



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Ministère chargé de
l'environnement

Demande d'examen au cas par cas préalable à la réalisation éventuelle d'une évaluation environnementale

Article R. 122-3 du code de l'environnement



N° 14734*03

*Ce formulaire sera publié sur le site internet de l'autorité environnementale
Avant de remplir cette demande, lire attentivement la notice explicative*

Cadre réservé à l'autorité environnementale

Date de réception :

Dossier complet le :

N° d'enregistrement :

1. Intitulé du projet

2. Identification du (ou des) maître(s) d'ouvrage ou du (ou des) pétitionnaire(s)

2.1 Personne physique

Nom

Prénom

2.2 Personne morale

Dénomination ou raison sociale

Nom, prénom et qualité de la personne
habilitée à représenter la personne morale

RCS / SIRET

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Forme juridique

Joignez à votre demande l'annexe obligatoire n°1

3. Catégorie(s) applicable(s) du tableau des seuils et critères annexé à l'article R. 122-2 du code de l'environnement et dimensionnement correspondant du projet

N° de catégorie et sous-catégorie	Caractéristiques du projet au regard des seuils et critères de la catégorie (Préciser les éventuelles rubriques issues d'autres nomenclatures (ICPE, IOTA, etc.))

4. Caractéristiques générales du projet

Doivent être annexées au présent formulaire les pièces énoncées à la rubrique 8.1 du formulaire

4.1 Nature du projet, y compris les éventuels travaux de démolition

4.2 Objectifs du projet

4.3 Décrivez sommairement le projet

4.3.1 dans sa phase travaux

4.3.2 dans sa phase d'exploitation

4.4 A quelle(s) procédure(s) administrative(s) d'autorisation le projet a-t-il été ou sera-t-il soumis ?

La décision de l'autorité environnementale devra être jointe au(x) dossier(s) d'autorisation(s).

4.5 Dimensions et caractéristiques du projet et superficie globale de l'opération - préciser les unités de mesure utilisées

Grandeurs caractéristiques	Valeur(s)

4.6 Localisation du projet

Adresse et commune(s)
d'implantation

Coordonnées géographiques¹

Long. ___° ___' ___" Lat. ___° ___' ___"

Pour les catégories 5° a), 6° a), b) et c), 7° a), b) 9° a), b), c), d), 10°, 11° a) b), 12°, 13°, 22°, 32°, 34°, 38° ; 43° a), b) de l'annexe à l'article R. 122-2 du code de l'environnement :

Point de départ :

Long. ___° ___' ___" Lat. ___° ___' ___"

Point d'arrivée :

Long. ___° ___' ___" Lat. ___° ___' ___"

Communes traversées :

Joignez à votre demande les annexes n° 2 à 6

4.7 S'agit-il d'une modification/extension d'une installation ou d'un ouvrage existant ?

Oui

Non

4.7.1 Si oui, cette installation ou cet ouvrage a-t-il fait l'objet d'une évaluation environnementale ?

Oui

Non

4.7.2 Si oui, décrivez sommairement les différentes composantes de votre projet et indiquez à quelle date il a été autorisé ?

¹ Pour l'outre-mer, voir notice explicative

5. Sensibilité environnementale de la zone d'implantation envisagée

Afin de réunir les informations nécessaires pour remplir le tableau ci-dessous, vous pouvez vous rapprocher des services instructeurs, et vous référer notamment à l'outil de cartographie interactive CARMEN, disponible sur le site de chaque direction régionale.

Le site Internet du ministère en charge de l'environnement vous propose, dans la rubrique concernant la demande de cas par cas, la liste des sites internet où trouver les données environnementales par région utiles pour remplir le formulaire.

Le projet se situe-t-il :	Oui	Non	Lequel/Laquelle ?
Dans une zone naturelle d'intérêt écologique, faunistique et floristique de type I ou II (ZNIEFF) ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
En zone de montagne ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Dans une zone couverte par un arrêté de protection de biotope ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Sur le territoire d'une commune littorale ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Dans un parc national, un parc naturel marin, une réserve naturelle (nationale ou régionale), une zone de conservation halieutique ou un parc naturel régional ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Sur un territoire couvert par un plan de prévention du bruit, arrêté ou le cas échéant, en cours d'élaboration ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Dans un bien inscrit au patrimoine mondial ou sa zone tampon, un monument historique ou ses abords ou un site patrimonial remarquable ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Dans une zone humide ayant fait l'objet d'une délimitation ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Dans une commune couverte par un plan de prévention des risques naturels prévisibles (PPRN) ou par un plan de prévention des risques technologiques (PPRT) ? Si oui, est-il prescrit ou approuvé ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Dans un site ou sur des sols pollués ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Dans une zone de répartition des eaux ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Dans un périmètre de protection rapprochée d'un captage d'eau destiné à la consommation humaine ou d'eau minérale naturelle ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Dans un site inscrit ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Le projet se situe-t-il, dans ou à proximité :	Oui	Non	Lequel et à quelle distance ?
D'un site Natura 2000 ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
D'un site classé ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

6. Caractéristiques de l'impact potentiel du projet sur l'environnement et la santé humaine au vu des informations disponibles

6.1 Le projet envisagé est-il **susceptible** d'avoir les incidences notables suivantes ?

Veillez compléter le tableau suivant :

Incidences potentielles		Oui	Non	De quelle nature ? De quelle importance ? <i>Appréciez sommairement l'impact potentiel</i>
Ressources	Engendre-t-il des prélèvements d'eau ? Si oui, dans quel milieu ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Impliquera-t-il des drainages / ou des modifications prévisibles des masses d'eau souterraines ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Est-il excédentaire en matériaux ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Est-il déficitaire en matériaux ? Si oui, utilise-t-il les ressources naturelles du sol ou du sous-sol ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Milieu naturel	Est-il susceptible d'entraîner des perturbations, des dégradations, des destructions de la biodiversité existante : faune, flore, habitats, continuités écologiques ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Si le projet est situé dans ou à proximité d'un site Natura 2000, est-il susceptible d'avoir un impact sur un habitat / une espèce inscrit(e) au Formulaire Standard de Données du site ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

	Est-il susceptible d'avoir des incidences sur les autres zones à sensibilité particulière énumérées au 5.2 du présent formulaire ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Engendre-t-il la consommation d'espaces naturels, agricoles, forestiers, maritimes ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Risques	Est-il concerné par des risques technologiques ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Est-il concerné par des risques naturels ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Engendre-t-il des risques sanitaires ? Est-il concerné par des risques sanitaires ?	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Nuisances	Engendre-t-il des déplacements/des trafics	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Est-il source de bruit ? Est-il concerné par des nuisances sonores ?	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	

	Engendre-t-il des odeurs ? Est-il concerné par des nuisances olfactives ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Engendre-t-il des vibrations ? Est-il concerné par des vibrations ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Engendre-t-il des émissions lumineuses ? Est-il concerné par des émissions lumineuses ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Emissions	Engendre-t-il des rejets dans l'air ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Engendre-t-il des rejets liquides ? Si oui, dans quel milieu ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Engendre-t-il des effluents ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Engendre-t-il la production de déchets non dangereux, inertes, dangereux ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Patrimoine / Cadre de vie / Population	Est-il susceptible de porter atteinte au patrimoine architectural, culturel, archéologique et paysager ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Engendre-t-il des modifications sur les activités humaines (agriculture, sylviculture, urbanisme, aménagements), notamment l'usage du sol ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

6.2 Les incidences du projet identifiées au 6.1 sont-elles susceptibles d'être cumulées avec d'autres projets existants ou approuvés ?

Oui Non Si oui, décrivez lesquelles :

6.3 Les incidences du projet identifiées au 6.1 sont-elles susceptibles d'avoir des effets de nature transfrontière ?

Oui Non Si oui, décrivez lesquels :

6.4 Description, le cas échéant, des mesures et des caractéristiques du projet destinées à éviter ou réduire les effets négatifs notables du projet sur l'environnement ou la santé humaine (pour plus de précision, il vous est possible de joindre une annexe traitant de ces éléments) :

7. Auto-évaluation (facultatif)

Au regard du formulaire rempli, estimez-vous qu'il est nécessaire que votre projet fasse l'objet d'une évaluation environnementale ou qu'il devrait en être dispensé ? Expliquez pourquoi.

8. Annexes

8.1 Annexes obligatoires

Objet		
1	Document CERFA n°14734 intitulé « informations nominatives relatives au maître d'ouvrage ou pétitionnaire » - non publié ;	<input type="checkbox"/>
2	Un plan de situation au 1/25 000 ou, à défaut, à une échelle comprise entre 1/16 000 et 1/64 000 (Il peut s'agir d'extraits cartographiques du document d'urbanisme s'il existe) ;	<input type="checkbox"/>
3	Au minimum, 2 photographies datées de la zone d'implantation, avec une localisation cartographique des prises de vue, l'une devant permettre de situer le projet dans l'environnement proche et l'autre de le situer dans le paysage lointain ;	<input type="checkbox"/>
4	Un plan du projet <u>ou</u> , pour les travaux, ouvrages ou aménagements visés aux catégories 5° a), 6°a), b) et c), 7°a), b), 9°a), b), c), d), 10°, 11°a), b), 12°, 13°, 22°, 32, 38° ; 43° a) et b) de l'annexe à l'article R. 122-2 du code de l'environnement un projet de tracé ou une enveloppe de tracé ;	<input type="checkbox"/>
5	Sauf pour les travaux, ouvrages ou aménagements visés aux 5° a), 6°a), b) et c), 7° a), b), 9°a), b), c), d), 10°, 11°a), b), 12°, 13°, 22°, 32, 38° ; 43° a) et b) de l'annexe à l'article R. 122-2 du code de l'environnement : plan des abords du projet (100 mètres au minimum) pouvant prendre la forme de photos aériennes datées et complétées si nécessaire selon les évolutions récentes, à une échelle comprise entre 1/2 000 et 1/5 000. Ce plan devra préciser l'affectation des constructions et terrains avoisinants ainsi que les canaux, plans d'eau et cours d'eau ;	<input type="checkbox"/>
6	Si le projet est situé dans un site Natura 2000, un plan de situation détaillé du projet par rapport à ce site. Dans les autres cas, une carte permettant de localiser le projet par rapport aux sites Natura 2000 sur lesquels le projet est susceptible d'avoir des effets.	<input type="checkbox"/>

8.2 Autres annexes volontairement transmises par le maître d'ouvrage ou pétitionnaire

Veillez compléter le tableau ci-joint en indiquant les annexes jointes au présent formulaire d'évaluation, ainsi que les parties auxquelles elles se rattachent

