualité résiduelle des milieux, après les travaux de purge, en plus de l'analyse plus large du site évoquée ci-dessus.
Dans le même temps l'ARS voulait également vérifier s'il était possible, sur chaque parcelle, que les acquéreurs puissent réaliser des potagers avec comme objectif d'absorber les produits de leurs plantations.
A ce titre il s'agissait d'une mesure préventive souhaitée au titre du principe de précaution.

Dans le cadre du règlement du lotissement il avait déjà été spécifié, pour les mêmes raisons, que les arbres fruitiers, à racines profondes, soient interdits sur le site (ce qui a été pris en compte).
EGIS a donc proposé la réalisation de 14 sondages, situés en partie arrière des zones constructives (les potagers ne se positionnant pas du côté des rues (voiries) de distribution des lots).

Pour les sondages effectués en avril 2017 il a été montré par une seconde phase d'étude effectuée par EGIS qu'à l'issue des travaux de réhabilitation fais par le client, les impacts en hydrocarbures semblent donc bien avoir été purgés.
Les teneurs en hydrocarbures totaux et les teneurs en HAP sont inférieures aux limites de quantifications.
Mêmes les valeurs de comparaison (ASPITET et INDIQUASOL) constatées au droit de la cuve aérienne ayant contenue par le passé des produits accélérateurs et des fluidifiants (adjuvants) : Échantillon MOY 4-1 (0,0-2,0 m) : Cuivre = 43 mg/kg MS et à l'emplacement supposé d'une ancienne chaudière fonctionnant au fioul lourd dans les années 1970 avec une cuve aérienne associée située dans le bâtiment principal : Échantillon MOY 5-1 (0-1,0) : Plomb = 320 mg/kg MS semblent avoir été purgées.

A partir de ce second cycle de sondages le rapport va donc démontrer le faible niveau de pollution constatée et les points MOY restent à titre informatif. La Société EGIS Structures & Environnement va donc s'atteler à analyser les 14 sondages supplémentaires concernant les secteurs pouvant accessoirement être utilisés comme potagers.

CONSTAT DES INVESTIGATIONS REALISEES EN 2018

Des teneurs en hydrocarbures totaux C10-C40 supérieures aux limites de quantifications (500 mg/kg) sont constatées dans les sondages S1, S2 et S4.
Des éléments-trace métalliques sur la base des valeurs de comparaison (ASPITET et INDIQUASOL) sont constatées pour le plomb et le zinc.
La teneur en plomb est faiblement supérieure pour les sondages S2, S3 et S14 et d'une teneur plus élevée pour le sondage S4.
Concernant le zinc la teneur est plus élevée pour les sondages S1, S2,S3 et S4.

Globalement tous les autres sondages ne présentent pas de teneurs notables nécessitant d'aller plus dans les démarches de nettoyage du site.

CONCLUSIONS DE CE CONSTAT

Il est a noter un fait significatif.
L'entreprise DUMONTIER devait terminer sa mission de nettoyage du site à la fin du mois de novembre.
Or s'il a fait un travail remarquable sur l'essentiel du terrain il n'a pas, malheureusement, achevé sa mission pour cette date et qui plus est il ne va pas revenir terminer son travail avant l'intervention d'EGIS.

Il nous faut constater qu'au **final les points incriminés sont tous implantés dans le secteur non achevé** situé le long du chemin du cimetière.
Ceci est d'autant plus regrettable que les traces hydrocarbures sont implantés dans un secteur qui ne présentait pas de risques majeurs car il n'y avait pas, dans ce secteur, la moindre cuve ou autres équipements à risques.
Par contre c'est le chemin de contournement des camions qui apportent des matériaux ingrédients du béton fabriqué ou qui viennent charger les produits finis.
On a donc là des résidus de cette activité. Mais le travail fait par la société DUMONTIER montre que sur le reste du circuit utilisé par les poids lourds le nettoyage du site a éliminé ces résidus qui ont été broyés avec les masses de béton ou de laitance de béton accumulés sur cette voirie interne qui utilisait une superficie énorme que l'on peut estimer entre 7 000 e 9 000 m2.

