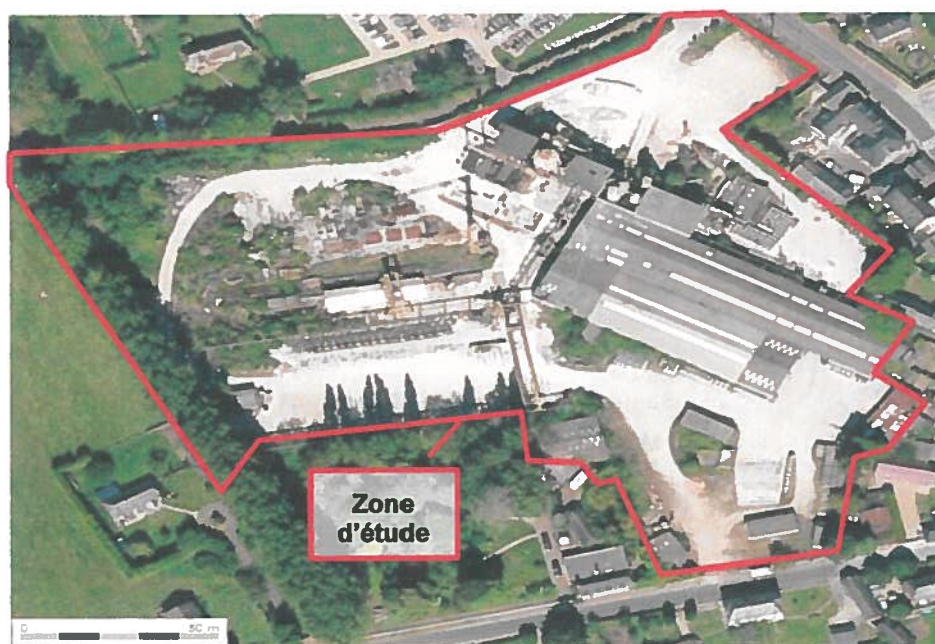


SOCIETE SAB MUR BETON
Site de production SAB
Rue Jean de la Varende
14590 MOYAUX

Analyse des Risques Sanitaires (ARR) de fin de travaux (mission A320)

25 août 2017



PARIS (Siège Social)
15 avenue du Centre
CS 20538 Guyancourt
78286 Guyancourt Cedex
Tel 01 39 41 40 00
Fax 01 39 41 57 49

NANTES
7 rue de la Ramière
Parc du Perray
44339 Nantes Cedex
Tel 02 40 13 12 00
Fax 02 40 05 20 62

NANCY
97, rue Haroun Tazieff
54320 Maxéville
Tel 03 83 93 73 90
Fax 03 83 93 73 01



Egis Structures & Environnement
15 Avenue du Centre CS 20538 Saint-Quentin-en-Yvelines
78286 Guyancourt cedex

Tel + 33 (0)1 39 41 42 84 – Fax + 33 (0)1 39 41 57 49

SAS au capital de 7 246 370 Euros – RCS Versailles 493 389 670 – TVA FR 44 493 389 670 – APE 711



Informations générales

Identification

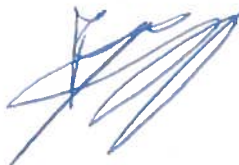
N° rapport	Version	Date	Nbre pages (hors annexes)	Annexes
E2202P01	ARR-01	25/08/2017	21	5

Contrôle qualité

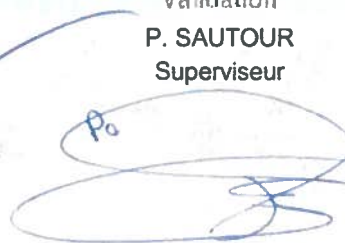
Rédaction
D. ODIN-LE BOULANGER
Chef de projets



Approbation
B. POIZAT
Chef de projets



Validation
P. SAUTOUR
Superviseur



Destinataires

Nom	Société	Coordonnées	Envoyé le :
M. LEBON	SAB Mur Béton	06.80.45.52.67	05/09/2017

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
TSA 37923
44 379 Nantes Cedex 3
Tel : 02.40.13.12.00

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

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

Résumé non technique

1. IDENTIFICATION DU SITE

Adresse du site : rue Jean de la Varende / rue Jean Monnet, 14590 Moyaux.

Références cadastrales : Le site occupe les parcelles n°148, 389, 415, 439, 440, 441, 442, 443, 444 de la section AB du cadastre de la ville de MOYAUX (14)

Surface du terrain : 24 226 m².