Objet

9. Engagement et signature

Je certifie sur l'honneur l'exactitude des renseignements ci-dessus

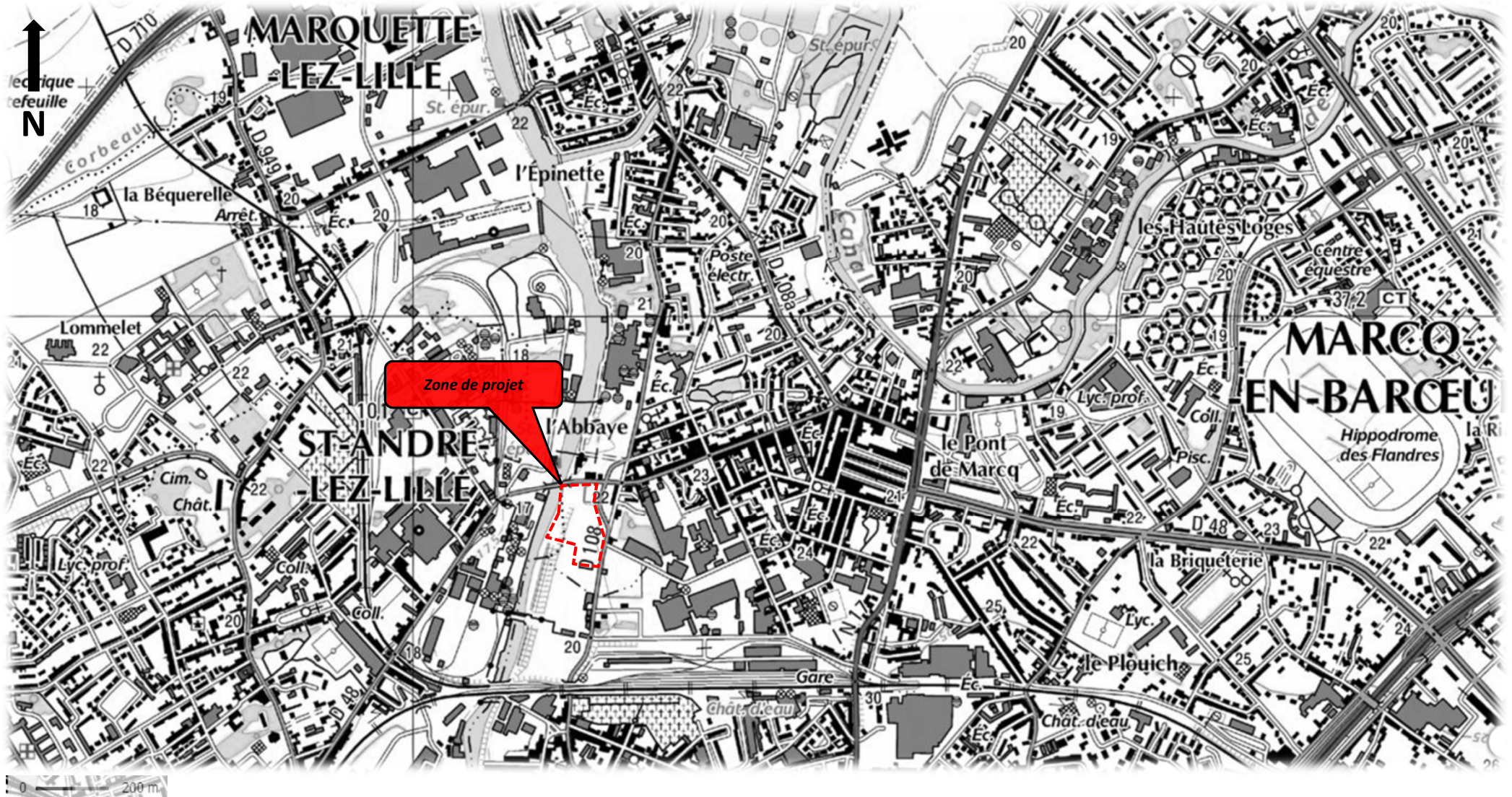
Fait à

le,

Signature

Annexe 2 : Plan de situation

Source : Géoportail-IGN



Annexe 3 : Localisation du reportage photographique sur photo aérienne (Vues depuis l'extérieur vers le site de projet et voiries / carrefours existantes)

Source : Géoportail pour la photo aérienne



Annexe 3 : Reportage photographique



Annexe 3 : Localisation du reportage photographique sur photo aérienne (Vues depuis les limites de site vers l'extérieur)

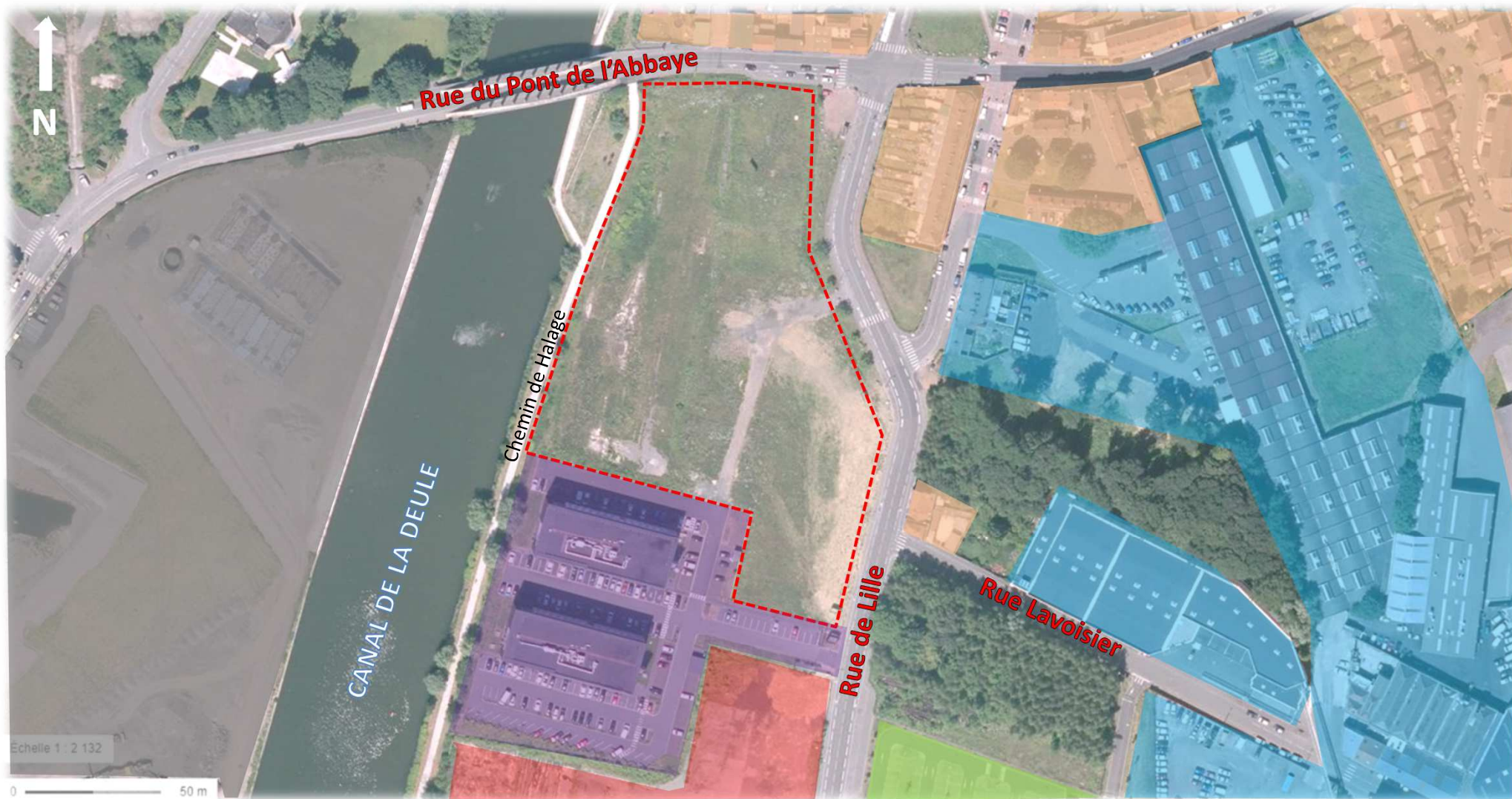
Source : Géoportail pour la photo aérienne



Annexe 3 : Reportage photographique



Annexe 5 : Abords de la zone de projet



Légende



Zone de projet



Quartiers majoritairement dédiés à l'habitat (+ commerces)



Zones dédiées aux activités type garages / carrosserie...