LE CHOIX DE LA SOLUTION RETENUE

A partir de ce constat il semble évident que la solution consistant à enlever 50 à 60 cm d'épaisseur de terre sur une superficie importante, pouvant aller de 300 à 500 m2 pour les lots concernés par les sondages S1 à S4, ne semble pas la méthode la plus judicieuse.
En l'absence de constat de type méthode d'iso-concentration, nécessitant un nombre important de sondages pour justifier qu'à 5 m du point concerné il y a un taux ou une teneur équivalente, on risque de déplacer un cubage phénoménal (coûteux en nombre de bennes à utiliser et en frais de décharges spécialisées).
Ce type de mesures peuvent conduire à déplacer des terres qui ne sont pas concernées par cette pollution.
D'autant plus que l'entreprise DUMONTIER a effectué, dans le même temps, la fin de sa mission de démolition par concassage de tout le béton présent sur le lieux.

La solution retenue est alors de considérer, comme l'avait suggéré EGIS, d'effectuer la pose d'un film polyane venant recouvrir l'ensemble du secteur concerné et de rapporter, de l'extérieur, une épaisseur de 50 à 60 cm de terre végétale.
Certes cet apport va créer un différentiel entre le terrain en place et le terrain surélevé.
Mais les parcelles devant avoir un versant conduisant les eaux de ruissellement vers la noue de récupération des eaux pluviales située en bordure de la voirie de distribution.
Lors des travaux de construction de leurs habitations les acquéreurs pourront alors récupérer les terres enlevées pour la réalisation des fondations et des vides sanitaires. Après les travaux ils pourront utiliser ces terres pour générer la pente allant de la partie surélevée vers la noue.

PHOTOGRAPHIES DES TRAVAUX REALISES

La pose du film dans le secteur concerné.

Les phases de la pose du film dans le secteur concerné puis son recouvrement par la terre végétale avant de voir sur la dernière photographie de la surélévation constituée par cette apport de terre végétale.

L'ASPECT GENERAL DU SITE …..... VUES PROCHES OU LOINTAINES

Ces quelques photographies montrent l'état du site aujourd'hui. Le changement est plus que notable pour tous ceux qui se souviennent de l'aspect de ce site il y a encore quelques mois.

REDACTION DU RAPPORT

Rédaction réalisée et validé par Jean-Paul VICIENT / Cabinet ARC Architecture & Urbanisme.

Annexe 8 : Plan de localisation des zones traitées fourni par le Cabinet ARC Architecture et urbanisme

PHASE N°1 DE 16 LOTS

Zone Merlon anti-ruissellement
Apport de terre végétale

Zone Merlon anti-ruissellement
Apport de terre végétale

Voie communale n° 127

Chemin rural dit chemin du Breuil

dit chemin du Breuil

Rue Jean Monnet

Clôture existante

Parking communal de
30 places de stationnement

Réservoirs de récupération des E.P.
Capacité 300 m3

LOT N°13 (S=668 m²) + 7 m2 D.U

LOT N°14 (S=590 m²) + 18 m2 D.U

LOT N°15 (S=566 m²)

LOT N°16 (S=613 m²)

LOT N°17

LOT N°18

LOT N°19

LOT N°20

LOT N°21

LOT N°22

LOT N°23

LOT N°24

LOT N°25 (S=531 m²)

LOT N°26 (S=517 m²)

LOT N°27 (S=541 m²)

LOT N°28 (S=583 m²)

LOT N°29 (S=583 m²)

LOT N°30 (S=541 m²)

LOT N°31 (S=515 m²)

LOT N°32 (S=553 m²)

LOT N°12 (S=582 m²)

LOT N°11 (S=573 m²)

LOT N°10 (S=590 m²)

LOT N°9 (S=562 m²)

LOT N°8 (S=562 m²)

LOT N°7 (S=541 m²)

LOT N°5

LOT N°4

LOT N°3 (S=640 m²)

LOT N°2 (S=502 m²)

LOT N°1 (S=510 m²)

S1 (Surface=65 m²)

S2 (Surface=65 m²) (Surface=95 m²)

S3 (Surface=145 m²) (Surface=195 m²) (Surface=75 m²)

S4

S14 (Surface=25 m²)

Surface de stockage = 120 m2 (Surface=85 m²)

Surface de rejet = 690 m2

147
Mr Mme VANNESTE Michel

146
SCI de l'ancienne école

196
SCI de l'ancienne école

234
Mme ROBERGE Ma

Mr et Mme PELCAT

452
Mme DEVAUX e

135
Ind. PERI

134
Mr et Mr

484
Mr BICI

261
Mr BELOIN Daniel

128

Mr et Mme PLASSIER Raoul

407

Mr et Mme BLANVILLAIN Patrick

408