La zone d'étude occupe les parcelles 389 et 415. Le site de production SAB se positionne à l'Est du site sur la parcelle 415. L'intégralité des bâtiments autrefois présents sur le site a été démolie. Des travaux de terrassement et de réhabilitation (purge des sols impactés aux hydrocarbures) ont été réalisés sur le site par SAB Mur Béton

2. SCHEMA CONCEPTUEL

« Source » : impact résiduels en CAV et hydrocarbures totaux dans les gaz du sol.

Concentrations/substances sélectionnées : concentrations maximales de l'ensemble des substances détectées dans les gaz du sol et possédant une VTR

Cibles : futurs résidents des logements (adultes et enfants) construits dans le cadre du projet d'aménagement

Voie d'exposition : inhalation de gaz suite au dégazage des gaz du sol dans l'air intérieur et extérieur.

3. ANALYSE DES RISQUES RESIDUELS (ARR)

Sur la base du plan d'aménagement futur (logements individuels) tel que transmis par le client pour la réalisation de la présente étude, des hypothèses sécuritaires prises en compte, et dans la limite des investigations 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 le cas d'après le plan d'aménagement fourni.**

Table des matières

1	Introduction	7
1.1	Contexte	7
1.2	Référentiels d'étude	7
2	Description du site	8
2.1	Zone d'étude	8
2.2	Synthèse des résultats des investigations réalisées au droit du site	8
2.2.1	<i>Investigations menées en mars 2016</i>	8
2.2.2	<i>Investigations menées en avril 2017</i>	9
3	Analyse des risques résiduels (ARR)	10
3.1	Projet d'aménagement	10
3.2	Schéma conceptuel	10
3.2.1	<i>Identification des cibles potentielles</i>	10
3.2.2	<i>Voie de transfert retenue</i>	10
3.2.3	<i>Voie d'exposition retenue</i>	10
3.2.4	<i>Substances et concentrations retenues</i>	11
3.3	Détermination de la qualité de l'air intérieur	11
3.3.1	<i>Modèles utilisés</i>	11
3.3.2	<i>Paramètres utilisés pour le calcul des concentrations dans l'air intérieur</i>	12
3.3.3	<i>Concentrations estimées dans l'air ambiant</i>	13
3.4	Evaluation du risque d'exposition associé	13
3.4.1	<i>Caractérisation du risque sanitaire</i>	14
3.4.2	<i>Choix des Valeurs Toxicologiques de Référence</i>	15
3.5	Evaluation des risques sanitaires	17
3.5.1	<i>Méthodologie appliquée - Exposition par inhalation</i>	17
3.5.2	<i>Paramètres d'exposition</i>	17
3.5.3	<i>Résultats</i>	18
3.6	Evaluation des incertitudes	19
3.6.1	<i>Incertitudes relatives aux sources de pollution modélisées</i>	19
3.6.2	<i>Incertitudes relatives à la typologie d'exposition et aux valeurs toxicologiques de référence</i>	20
4	Conclusion	21

Liste des tableaux

Tableau 1 : substances et concentrations retenues.....	11
Tableau 2 : Caractéristiques du bâtiment et données d'entrée du modèle.....	13
Tableau 3 : concentrations calculées dans l'air intérieur	13
Tableau 4 : Choix des Valeurs Toxicologiques de Référence	16
Tableau 5 : Paramètres d'exposition des employés	17
Tableau 6 : résultats des calculs de risque pour les différents scenarii considérés	18
Tableau 7 : résultats des calculs de risque –hydrocarbures 100% coupes aliphatiques.....	19

Table des annexes

Annexe 1 : localisation de la zone d'étude
Annexe 2 : Implantation des différentes investigations menées au droit du site (2016 et 2017)
Annexe 3 : plan d'aménagement transmis par SAB Mur Béton
Annexe 4 : Grille de calculs de risques
Annexe 5 : Analyse des incertitudes - Grille de calculs de risques

1 Introduction

1.1 Contexte

Dans le cadre d'un projet d'aménagement d'un éco-quartier au droit de l'ancienne usine de SAB Mur Béton sises rue Jean de la Varende à Moyaux (14), la société SAB avait mandaté Egis Structures et Environnement pour réaliser une étude de pollution des sols au droit du site. Cette étude, présentée dans le rapport Egis Structures et Environnement référencé W1608P01 Version 01 du 15 avril 2106 avait mis en évidence un impact en hydrocarbures totaux au droit de certaines cuves de fioul et d'huile.

SAB Mur Béton a fait purger les zones polluées lors des travaux de terrassement préalables à l'aménagement du site.

Egis Structures et Environnement a donc été sollicitée afin de mener un diagnostic complémentaire des sols et des gaz du sol afin de vérifier la qualité résiduelles des sols après les travaux de purge. Cette étude est présentée dans le rapport Egis Structures et Environnement référencé E2202P01 version 1 du 11 mai 2017.