Zones en cours de réaménagement

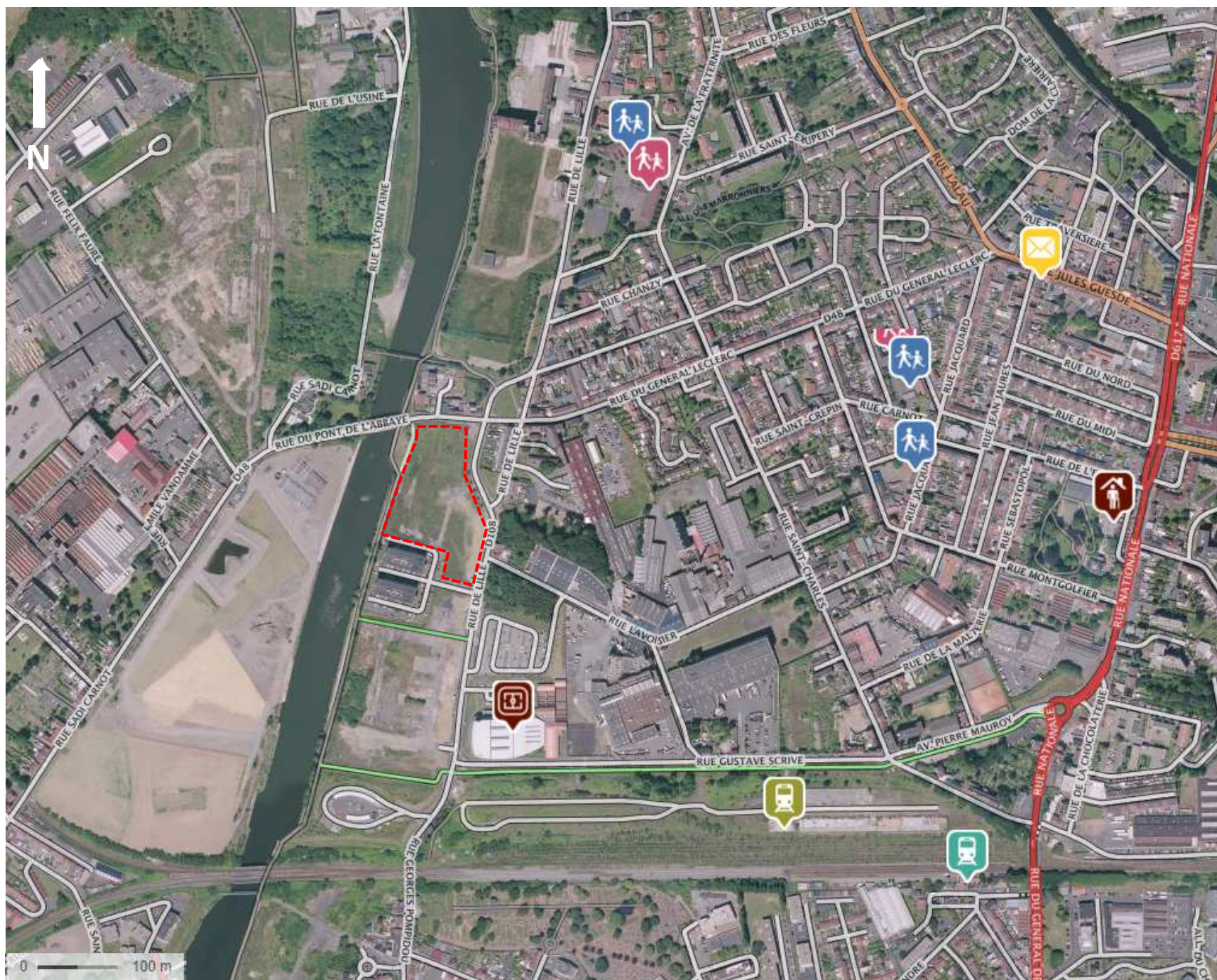










Parkings liés à des équipements



Friches

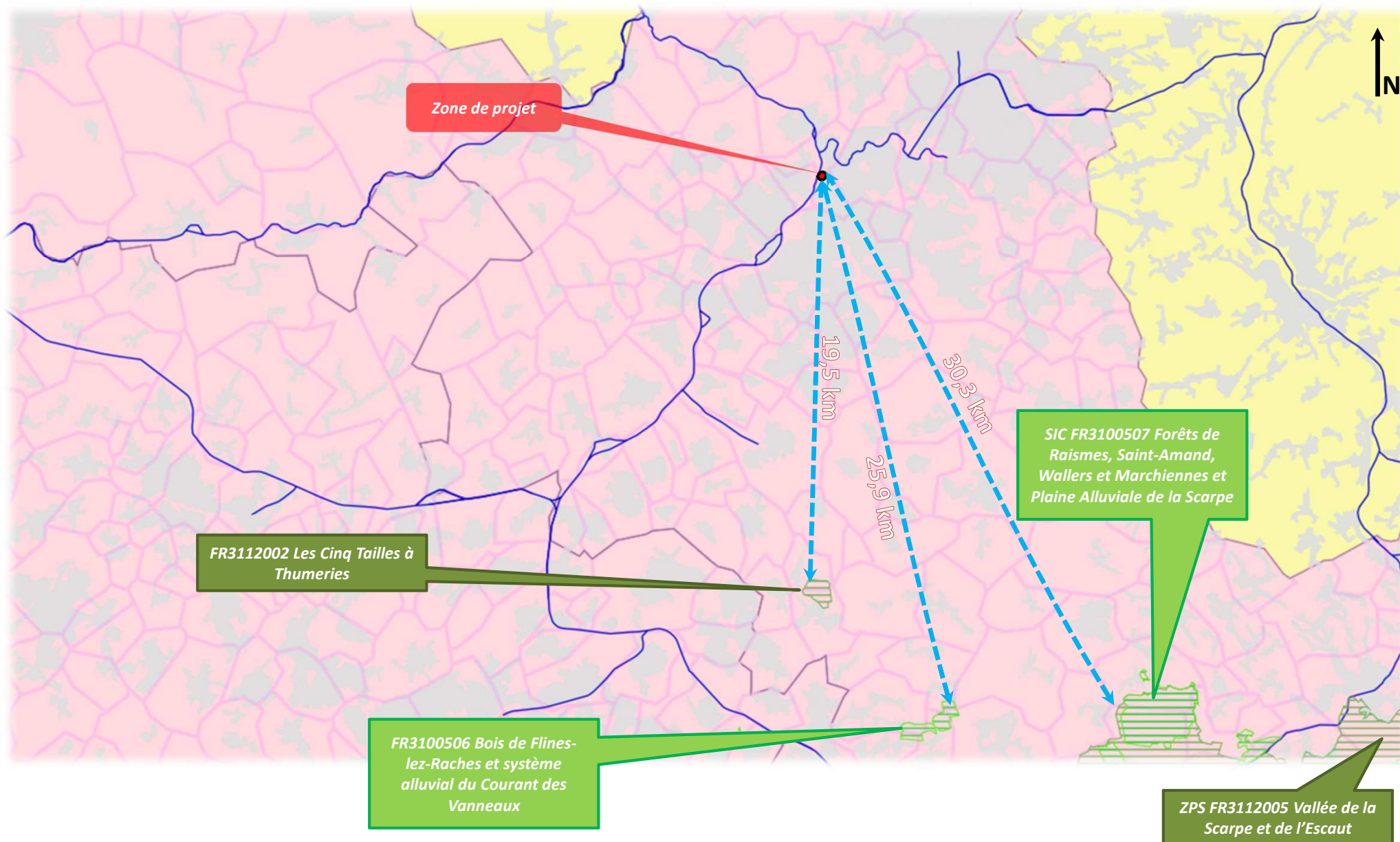
Annexe 5 : Abords de la zone de projet



- Légende**
-  Zone de projet
 -  Gare voyageurs
 -  Gare de fret
 -  Ecoles maternelles
 -  Ecoles élémentaires
 -  Poste
 -  Equipements sportifs
 -  Maison de retraite

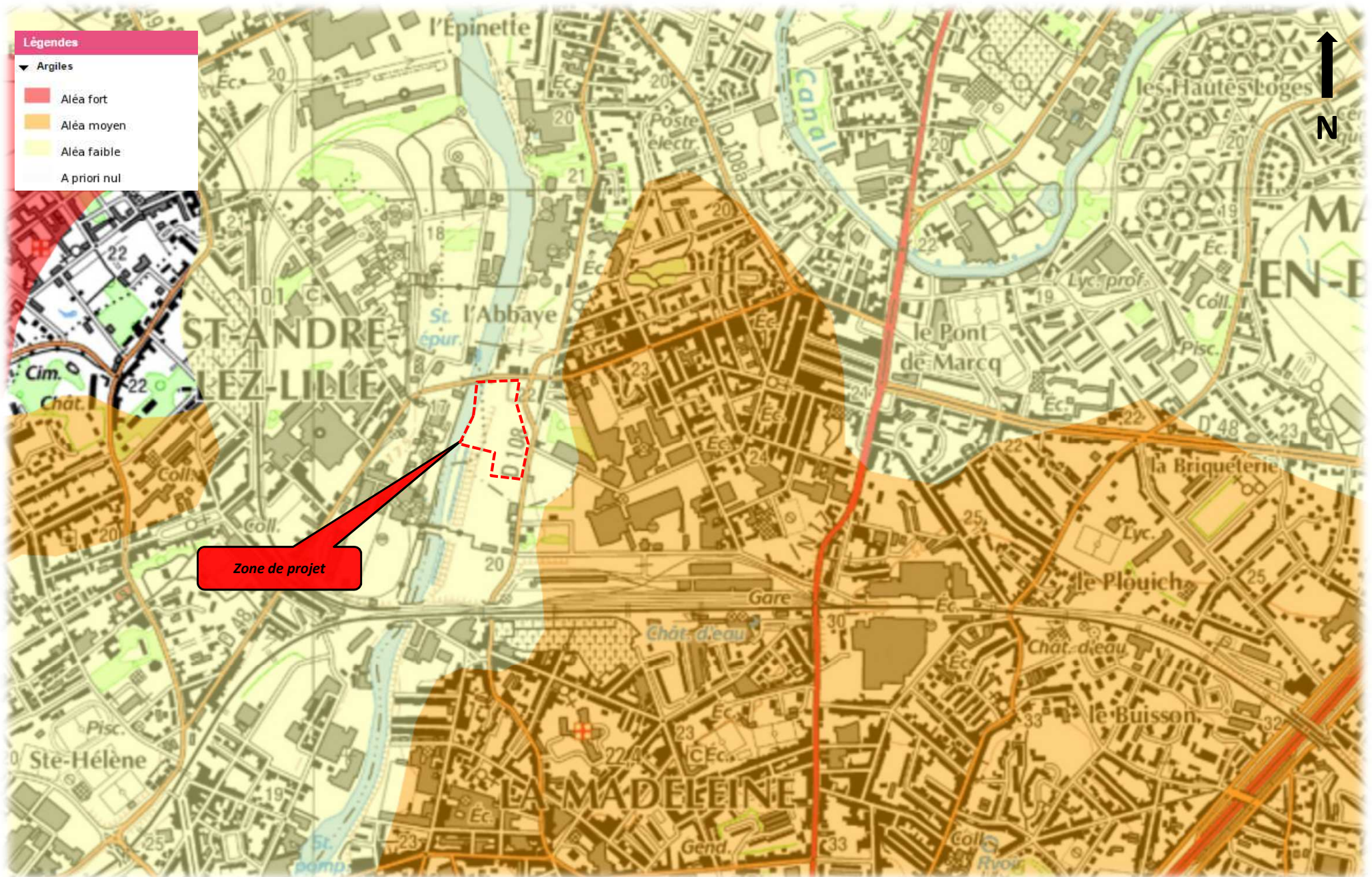
Annexe 6 : Localisation des zones NATURA 2000 les plus proches

Source : D.R.E.A.L. Hauts-de-France



Annexe 7 : Aléa retrait-gonflement des argiles

Source : Prim.net



ANNEXE 8 : RECAPITULATIF STATIONNEMENT
MARQUETTE - RIVEO

		PLU_ Zone UB pour les logements / Zone UG pour les bureaux et commerces	
	<i>Nombre de logements ou Surfaces Planchers pour les bureaux/commerces/ EPSM</i>	<i>Règles</i>	<i>Nombres de places à créer</i>
Logements sociaux	46	1 place / logement visiteur: 1 place pour 4 logements	58 places
Logements en accession	37	1 place / logement < 60 m ² 1, 5 places / logement > 60 m ² visiteur: 1 place pour 4 logements 1 place sup par tranche de 5 logements au- delà de 20	74 places
Foyer d'accueil + centre d'activités (EPSM)	8 chambres 480 m ² SP	1 place / 2 studios ERP place sur déclaration: 4 places	8 places
Bureaux	7 000 m ² SP	1 place/40m ² de SP	175 places
Commerces	800 m ² SP	1 place/40m ² de SP	20 places
TOTAL	91 logements + 7 800 m ² SP bureaux et commerces + 480 m ² EPSM	-	140 places pour le logement (dont 91 en sous-sol) + 195 places pour les bureaux / commerces

NOTA BENE: à ce stade du projet d'aménagement, les typologies des logements ne sont pas arrêtées. Elles seront amenées à évoluer lors des études de la maîtrise d'œuvre en fonction des volumétries, de l'insertion urbaine ou des besoins des bailleurs, dans la limite d'un total de 91 logements et en adéquation avec le PLU en vigueur au moment du dépôt du Permis de Construire.