Les analyses ont mis en évidence l'absence de teneurs significatives en hydrocarbures totaux et en HAP dans les sols. Des teneurs en cuivre et en plomb, supérieures au fond géochimique national ont été mesurées.

Deux prélèvements de gaz du sol ont également été réalisés, mettant en évidence la présence d'hydrocarbures.

Etant donné le projet d'aménagement sensible envisagé au droit du site (création de logements), une analyse des risques résiduels (ARR) a donc été préconisée afin de s'assurer de la compatibilité des milieux avec l'usage résidentiel. Cette étude fait l'objet du présent rapport.

A l'issue de la présente étude, des mesures de gestion simples pourront être proposées afin de rendre compatible les milieux avec les usages envisagés, le cas échéant. Un plan de gestion de la pollution pourra éventuellement être recommandé.

Ces prestations correspondent aux « Prestations de services relatives aux sites et sols pollués », définies dans la norme AFNOR NF X 31-620-2 d'Août 2016 et spécifiées en page 3.

Cette étude est réalisée conformément à la méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués d'avril 2017.

1.2 Référentiels d'étude

Les documents de référence suivants ont été utilisés dans le cadre de la présente évaluation quantitative des risques sanitaires :

Référentiels généraux

- **Norme AFNOR NF X31-620-2 (août 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.**

Référentiels spécifiques à la mission

- **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.
- **Synthèse des valeurs réglementaires pour les substances chimiques**, en vigueur dans l'eau, les denrées alimentaires et dans l'air en France au **31 décembre 2015**, INERIS-DRC-15-151883-12362B (INERIS - 21 juillet 2016)

2 Description du site

2.1 Zone d'étude

Le site est localisé rue Jean de la Varende, sur la commune de Moyaux (14). Un plan de localisation de la zone d'étude est disponible en **Annexe 1**.

Le site occupe les parcelles n°148, 389, 415, 439, 440, 441, 442, 443, 444 de la section AB du cadastre de la ville de Moyaux.

La surface totale du terrain est de 24 226 m².

2.2 Synthèse des résultats des investigations réalisées au droit du site

L'**Annexe 2** précise l'implantation des différentes investigations menées au droit du site (2016 et 2017).

2.2.1 Investigations menées en mars 2016

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, référence W1608P01 du 15 avril 2016.

Les investigations ont consisté en la réalisation de 5 sondages d'une profondeur comprise entre 3 et 5 m.

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 observée.

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.

Des recommandations d'investigations complémentaires (étude historique et documentaire, étude de vulnérabilité, diagnostic complémentaire, audit de cuve) ont été émises à l'issue du diagnostic initial.

2.2.2 Investigations menées en avril 2017

Sur la base des informations transmises par le client, les 3 zones identifiées comme polluées lors du diagnostic de sol initial ont fait l'objet de travaux de «réhabilitation». 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 a été détruit.

Quatre sondages complémentaires de 5 m de profondeur (ou refus intermédiaire) ont été réalisés au droit des zones initialement identifiées comme polluées.

Les résultats d'analyses 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 non significative (150 mg/kg MS) ;
- Des teneurs en HAP inférieures aux limites de quantifications sur tous les échantillons analysés ;
- Deux dépassements supérieurs aux valeurs valeur de comparaison (ASPITET et INDIQUASOL) ont été constatés 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 réalisés par le client, les impacts en hydrocarbures semblent donc bien avoir été purgés. Il persiste toutefois un impact essentiellement en plomb au droit du sondage MOY 5-1.

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.

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/m³.

3 Analyse des risques résiduels (ARR)

3.1 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.

3.2 Schéma conceptuel

3.2.1 Identification des cibles potentielles

Au regard des usages futurs prévus au droit du site, les cibles potentielles considérées sont les adultes et les enfants résidant dans les futurs logements.

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.).

3.2.2 Voie de transfert retenue

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.

Les voies liées aux sols de surface (contacts directs, ingestion de sols) ne sont pas considérées pour cette étude. En effet, 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. 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 le cas d'après le plan d'aménagement fourni.

3.2.3 Voie d'exposition retenue

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.

3.2.4 Substances et concentrations retenues

3.2.4.1 Sélection des composés

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 peuvent être considérées. Les gaz du sol étant la résultante du dégazage des sols et de la nappe, et afin de limiter les successions de modélisation, les composés retenus seront les polluants décelés dans les gaz du sol.

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.

3.2.4.2 Sélection des concentrations

Dans une démarche sécuritaire, les concentrations maximales mesurées pour chacun des composés détectés dans les gaz du sol sont sélectionnées pour les calculs de risque. Elles sont détaillées dans le tableau ci-après.

Tableau 1 : substances et concentrations retenues

Substances	n° CAS	Concentrations dans les gaz du sol (mg/m ³)	origine de la donnée
TPH (classification en carbone équivalent)			
Hydrocarbures aromatiques C8-C10	-	6.08	MOY 3-1 GS
Hydrocarbures aromatiques C10-C12	-	34.37	MOY 3-1 GS
Hydrocarbures aromatiques C12-C16	-	15.14	MOY 3-1 GS
Composés Aromatiques Volatils			
Toluène	108-88-3	0.007	MOY 3-1 GS
m-, p-Xylène	1330-20-7	0.014	MOY 3-1 GS
Cumène	98-82-8	0.011	MOY 3-1 GS
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)	

3.3 Détermination de la qualité de l'air intérieur

3.3.1 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).

3.3.2 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.

Tableau 2 : Caractéristiques du bâtiment et données d'entrée du modèle

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	0.387	cm ³ /cm ³	valeurs proposées par RISC / Jonhson & Ettinger pour des remblais gravelo-limoneux (lithologie la plus pénalisante retrouvée sur site)
Perméabilité de la zone non saturée aux gaz	1E-08	cm ²	
contenu en eau	0.103	-	
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

3.3.3 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

Tableau 3 : concentrations calculées dans l'air intérieur

Substances	n° CAS	logement
		Concentrations calculées dans l'air ambiant (mg/m ³)
TPH (classification en carbone équivalent)		
Hydrocarbures aromatiques C8-C10	-	2.64E-03
Hydrocarbures aromatiques C10-C12	-	1.49E-02
Hydrocarbures aromatiques C12-C16	-	6.57E-03
Composés Aromatiques Volatils		
Toluène	108-88-3	3.03E-06
m-, p-Xylène	1330-20-7	6.06E-06
Cumène	98-82-8	4.75E-06

3.4 Evaluation du risque d'exposition associé

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

3.4.1 Caractérisation du risque sanitaire

3.4.1.1 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). 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 :

$$QD = CI / VTR \text{ pour l'inhalation de gaz}$$

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.

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.

$$\text{Risque non cancérigène acceptable si } \Sigma QD < 1$$

3.4.1.2 Effets sanitaires sans seuil

Les effets sanitaires sans seuil concernent les agents cancérigènes 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 cancérigène est génotoxique, la plupart des composés cancérigènes sont assimilés comme tels, leurs effets sont ainsi considérés sans seuil. Les effets sanitaires sans seuil concernent donc la majorité des composés cancérigènes 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.

$$\text{Pour l'inhalation : } ERI = CI \times ERU_i$$

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^{-5} . 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 $\Sigma ERI < 10^{-5}$

3.4.2 Choix des Valeurs Toxicologiques de Référence

3.4.2.1 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 TPHCWG¹ a étudié les effets et le comportement des hydrocarbures, et proposé des VTR qui sont retenues dans la présente étude.

3.4.2.2 VTR sélectionnées

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

Tableau 4 : Choix des Valeurs Toxicologiques de Référence

	n° cas	EFFETS AVEC SEUILS		EFFETS SANS SEUILS	
		VTR Inhalation mg/m ³	source	VTR Inhalation (mg/m ³) ¹	source
BTEX					
Benzène	71-43-2	0.00975	ATSDR 2007	2.60E-02	ANSES 2013
Toluène	108-88-3	3	ANSES 2010	nd	-
Ethylbenzène	100-41-4	0.265	ATSDR 2010	2.50E-03	OEHHA 2007
Xylènes	1330-20-7	0.22	ATSDR 2007	nd	-
Styrène	100-42-5	0.1	USEPA	nd	-
Cumène	98-82-8	0.4	USEPA	nd	-
2 Ethyltoluène	611-14-3	nd	-	nd	-
Mésitylène (1,3,5-triméthylbenzène)	108-67-8	nd	-	nd	-
Pseudocumène (1,2,4-triméthylbenzène)	95-63-6	nd	-	nd	-
Ethyltoluène	25550-14-5	nd	-	nd	-
HCT					
aromatique C8-C10	-	0.2	RIVM / TPHCWG	nd	RIVM / TPHCWG
aromatique C10-C12	-	0.2	RIVM / TPHCWG	nd	RIVM / TPHCWG
aromatique C12-C16	-	0.2	RIVM / TPHCWG	nd	RIVM / TPHCWG
Aliphatiques C8-C10	-	1	RIVM / TPHCWG	nd	-
Aliphatiques C10-C12	-	1	RIVM / TPHCWG	nd	-
Aliphatiques C12-C16	-	1	RIVM / TPHCWG	nd	-

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.