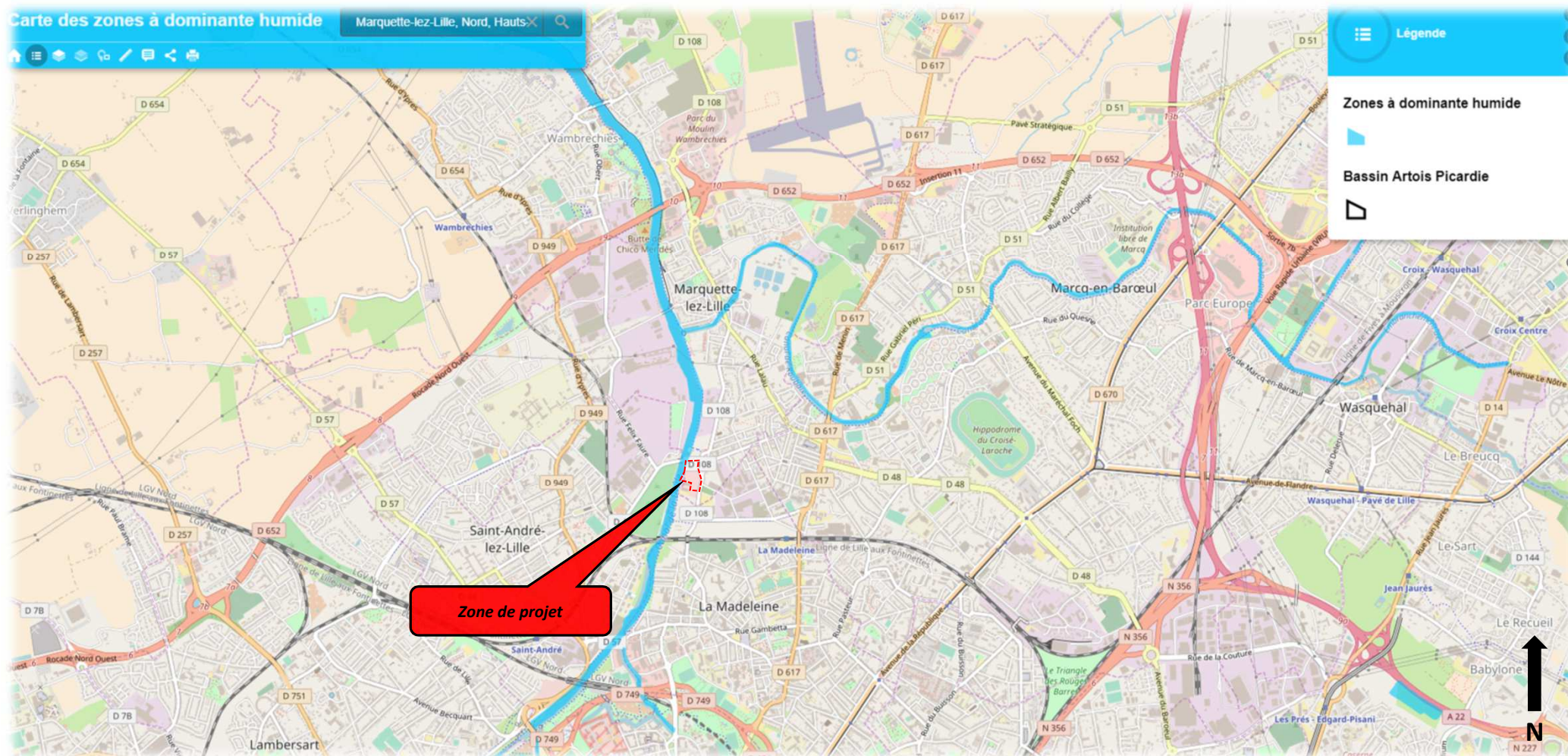
Annexe 9 : Localisation des Z.N.I.E.F.F. les plus proches

Source : D.R.E.A.L. Hauts-de-France

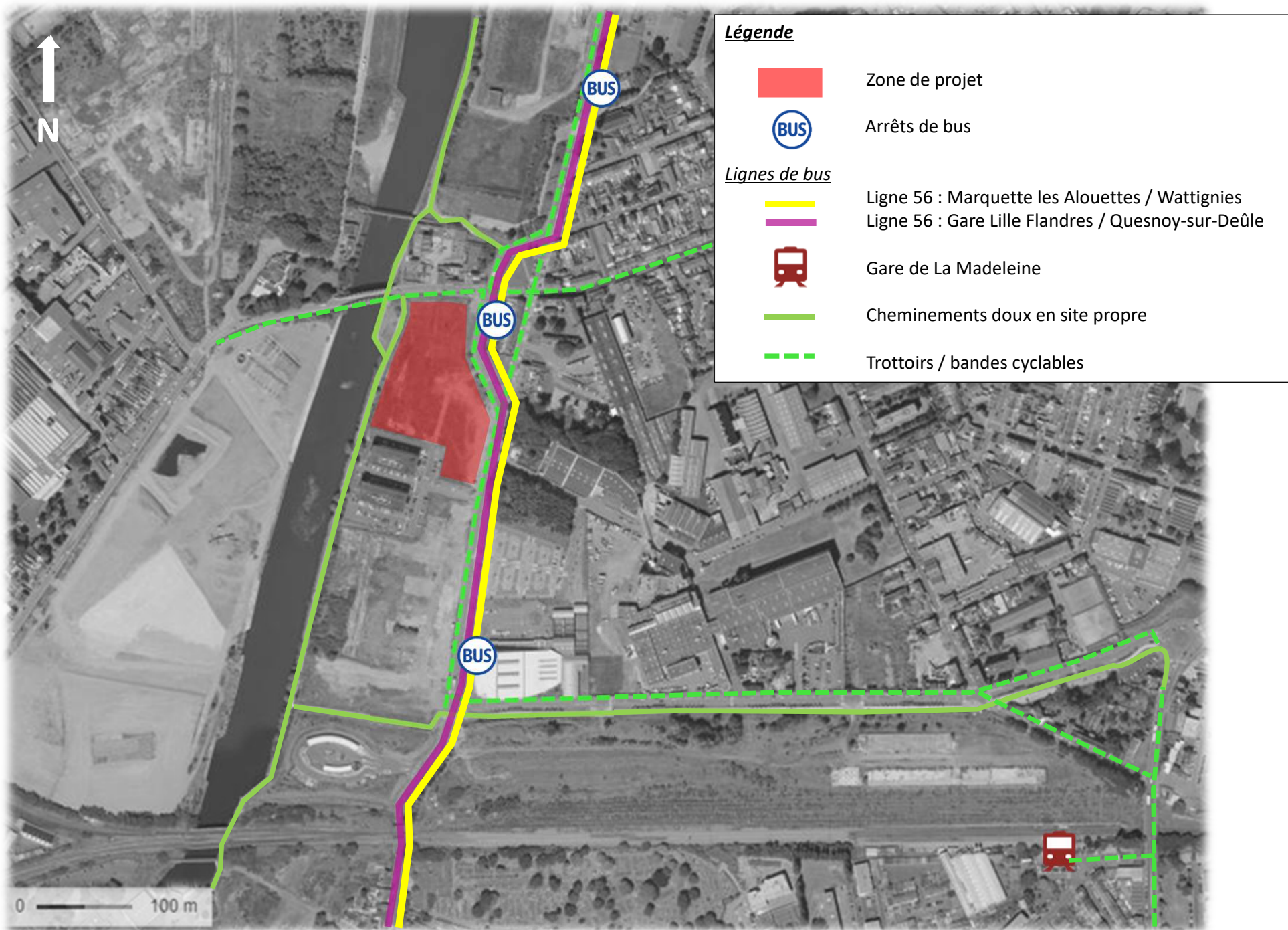


Annexe 10 : Localisation des Zones à Dominante Humide

Source : Agence de l'Eau Artois-Picardie / S.D.A.G.E. Artois-Picardie



Annexe 11 : Desserte en transports en commun



Annexe 11 : Desserte en transports en commun

Desserte en bus

Deux arrêts de bus assurent la desserte de la zone de projet :

- le premier « **Pont de l'Abbaye** » s'installe Rue de Lille juste avant le carrefour à feux avec la Rue du Pont de l'Abbaye ((à proximité immédiate de la partie logements);
- le second « **Scrive** » prend place à environ 100 m de l'entrée actuelle du parc RIVEO sur la Rue de Lille au droit de l'équipement sportif.

Ces deux arrêts sont desservis par deux lignes TRANSPOLE à savoir :

- **la ligne 14 : Marquette Alouettes/Wattignies**. Cette ligne transite par le centre de Lille et assure la desserte de la Gare Lille-Flandres. Cette ligne dispose d'un bon cadencement: un bus toutes les 10mn environ entre 5h30 et 00h. Il faut compter environ 8 mn de trajet pour rejoindre le terminus de Marquette / 16 à 18 mn de trajet avec la Gare Lille Flandres / et enfin environ 50 mn pour rejoindre Wattignies;
- **la ligne 56 : Quesnoy-sur-Deûle / Gare Lille Flandres**. Cette ligne dispose d'un cadencement moyen : environ 10 trajets aller et 10 trajets retour entre 7h et 19h. Il faut compter environ 25 mn de trajet pour rejoindre Quesnoy et 20 mn de trajet avec la Gare Lille Flandres.

Desserte en train

La zone de projet n'est pas directement desservie par une gare. La gare la plus proche correspond à celle de La Madeleine située à environ 1,3 km de la zone de projet. Pour rejoindre la gare, il faut donc compter environ 5mn à vélo et 15 mn à pied.