3.5 Evaluation des risques sanitaires

3.5.1 Méthodologie appliquée - Exposition par inhalation

La concentration inhalée pour chaque substance est calculée selon la formule suivante :

$$CI = \frac{(C_{\text{air-intérieur}} \cdot t_{\text{intérieur}}) \cdot T \cdot F}{T_m}$$

où :

$t_{\text{intérieur}}$ = fraction quotidienne de temps passé à l'intérieur bâtiment

$C_{\text{air-intérieur}}$ = concentration de la substance dans l'air intérieur

F : fréquence d'exposition

3.5.2 Paramètres d'exposition

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

Les paramètres d'exposition sont synthétisés dans le tableau ci-après.

Tableau 5 : Paramètres d'exposition des employés

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
	enfant	6		
F (fréquence d'exposition)	résident adulte	355	jours/an	Hypothèse de 10 jours d'absence par an (démarche sécuritaire)
	enfant	355		
T _m non cancérigène (période de temps sur laquelle est moyennée l'exposition)	résident adulte	10 950	jour	T _m =nombre de jours*durée d'exposition
	enfant	2 190		
T _m cancérigène (période de temps sur laquelle est moyennée l'exposition)	toutes cibles	25 550	jour	Pour les substances cancérigènes, T _m est égale à la durée de vie (70 ans, valeur utilisée par de nombreux organismes dont l'INERIS et l'USEPA)
T _I (fraction de temps d'exposition pendant la journée)	résident adulte	19h/j	heure	hypothèse sécuritaire
	enfant	19h/j	heure	

3.5.3 Résultats

Les résultats du risque sont présentés ci-après. Les fichiers de calcul sont quant à eux joints en Annexe 4.

Tableau 6 : résultats des calculs de risque pour les différents scénarii considérés

	résident adulte		résident enfant	
	QD	ERI	QD	ERI
Inhalation de gaz	0.0928	0.00E+00	0.0928	0.00E+00

Quel que soit le scénario considéré, les résultats des calculs de risque sont inférieurs aux critères d'acceptabilité, à savoir $\Sigma QD < 1$ et $\Sigma ERI < 10^{-5}$.

Le risque sanitaire est donc considéré comme acceptable pour les hypothèses citées précédemment, dans la limite des investigations menées, en considérant la seule voie de transfert par inhalation, et pour les usages considérés, à savoir un adulte et un enfant résidants dans les futurs logements construits sur site.

3.6 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.

3.6.1 Incertitudes relatives aux sources de pollution modélisées

3.6.1.1 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 d'air ambiant en intérieur ne peut être effectué. Les teneurs mesurées dans les gaz du sol ont été considérées. Il s'agit d'une démarche réaliste.

3.6.1.2 Substances retenues et concentrations retenues

L'ensemble des substances détectées ont été considérées, et les teneurs maximales mesurées ont été sélectionnées. Il s'agit d'une démarche majorante.

Les composés ne disposant pas de VTR n'ont pas été retenus.

A noter que la répartition des coupes aliphatiques/aromatiques des hydrocarbures n'est pas disponible. En première approche, il a été considéré que 100% des hydrocarbures détectés étaient des coupes aromatiques.

En considérant que 100% des hydrocarbures détectés sont des coupes aliphatiques, les résultats des calculs de risques sont présentés dans le tableau ci-après. La grille de calcul de risque est quant à elle jointe en Annexe 5.

Tableau 7 : résultats des calculs de risque –hydrocarbures 100% coupes aliphatiques

	résident adulte	
	QD	ERI
Inhalation de gaz	0.0186	0.00E+00

Les résultats des calculs de risques sont très largement inférieurs aux critères d'acceptabilité. Ils sont également inférieurs, ou égaux, aux résultats du calcul de risque initial. La démarche initiale était donc bien majorante.

3.6.1.3 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.

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

3.6.2.1 Choix des cibles exposées

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

3.6.2.2 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.

3.6.2.3 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).

3.6.2.4 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.

4 Conclusion

Dans le cadre d'un projet d'aménagement d'un éco-quartier au droit de l'ancienne usine de SAB Mur Béton sises rue Jean de la Varende à Moyaux (14), la société SAB avait mandaté Egis Structures et Environnement pour réaliser une étude de pollution des sols au droit du site. A l'issue de la purge les zones polluées menées par le client lors des travaux de terrassement préalables à l'aménagement du site, Egis Structures et Environnement a été sollicitée afin de mener un diagnostic complémentaire des sols et des gaz du sol afin de vérifier la qualité résiduelles des sols après les travaux de purge. Les analyses ont mis en évidence l'absence de teneurs significatives en hydrocarbures totaux et en HAP dans les sols. Une teneur essentiellement en plomb, supérieures aux valeurs de comparaison (ASPITET / INDIQUASOL) a été mesurée.

Deux prélèvements de gaz du sol ont également été réalisés, mettant en évidence la présence d'hydrocarbures.

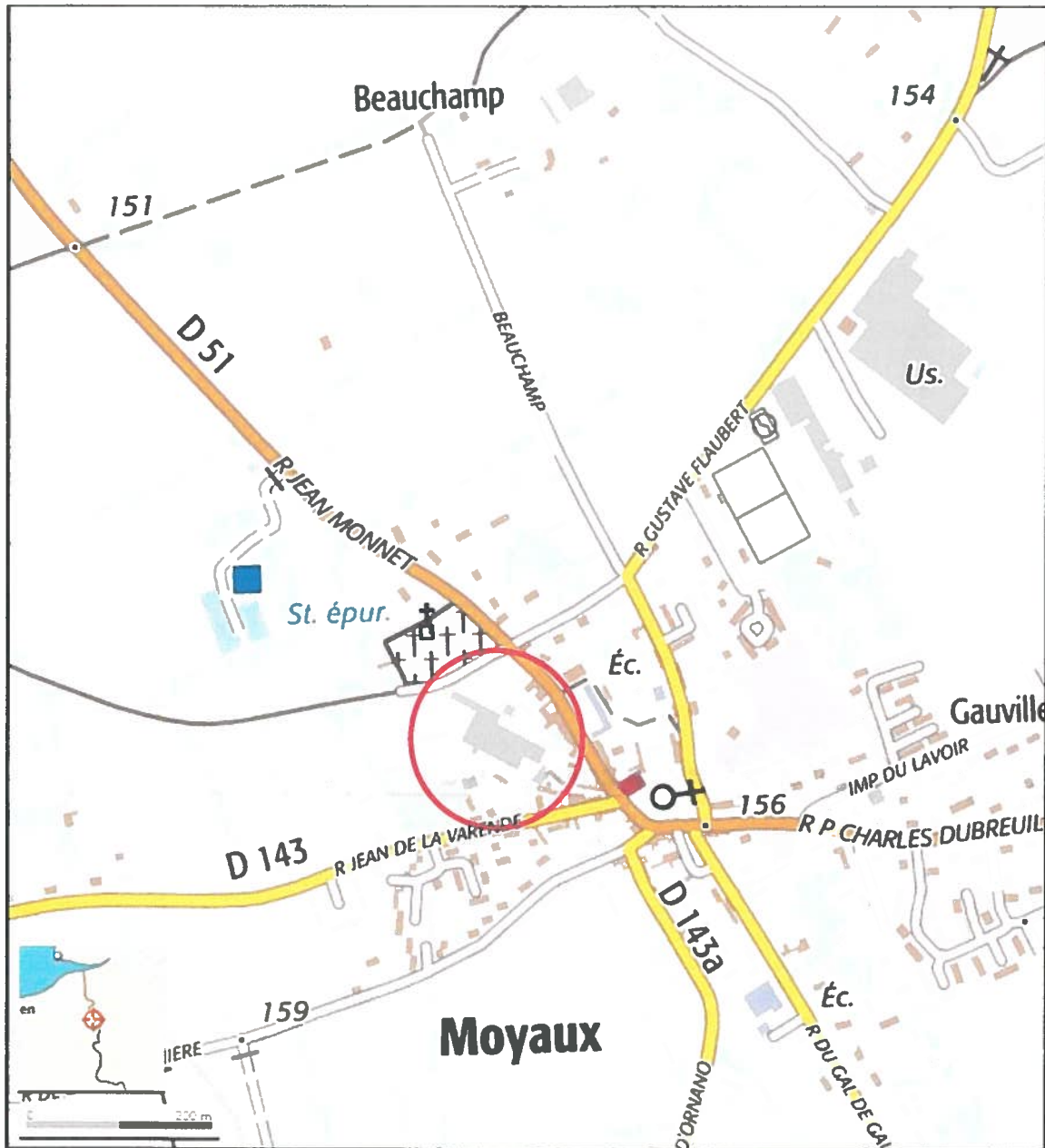
Etant donné le projet d'aménagement sensible envisagé au droit du site (création de logements), une analyse des risques résiduels (ARR) a donc été préconisée afin de s'assurer de la compatibilité des milieux avec l'usage résidentiel. Cette étude fait l'objet du présent rapport.

Sur la base du plan d'aménagement futur (logements individuels) tel que transmis par le client pour la réalisation de la présente étude, 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 le cas d'après le plan d'aménagement fourni.