La gare de La Madeleine est desservie par deux lignes TER à savoir :

- **la ligne 9 : Comines/Lille**. Environ 2 à 3 trains/jour assurent la desserte de la gare dans le sens Comines vers Lille et 3 à 4 trains par jour dans le sens Lille vers Comines. Il faut compter environ 20 mn pour rejoindre Comines et 8 mn pour rejoindre Lille;
- **la ligne 5 : Dunkerque/Armentières/Lille**. Environ 10 trains/jour assurent la desserte de la gare dans le sens Dunkerque vers Lille et 9 trains par jour dans le sens Lille vers Dunkerque. Il faut compter environ 14 mn pour rejoindre Armentières et 7 mn pour rejoindre Lille.

Cheminements doux existants

Un réseau de cheminements doux existe dans ce secteur. En effet, des aménagements dédiés ont été réalisés dans le cadre de la valorisation des berges du Canal ainsi que dans le cadre de la Trame Verte et Bleue. On peut notamment évoquer le Chemin de halage présent en contrebas de la zone de projet côté Canal ainsi que les aménagements créés le long de la Rue Gustave Scrive assurant le lien avec le Chemin de Halage.

D'autres cheminements créés en accompagnement de voirie (trottoirs et bandes cyclables) permettent d'assurer les connexions inter-quartiers et notamment entre les zones d'habitat / les zones de loisirs / les zones d'activités, de bureaux et de services et les commerces.

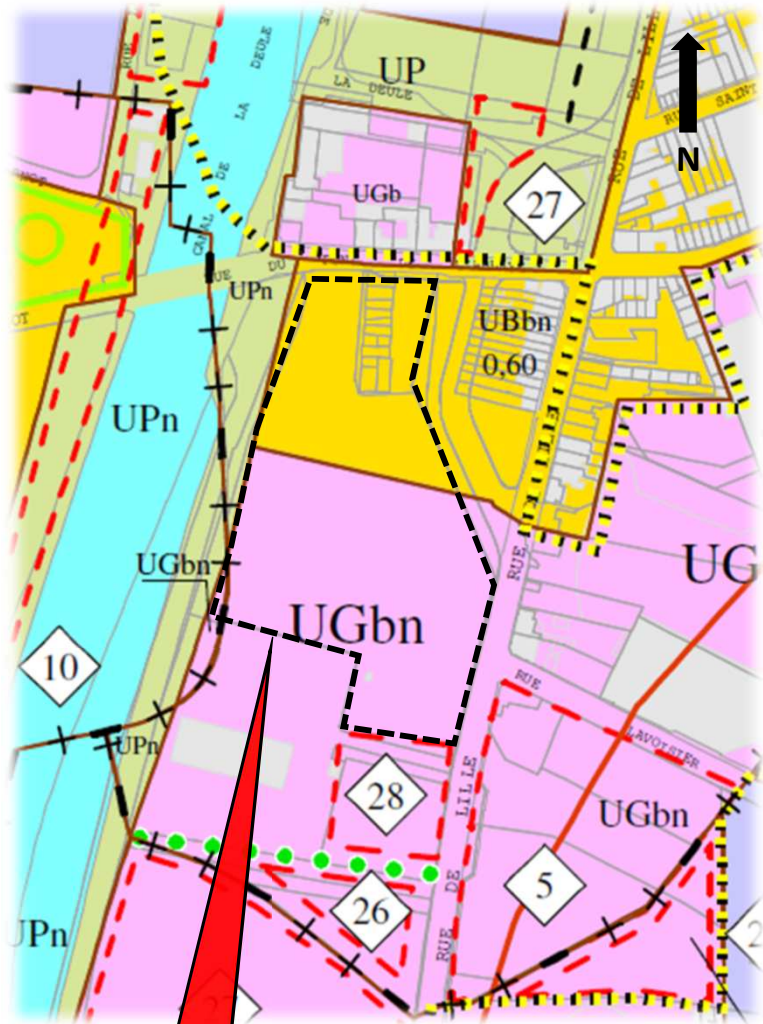
L'ensemble de ces cheminements permet ainsi aux futurs usagers de la zone de se promener ou de se déplacer en toute sécurité vers les arrêts de bus, vers la gare ou vers les différents espaces composant la ville.

Dans le cadre du projet et ceci en accompagnement des programmes d'aménagement (logements, bureaux /commerces), des cheminements doux seront créés afin d'irriguer ce nouveau quartier de vie mais aussi de privilégier des déplacements en toute sécurité vers le réseau de cheminements doux existant.

Annexe 12 : Extrait du plan de zonage du Plan Local d'Urbanisme

Source : PLU MEL

LEGENDE : P.L.U.



DESTINATION DES SOLS

UA	ZONE URBAINE MIXTE A CARACTERE CENTRAL ET A DOMINANTE D'HABITAT
UB	ZONE URBAINE MIXTE DE DENSITE ELEVEE ET A DOMINANTE D'HABITAT
UC	ZONE URBAINE MIXTE DE DENSITE MOYENNE A DOMINANTE D'HABITAT, ASSURANT LA TRANSITION ENTRE LES QUARTIERS CENTRAUX ET LES QUARTIERS DE FAIBLE DENSITE
UD	ZONE URBAINE DE FAIBLE DENSITE A URBANISATION MODEREE A DOMINANTE D'HABITAT
UE	ZONE D'ACTIVITES PERIPHERIQUE
UF	ZONE D'ACTIVITES A VOCATION INDUSTRIELLE ET ARTISANALE A MAINTENIR, PRIVILEGIER ET RENFORCER
UG	ZONE D'ACTIVITES DIVERSIFIEES : BUREAUX-COMMERCE-SERVICES
UX	ZONE A DOMINANTE COMMERCIALE
UL	ZONES D'EURALLILE [UL1:EURALLILE / UL2:EURALLILE 2 / UL3:PEPINIERE]
UM	ZONE DE LA HAUTE BORNE

UK	ZONE DES RIVES DE LA HAUTE DEULE
UU	ZONE D'EQUIPEMENTS UNIVERSITAIRES ET D'ACTIVITES SCIENTIFIQUES
UH	ZONE DE LA CITADELLE DE LILLE
UN	ZONE DE L'UNION
UV	ZONE D'AEROPORT OU D'AERODROME
AUC	ZONE NATURELLE A URBANISER CONSTRUCTIBLE
AUD	ZONE NATURELLE A URBANISER DIFFEREE
A	ZONE AGRICOLE
UP	ZONE DE PARC URBAIN
NP	ZONE NATURELLE POUVANT ACCUEILLIR DES CONSTRUCTIONS RESPECTANT LA PRESEVATION DES SITES ET DES PAYSAGES
NE	ZONE NATURELLE DE PROTECTION DES MILIEUX ECOLOGIQUEMENT SENSIBLES

EMPLACEMENTS RESERVES

	RESERVES D'INFRASTRUCTURE		EMPLACEMENT RESERVE POUR DU LOGEMENT [E.R.L.]		PERIMETRE D'ATTENTE D'UN PROJET D'AMENAGEMENT
	RESERVES DE SUPERSTRUCTURE		SERVITUDE DE PROJET D'EQUIPEMENT PUBLIC		SECTEUR DE POURCENTAGE DE LOGEMENTS LOCATIFS
			SERVITUDE DE MIXITE SOCIALE		SERVITUDE DE TAILLE DE LOGEMENTS

PROTECTIONS ENVIRONNEMENTALES ET ARCHITECTURALES

	ESPACES BOISES CLASSES A CONSERVER OU A CREER		JARDINS FAMILIAUX		PRESCRIPTION SPECIALE ARCHITECTURALE
	ESPACES BOISES SECTEUR DE PARC		PROTECTION TERRAINS CULTIVES EN ZONE URBAINE		DISCIPLINES ARCHITECTURALES
	FORTE QUALITE PAYSAGERE DES SECTEURS RESERVES PRINCIPALEMENT A L'EXPLOITATION AGRICOLE		ZONES DE PROTECTION DU P.I.G. DES CHAMPS CAPTANTS		SECTEURS D'INTERET PAYSAGER
			PERIMETRES DE PROTECTION RAPPROCHEE [D.U.P. CHAMPS CAPTANTS]		INVENTAIRE DES BATIMENTS AGRICOLES

RISQUES TECHNOLOGIQUES ET NATURELS

	SITES "SEVESO" PROTEGES AU TITRE D'UN P.I.G.		INSTALLATIONS CLASSEES [PERIMETRE AUTOUR DES INSTALLATIONS A RISQUE]
	SITES POLLUES		SECTEURS A RISQUES D'INONDATIONS

PRESCRIPTIONS DIVERSES

	PRESCRIPTION SPECIALE DE VOIRIE		PERIMETRE DE VALORISATION DES STATIONS D'AXES LOURDS DE TRANSPORT COLLECTIF		PLAFOND DE HAUTEUR SPECIFIQUE
	MARGE DE REcul		EMPRISE FERROVIAIRE		SECTEUR A VOCATION DOMINANTE DE PARC [EURALLILE]
	ALIGNEMENT OBLIGATOIRE [X% - ALIGNEMENT SUR X% DU LINEAIRE CONSTRUIT]		SECTEURS DE LINEAIRES COMMERCIAUX		SECTEUR A CARACTERE PAYSAGER [EURALLILE 2]
	LIMITE DE CONSTRUCTIBILITE		COULOIR HAUTE TENSION		SECTEUR D'ESPACE LIBRE [HAUTE BORNE]
	BCP1 [RIVES DE LA HAUTE DEULE]		CONDUITE D'EAU FUTURE		LOCALISATION PROJETEE DES EQUIPEMENTS PUBLICS ET D'INTERET GENERAL
	BCP2 [RIVES DE LA HAUTE DEULE]		CHEMINEMENT PIETON EXISTANT OU A CREER		ESPACES PUBLICS [TRACE SUSCEPTIBLE D'AJUSTEMENT]
	ORIENTATION DES CONSTRUCTIONS		PROLONGEMENT DE VOIES OU ACCES [VOIE PRINCIPALE, VOIE DE DERIVATION, CHEMINEMENT PIETON ...]		VOIRIE OPTIONNELLE
	CONTINUTE BATIE		PERSPECTIVE A ORGANISER		ESPACES VERTS
	ANGLE DE DEPART DES CONSTRUCTIONS		BATIMENTS A CONSERVER		AUTRES EQUIPEMENTS D'INTERET GENERAL
	CLOTURE IMPOSEE				CORRIDOR BOISE
	IMPLANTATION DES CONSTRUCTIONS PAR RAPPORT AUX LIMITES SEPARATIVES [IENA RACINE]				