Annexes

Annexe 1 : localisation de la zone d'étude



PLAN DE LOCALISATION SUR EXTRAIT DE CARTE IGN

Réalisé en avril 2016 par EGIS SE

sur le site SAB Mur Béton

Adresse site :
Rue Jean de la Varenne
14 590 MOYAux

Date :
18/04/2017

Nord



Légende :

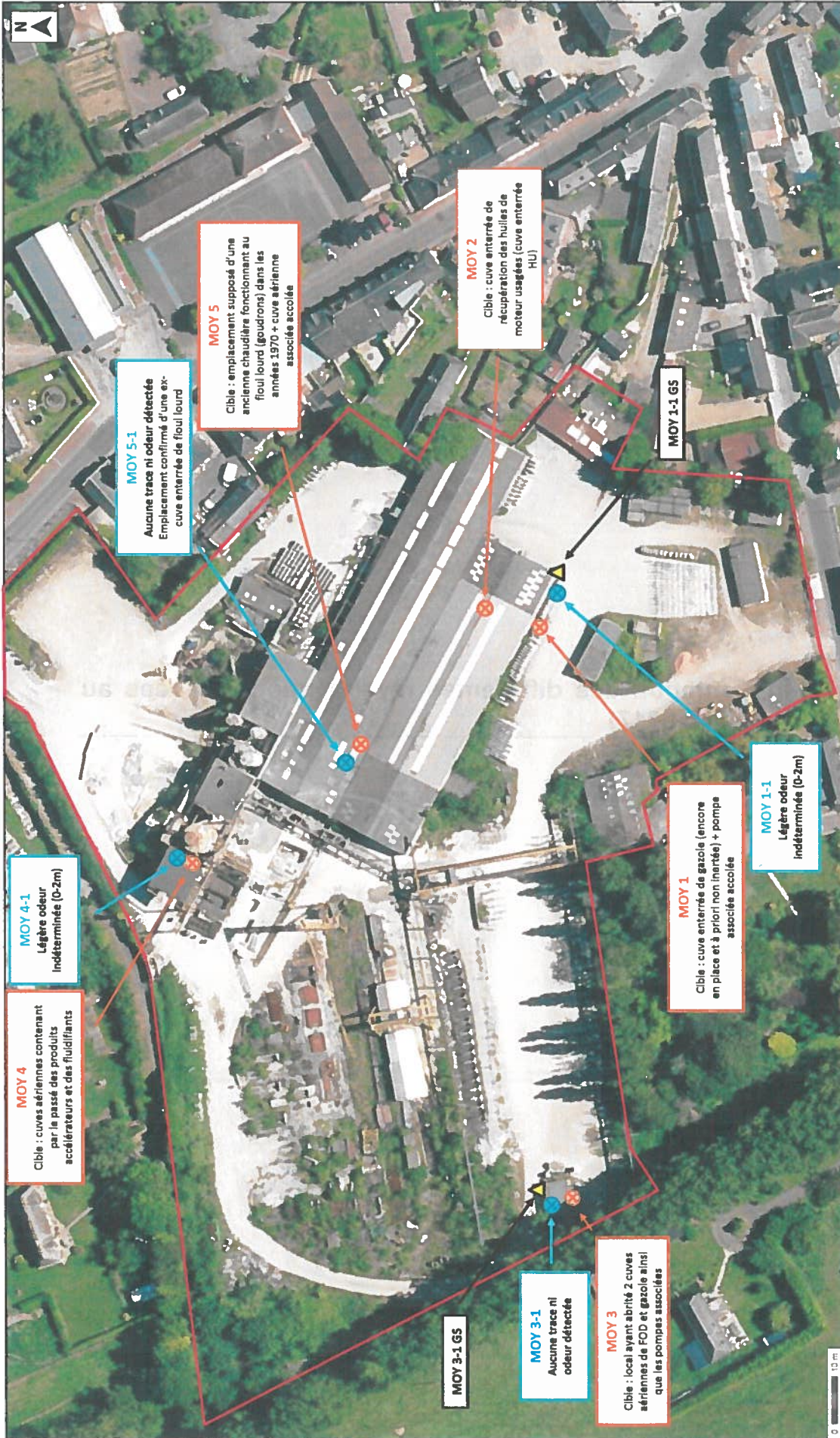


Localisation du site à l'étude



EGIS Environnement
7 rue de la Rainière
TSA 37923 44379
NANTES CEDEX 3
Tel : 02 40 13 12 00
Fax : 02 40 05 20 62

Annexe 2 : Implantation des différentes investigations menées au droit du site (2016 et 2017)



 EGIS Environnement 7 rue de la Rampe 44100 Nantes FRANCE Tél : 02 40 13 12 00 Fax : 02 40 06 20 82	DIAGNOSTIC COMPLÉMENTAIRE DE POLLUTION DES SOLS PLAN DE LOCALISATION DES INVESTIGATIONS		SAB MUR BETON
	Légende : Limites de site Sondages de sols réalisés le 15 mars 2016 Sondages sols complémentaires réalisés le 4 avril 2017 Prélèvements des gaz de sols réalisés le 4 avril 2017		Rue de la Varende à MOYVAUX (14 590)
Réalisé le 18/04/2017			

Annexe 3 : plan d'aménagement transmis par SAB Mur Béton

Annexe 4 : Grille de calculs de risques



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

Substance	Concentrations dans le milieu d'exposition			Concentration inhalée						Risque				
	logement	logement	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	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	%	(mg/m ³) ⁻¹		%		
aromatique C8-C10	2.64E-03	2.03E-03	2.03E-03	2.03E-03	8.70E-04	0.20	0.01015	10.93	-	-	-	-		
aromatique C10-C12	1.49E-02	1.15E-02	1.15E-02	1.15E-02	4.92E-03	0.20	0.05738	61.81	-	-	-	-		
aromatique C12-C16	6.57E-03	5.06E-03	5.06E-03	5.06E-03	2.17E-03	0.20	0.025276	27.23	-	-	-	-		
Toluène	3.03E-06	2.33E-06	2.33E-06	2.33E-06	1.00E-06	3.00	0.00000	0.00	-	-	-	-		
Xylènes	6.06E-06	4.67E-06	4.67E-06	4.67E-06	2.00E-06	0.2200	0.00002	0.02	-	-	-	-		
Cumène	4.75E-06	3.66E-06	3.66E-06	3.66E-06	1.57E-06	0.40	0.0000091	0.01	-	-	-	-		
Risque cumulé							0.0928	100.00			0.00E+00	0.00		

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

Résident enfant

Substance	CAS No	Concentrations dans le milieu d'exposition			Concentration inhalée			Risque					
		logement	logement	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	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	%	(mg/m ³) ⁻¹		%
aromatique C8-C10	10000-01-0	2.64E-03	2.03E-03	2.03E-03	2.03E-03	1.74E-04	0.20	0.01015	10.93	-	-	-	-
aromatique C10-C12	10000-01-1	1.49E-02	1.15E-02	1.15E-02	1.15E-02	9.84E-04	0.20	0.05738	61.81	-	-	-	-
aromatique C12-C16	10000-01-2	6.57E-03	5.06E-03	5.06E-03	5.06E-03	4.33E-04	0.20	0.02528	27.23	-	-	-	-
Toluène	108-88-3	3.03E-06	2.33E-06	2.33E-06	2.33E-06	2.00E-07	3.00	0.00000	0.00	-	-	-	-
Xylènes	1330-20-7	6.06E-06	4.67E-06	4.67E-06	4.67E-06	4.00E-07	0.22	0.000021	0.02	-	-	-	-
Cumène	98-82-8	4.75E-06	3.66E-06	3.66E-06	3.66E-06	3.13E-07	0.40	0.00001	0.01	-	-	-	-
Risque cumulé								0.0928	100.00			0.00E+00	0.00

Annexe 5 : Analyse des incertitudes - Grille de calculs de risques

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

Résident adulte

Substance	Concentrations dans le milieu d'exposition			Concentration inhalée				Risque					
	logement	logement	logement	logement	CI totale	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	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³		%	(mg/m ³) ⁻¹		%
Aliphatiques C8-C10	2.64E-03	2.03E-03	2.03E-03	2.03E-03	2.03E-03	2.03E-03	8.70E-04	1.00	0.00203	10.92	-	-	-
Aliphatiques C10-C12	1.49E-02	1.15E-02	1.15E-02	1.15E-02	1.15E-02	1.15E-02	4.92E-03	1.00	0.01148	61.72	-	-	-
Aliphatiques C12-16	6.57E-03	5.06E-03	5.06E-03	5.06E-03	5.06E-03	5.06E-03	2.17E-03	1.00	0.00506	27.19	-	-	-
Toluène	3.03E-06	2.33E-06	2.33E-06	2.33E-06	2.33E-06	2.33E-06	1.00E-06	3.00	0.00000	0.00	-	-	-
Xylènes	6.06E-06	4.67E-06	4.67E-06	4.67E-06	4.67E-06	4.67E-06	2.00E-06	0.22	0.000021	0.11	-	-	-
Cumène	4.75E-06	3.66E-06	3.66E-06	3.66E-06	3.66E-06	3.66E-06	1.57E-06	0.40	0.000001	0.05	-	-	-
Risque cumulé									0.0186	100.00		0.00E+00	0.00