EMPRISES BATIES

++-+-+ LIMITE COMMUNALE
- - - - - LIMITE PARCELLAIRE

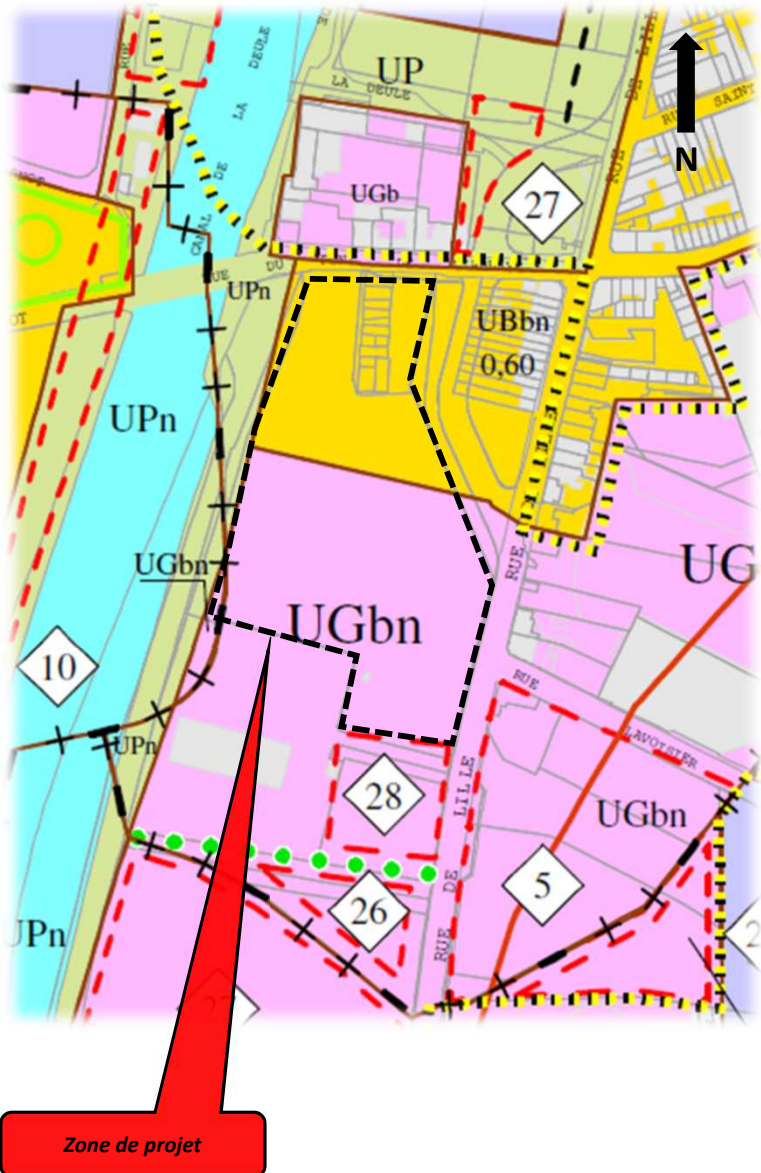
VOIES D'EAU [RIVIERES, CANAUX, PLANS D'EAU ...]

LE P.L.U. DES COMMUNES PERIPHERIQUES EST PORTE A TITRE INDICATIF
ECHELLE : 1/5000e

Zone de projet

Annexe 12 : Extrait du plan de zonage du Plan Local d'Urbanisme

Source : PLU MEL

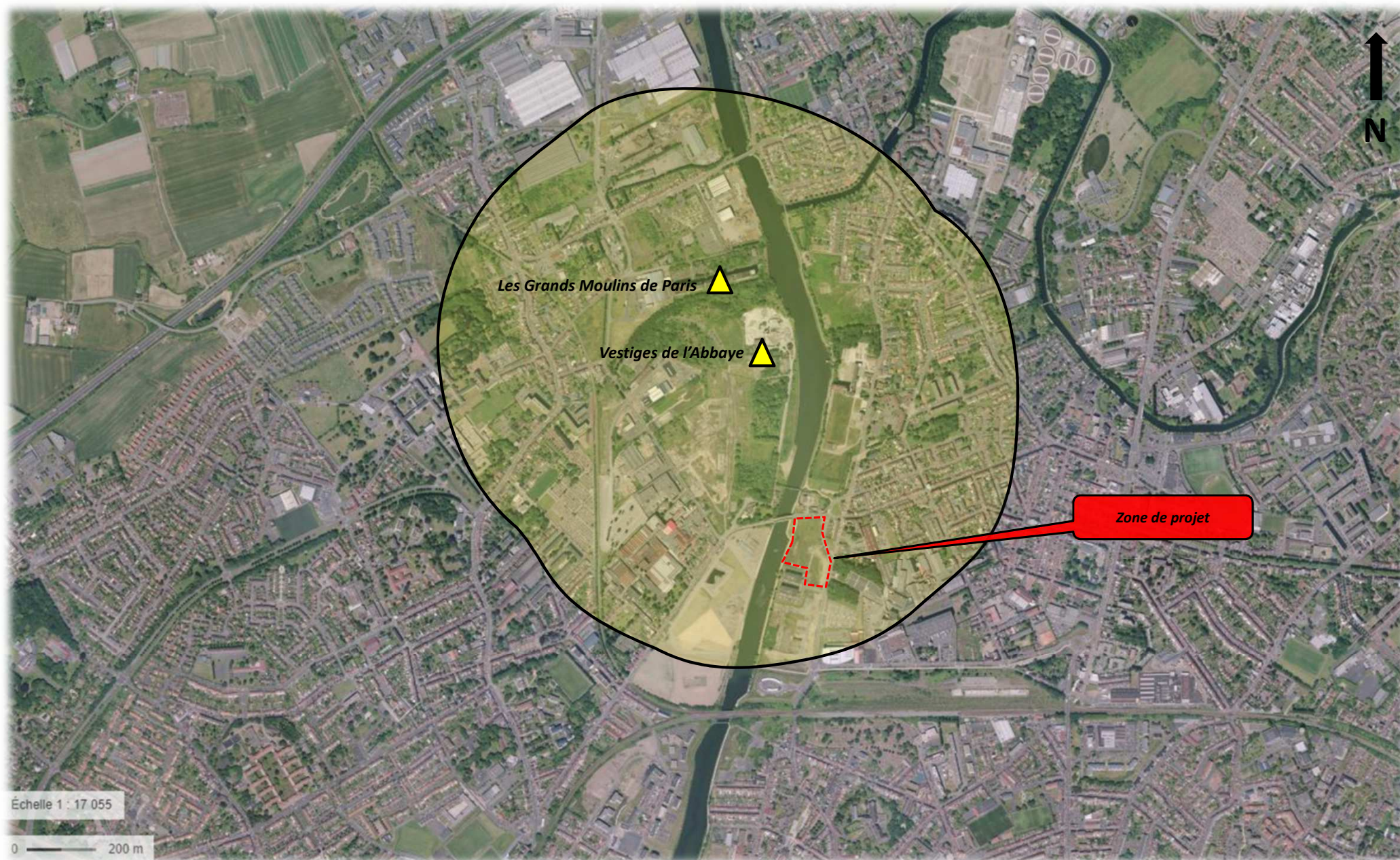


Au regard du plan de zonage du P.L.U., la zone de projet est décomposée en deux zonages distincts à savoir :

- **UBbn 0,60** correspondant à une zone urbaine mixte de densité élevée et à dominante d'habitat : ce zonage s'installe en partie Nord le long de la Rue du Pont de l'Abbaye et est destiné dans le cadre du projet à l'accueil de la partie logements ;
- **UGbn** correspondant à une zone d'activités diversifiées (bureaux-commerces-services). Ce secteur s'installe en partie Sud dans la continuité avec le parc RIVEO existant. Dans le cadre du projet, cette partie est destinée à l'accueil de bureaux principalement et dans une moindre mesure de commerces.

A noter que l'ensemble du site est indicé « n » correspondant à des sites pollués. Ce qui est cohérent avec l'usage antérieur du site puisqu'y prenait place l'ancien site RHODIA.

Annexe 13 : Localisation des Monuments Historiques





RAPPORT

SITE RUE DE LILLE A MARQUETTE- LEZ-LILLE

Investigations de sol et de gaz du sol et plan de gestion directeur

Projet N° Ea3123

Préparé pour

SEM VR

A l'attention de

Mme Maille

Août 2016

RAPPORT

SITE RUE DE LILLE A MARQUETTE- LEZ-LILLE

Investigations de sol et de gaz du sol et plan de gestion directeur

Projet N° Ea3123

Préparé pour

SEM VR

A l'attention de

Mme Maille

Août 2016

Indice	Date	Ingénieur d'études (nom, visa)	Chef de projet (nom, visa)	Superviseur (nom, visa)
1	19 avril 2016	Amélie de Vilmarrest	Juliette Boursiez	Jean Delattre
2	26 avril 2016	Amélie de Vilmarrest	Juliette Boursiez	Jean Delattre
3	9 août 2016	Amélie de Vilmarrest	Juliette Boursiez	Jean Delattre

Avertissement

Ce rapport a été rédigé pour répondre à une question spécifiquement posée par un maître d'ouvrage à un moment précis de son projet.

Son contenu correspond à une prestation acceptée par le maître d'ouvrage tant sur la chose que sur le prix.

Son utilisation totale ou partielle, en dehors du contexte dans lequel il a été rédigé et des compléments qui l'accompagnent, telles que lettre d'envoi, réunion de présentation,... expose l'utilisateur à une compréhension erronée des conclusions qu'il contient.

RESUME NON TECHNIQUE

La SEM Ville Renouvelée envisage d'aménager des logements collectifs au droit d'un site localisé rue de Lille à Marquette-lez-Lille. Cet aménagement nécessite la modification du Plan Local d'Urbanisme (PLU) au droit de cette emprise. Dans ce contexte, la SEM VR a mandaté la société EACM pour déterminer la qualité des sols et des gaz du sol au droit du site et définir au travers d'un plan de gestion directeur les différentes options de gestion à mettre en œuvre pour rendre le site compatible avec un usage de logements.

Les investigations sur les sols, réalisées le 1^{er} mars et le 11 avril 2016, et sur les gaz du sol, réalisées le 3 mars et le 7 juillet 2016, ont principalement mis en évidence :

- La présence d'une pollution diffuse par des métaux peu lixiviables¹ dans les remblais de l'ensemble du site. Les investigations réalisées sur les gaz du sol confirment que le mercure, seul métal potentiellement volatil, détecté dans les sols n'est pas volatil ;
- L'absence de détection des composés analysés dans les gaz du sol à l'exception de traces de Composés Organo-Halogénés Volatils (COHV) en concentration du même ordre de grandeur que les valeurs de référence pour l'air ambiant.

Sur la base des résultats des investigations et du bilan coûts/avantages des différentes options de gestion possibles, le maître d'ouvrage doit mettre en œuvre une barrière physique entre les remblais actuellement présents et les futurs usagers du site constituée :

- Au droit des futurs espaces verts : de minimum 30 cm d'épaisseur de terres saines séparées des matériaux résiduels par un grillage avertisseur ou une membrane géotextile. Dans le cas où le projet d'aménagement prévoit l'aménagement de jardins potagers, la barrière physique devra être constituée de 1 m d'épaisseur de terres saines séparées des matériaux résiduels par un grillage avertisseur ou une membrane géotextile au droit des futurs jardins potagers ;
- Au droit des bâtiments, des voiries et des parkings : d'une dalle de béton ou d'un enrobé bitumineux.

Ces mesures de gestion pourront être actualisées une fois le plan d'aménagement défini plus précisément.

Afin de valider les différentes mesures de gestion proposées au stade du plan de gestion directeur et la compatibilité sanitaire de l'état résiduel du site avec l'usage futur de logements, une analyse des risques résiduels prédictive a été réalisée. Elle a conclu à la compatibilité sanitaire des teneurs et concentrations résiduelles avec l'usage projeté sur le site et permet à ce stade d'envisager une modification du PLU, sous réserve de la mise en œuvre des mesures de gestion décrites précédemment.

Si le PLU est modifié, la SEM VR pourra affiner son projet et ainsi définir les mesures de gestion plus précises sur la base des options définies dans le présent plan de gestion directeur.

Toute modification d'usage du site devra faire l'objet d'un nouveau plan de gestion.

Nous recommandons à la SEM VR de prendre en compte les différentes contraintes liées à la gestion des remblais présentant des teneurs significatives en métaux et, dans une moindre mesure, des traces

¹ Lixiviable : se dit d'un polluant qui peut être entraîné par les eaux d'infiltration, dans un terrain pollué

Lors de la première campagne d'investigations (1^{er} mars 2016), des sondages ont été réalisés au droit de l'ensemble de la parcelle que la SEM VR envisage d'aménager. Une analyse des métaux sur lixiviat a été réalisée sur les remblais d'un sondage localisé hors de l'emprise faisant l'objet du présent rapport et a mis en évidence la présence de métaux peu voire pas lixiviables. Les remblais étant homogènes sur l'ensemble de la parcelle, les métaux présents au sein de l'emprise, objet du présent rapport, sont a priori également peu lixiviables.

de composés organiques, dès la précision du projet afin d'optimiser l'équilibre déblais/remblais de l'aménagement.

Par ailleurs, nous recommandons à la SEM VR d'être accompagnée par un bureau d'études spécialisé en gestion des sites et sols pollués lors des travaux d'aménagement du site, notamment pour la gestion des remblais du site rendue nécessaire par l'aménagement.

RESUME TECHNIQUE

La SEM Ville Renouvelée envisage d'aménager des logements collectifs au droit d'un site localisé rue de Lille à Marquette-lez-Lille, mais doit au préalable obtenir une modification du Plan Local d'Urbanisme (PLU).

Les investigations sur les sols, réalisées le 1^{er} mars et le 11 avril 2016, et sur les gaz du sol, réalisées le 3 mars et le 7 juillet 2016, ont consisté en :

- La réalisation de 6 sondages, le prélèvement et l'analyse d'échantillons de sol ;
 - Le prélèvement et l'analyse d'un échantillon de sol moyen au droit du merlon présent sur site ;
 - La réalisation de 2 piézairs, le prélèvement et l'analyse des gaz du sol au droit d'un des piézairs¹ en mars 2016 et le prélèvement et l'analyse des gaz du sol au droit des 2 piézairs en juillet 2016.
- Eléments pour l'organisation chargée du contrôle des mesures de gestion

Sur la base des résultats des investigations et du bilan coûts/avantages des différentes mesures de gestion possibles, le maître d'ouvrage doit mettre en œuvre une barrière physique entre les remblais actuellement présents et les futurs usagers du site constituée :

- Au droit des futurs espaces verts : de minimum 30 cm d'épaisseur de terres saines séparées des matériaux résiduels par un grillage avertisseur ou une membrane géotextile ;
- Au droit des bâtiments, des voiries et des parkings : d'une dalle de béton ou d'un enrobé bitumineux.

Ces mesures de gestion directrices pourront être précisées en fonction de l'évolution du PLU, une fois le plan d'aménagement établi par la SEM VR.

La mise en œuvre de la barrière physique de 30 cm de terres saines au droit des espaces verts afin de confiner la pollution devra être démontrée par un plan topographique réalisé avant et à l'issue des travaux. Par ailleurs, des prélèvements et analyses des matériaux d'apport seront réalisés afin de vérifier leur caractère sain.

La traçabilité de la gestion des matériaux résiduels sera assurée par :

- L'établissement d'un Bordereau de Suivi des Déchets (BSD) pour toute exportation de matériaux hors du site (notamment les matériaux du spot de pollution). Ces BSD seront conservés par le propriétaire du site au moment des travaux et pendant une période 3 ans ;
- La consignation écrite de tous les mouvements de matériaux résiduels à l'intérieur du site. Cette précaution sera mentionnée dans le Cahier des Clauses Techniques Particulières des travaux de dépollution et d'aménagement du site ;
- La consignation des zones de confinement (barrière physique) dans le cahier des charges.

¹ Un seul ouvrage a fait l'objet d'un prélèvement de gaz du sol en mars 2016 car le second piézair a été implanté en avril 2016.

- Éléments nécessaires à l'information et à la mise en œuvre des restrictions d'usage

Certaines contraintes doivent faire l'objet d'une conservation de la mémoire, a minima, dans les actes notariés :

- Le rappel de l'emplacement et des caractéristiques physico-chimiques des matériaux pollués ;
- Les indications relatives à la mise en place du confinement (barrière physique) et de son maintien ;
- L'interdiction d'utilisation de la nappe ;
- L'interdiction de mettre en place des potagers, des arbres fruitiers ou toutes espèces comestibles au droit des zones ne comprenant pas 1 mètre d'épaisseur de matériaux sains.

Toute modification d'usage devra faire l'objet d'un nouveau plan de gestion.

SOMMAIRE

1	INTRODUCTION	10
1.1	Contexte de l'étude	10
1.2	Contexte de l'intervention EACM	10
1.3	Méthodologie mise en œuvre	10
1.4	Contenu du rapport	11
1.5	Sources documentaires	11
2	RAPPEL DE L'ETUDE HISTORIQUE ET DE VULNERABILITE	12
2.1	Rappel de l'étude historique	12
2.2	Rappel de l'étude de vulnérabilité	14
3	INVESTIGATIONS DE SOL	16
3.1	Synthèse des études antérieures	16
3.2	Objectif des investigations	16
3.3	Déroulement des investigations	16
3.4	Analyses des sols	18
4	INVESTIGATIONS SUR LES GAZ DE SOL	27
4.1	Objectif des investigations	27
4.2	Description des travaux	27
4.3	Caractérisation des gaz du sol	29
5	SCHEMA CONCEPTUEL INITIAL	32
5.1	Sélection des agents chimiques et physiques	32
5.2	Propriétés physico-chimiques des substances retenues	32
5.3	Identification des voies potentielles de transfert	36
6	GESTION DE LA POLLUTION	42
6.1	Objectifs du plan de gestion	42
6.2	Caractéristiques du plan de gestion	42
6.3	Rappel des sources de pollution	43
6.4	Bilan coûts/avantages	43
6.5	Description des mesures de gestion prévues	50
6.6	Mesures de gestion en phase chantier	52
6.7	Schéma conceptuel résiduel	56
6.8	Contrôle de la bonne mise en œuvre des mesures de gestion	60
6.9	Validation du plan de gestion	60
7	ANALYSE DES RISQUES RESIDUELS PREDICTIVE	61

7.1	Effets qualitatifs et quantitatifs des substances	61
7.2	Quantification de l'exposition	67
7.3	Caractérisation des risques	73
7.4	Évaluation de l'effet sanitaire de la dégradation des COHV	82
8	ACTIONS A PREVOIR EN CAS DE CHANGEMENT D'USAGE D'AMENAGEMENT	88
9	CONCLUSION	89

FIGURES

- Figure 1 – Plan de localisation du site
Figure 2 – Extrait du plan cadastral de Marquette-lez-Lille
Figure 3 – Plan de localisation de la zone que la SEM VR envisage d'aménager
Figure 4 – Extrait de la carte géologique
Figure 5 – Plan de localisation des sondages réalisés en mars 2016
Figure 6 – Cartographie des dépassements des valeurs de référence – sol
Figure 7 – Plan de localisation des piézairs
Figure 8 – Cartographie des dépassements des valeurs de référence – gaz du sol

ANNEXES

- Annexe 1 – Plan extrait du rapport ANTEA A14294/B
Annexe 2 – Plan de localisation des sondages réalisés en 1993, 1998 et 1999, plan de localisation des zones d'investigations de 2009 et résultats d'analyses
Annexe 3 – Fiches des sondages réalisés en mars et avril 2016
Annexe 4 – Normes et limites de quantification du laboratoire pour les paramètres recherchés - sol
Annexe 5 – Bordereaux d'analyses des sols
Annexe 6 – Coupes des piézairs
Annexe 7 – Fiches de prélèvements des gaz du sol
Annexe 8 – Normes et limites de quantification du laboratoire pour les paramètres recherchés – gaz du sol
Annexe 9 – Bordereaux d'analyses des gaz du sol
Annexe 10 – Plan d'aménagement
Annexe 11 – Feuille de calcul de la concentration en PCB dans l'eau des canalisations
Annexe 12 – Feuille de calcul des concentrations en hydrocarbures, COHV et naphthalène dans l'eau des canalisations
Annexe 13 – Rapports de modélisation de la volatilisation des substances dans l'air intérieur
Annexe 14 – Rapports de modélisation de la volatilisation des substances dans l'air extérieur : cas d'un enfant
Annexe 15 – Rapports de modélisation de la volatilisation des substances dans l'air extérieur : cas d'un adulte
Annexe 16 – Feuilles de calcul des quotients de danger et des excès de risque individuel

1 INTRODUCTION

1.1 Contexte de l'étude

La SEM Ville Renouvelée envisage d'aménager des logements collectifs au droit d'un site localisé rue de Lille sur la commune de Marquette-lez-Lille, d'une superficie de 4 434 m² (cf. **figure 1** : Plan de localisation du site). Actuellement, le Plan Local d'Urbanisme de Marquette-lez-Lille classe le site en zone UGbn, zone qui correspond à « Zones d'activités diversifiées : Bureaux-Commerces-Services ». Cette classification n'autorise pas l'aménagement de logements au droit du site. Cependant, la SEM VR souhaite entreprendre les démarches pour demander une modification du PLU.

Ce site a déjà fait l'objet de plusieurs études et de travaux de remise en état du site réalisés par la société Rhodia, ancien exploitant du site. A l'issue des travaux menés, le site était compatible d'un point de vue sanitaire avec le projet d'aménagement d'un centre tertiaire ou d'équipements de sports ou loisir sous réserve du respect des recommandations d'ANTEA, bureau d'études mandaté par Rhodia, LMCU¹ et SPIE Batignolles² pour la réalisation de plusieurs études, et du recouvrement des remblais actuels par une barrière physique. Cependant, la compatibilité entre les teneurs résiduelles et un usage de logements n'avait pas été étudiée.

1.2 Contexte de l'intervention EACM

La SEM VR souhaite, dans un premier temps, savoir si l'état actuel du site est compatible avec un usage résidentiel et déterminer les mesures de gestion directrices à mettre éventuellement en œuvre pour rendre le site compatible avec cet usage.

Elle a donc mandaté la société EACM afin de réaliser un plan de gestion « directeur » dont l'objectif est de valider la compatibilité sanitaire au regard de l'usage souhaité par la SEM VR et d'identifier les différentes mesures de gestion des pollutions en place sur le site.

Ce plan de gestion directeur pourra être affiné en plan de gestion spécifique au fur et à mesure de la définition plus précise du projet d'aménagement.

1.3 Méthodologie mise en œuvre

Cette étude a été menée et rédigée conformément à la méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués et à la norme NF X 31-620 de juin 2011, relative aux prestations de services dans le domaine des sites et sols pollués. La prestation réalisée correspond aux prescriptions de la norme pour la partie « PG – Plan de gestion dans le cadre de l'aménagement d'un site » et comprend les chapitres codifiés suivants :

- A200 : Prélèvement, mesures, observations et/ou analyses sur les sols ;
- A230 : Prélèvement, mesures, observations et/ou analyses sur les gaz de sols ;
- A320 : Analyse des enjeux sanitaires ;
- A330 : Identification des options de gestion possibles et réalisation d'un bilan coûts/avantages.

¹ Lille Métropole Communauté Urbaine

² Groupe spécialisé dans le bâtiment et les travaux publics

1.4 Contenu du rapport

Ce document constitue le rapport de synthèse des investigations de sol et de gaz de sol ainsi que le plan de gestion réalisés sur le site rue de Lille à Marquette-lez-Lille. A ce titre, les chapitres qui suivent présentent :

- Le rappel des principales informations historiques et de vulnérabilité de l'environnement (chapitre 2) ;
- Les investigations de sol (chapitre 3) ;
- Les investigations sur les gaz du sol (chapitre 4) ;
- Le schéma conceptuel initial (chapitre 5) ;
- La gestion de la pollution (chapitre 6) ;
- L'analyse des risques résiduels prédictive (chapitre 7) ;
- Les actions à prévoir en cas de changement d'usage (chapitre 8) ;
- Les conclusions de l'étude (chapitre 9).

1.5 Sources documentaires

Les principaux textes de référence utilisés pour cette étude ont été les suivants :

- Circulaire du 8 février 2007 relative aux modalités de gestion et de réaménagement des sites pollués ;
- 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 ;
- Décision du conseil de la communauté européenne n°2003/33/CE du 19 décembre 2002 établissant des critères et des procédures d'admission des déchets dans les décharges, conformément à l'article 16 et à l'annexe II de la directive 1999/31/CE ;
- Arrêté du 12 décembre 2014 relatif aux installations de stockage de déchets inertes ;
- Rapport BRGM/RP-64350-FR intitulé « Définir une stratégie de dépollution : Approche basée sur la masse de polluant et la capacité de relargage d'une pollution » de février 2016.

Les données toxicologiques ont été recueillies auprès des organismes suivants :

- INERIS (Institut National de l'Environnement industriel et des risques) - Fiches de données toxicologiques et environnementales des substances dangereuses ;
- INRS (Institut National de Recherche et de Sécurité) ;
- US EPA (United States Environmental Protection Agency¹) ;
- OMS (Organisation Mondiale de la Santé) ;
- RIVM (Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu²) dont le rapport « Re-evaluation of human-toxicological maximum permissible levels » de mars 2001 ;
- OEHHA (Office of Environmental Health Hazard Assessment³) ;
- ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry⁴) ;
- EFSA (European Food Safety Authority¹).

¹ Agence de protection de l'environnement des États-Unis

² Institut national de la santé publique et de l'environnement des Pays-Bas

³ Bureau d'évaluation des risques pour la santé et l'environnement des États-Unis

⁴ Agence pour le Registre des Substances Toxiques et des Maladies des États-Unis

2 RAPPEL DE L'ETUDE HISTORIQUE ET DE VULNERABILITE

Les études suivantes nous ont été transmises :

- Rapport ANTEA A14294/B intitulé « Evaluation simplifiée des risques secteur PAI », de février 2000 ;
- Rapport ANTEA A15033/B intitulé « Evaluation simplifiée des risques secteur PAI », de mars 2000 ;
- Rapport ANTEA A28565/A intitulé « Proposition de réseau de contrôle de la qualité des eaux souterraines », d'octobre 2002 ;
- Rapport ANTEA A28375/C intitulé « Etude détaillée des risques », de mars 2003 ;
- Rapport ANTEA A33700/A intitulé « Expertise des pollutions / synthèse des pollutions », d'avril 2004 ;
- Rapport ANTEA A36779/A intitulé « Etude détaillée des risques du projet d'aménagement final », de juin 2005 ;
- Rapport ANTEA A41998/B intitulé « Prescriptions mises en œuvre pour l'aménagement d'un ensemble tertiaire », de juillet 2006 ;
- Rapport EACM Ea1473 intitulé « EQRS dans le cadre d'une évolution du site vers un usage tertiaire », de juin 2009.

2.1 Rappel de l'étude historique

Le rapport A14294/B intitulé « Evaluation simplifiée des risques secteur PAI » présente l'historique de la zone PAI, qui comprend le site objet de la présente étude. Les paragraphes suivants synthétisent cette étude.

Frédéric Kuhlmann a fondé les établissements Kuhlmann en 1825 et a acheté en 1847 une petite usine de produits chimiques localisée sur les communes de La Madeleine et de Marquette-lez-Lille. L'activité de l'usine peut se diviser par grandes périodes de la manière suivante :

- De 1849 à 1914 : industrialisation de l'acide sulfurique et de ses dérivés, ainsi que la fabrication de l'acide nitrique, des silicates et des superphosphates, du chlorure de chaux, de la soude, du chlorure de baryum et des sels de baryte,...
- De 1914 à 1918 : Usine vidée de ses installations ;
- De 1920 à 1963 : Fabrication des engrais et développement de l'ammoniac et de l'acide nitrique, reprise de la fabrication de l'acide sulfurique, production des produits sulfités et de l'anhydride sulfurique ;
- De 1963 aux années 2000 : Développement du TDI (Toluylène Di Isocyanate).

La zone PAI (Produits Azotés Industriels) correspond aux activités de fabrication d'engrais.

¹ Autorité européenne de sécurité des aliments

Les zones de stockages présentes sur le site durant les activités de la zone PAI sont reprises sur la figure ci-après, également disponible en **annexe 1**.

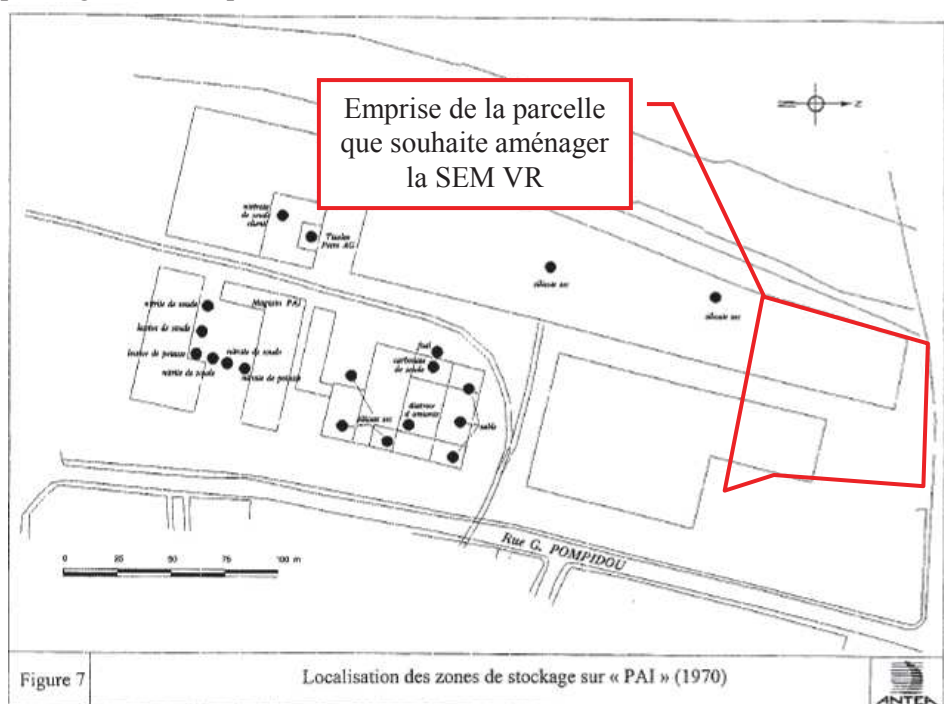


Illustration n°1 : Localisation des zones de stockage (1970) (Source : *Rapport ANTEA A14294/B, février 2000*)

Le point nommé « Silicate sec » correspond à l'utilisation des produits suivants :

- Sulfate de sodium ;
- Carbone ;
- Silice ;
- Silicates ;
- Carbonates de potassium ;
- Carbonates de sodium.

D'après le rapport ANTEA A14294/B, « la démolition de la zone PAI a été réalisée selon les préconisations de l'arrêté préfectoral du 31 mars 1993 relatif à la remise en état des lieux des installations de production de nitrates-nitrites :

- Les installations ont été démolies jusqu'à une cote de 0,4 m sous le niveau du sol.
- Les vides, les creux et les réseaux (autres que les réseaux d'effluents) ont été comblés.
- Le terrain a été aplani et débarrassé des gravats de démolition.
- Les déchets ont été éliminés selon des filières appropriées.
- Les ferrailles et les matériaux de démolition ont été recyclés par des sociétés spécialisées. »

2.2 Rappel de l'étude de vulnérabilité

2.2.1 Emprise cadastrale

Le tableau ci-dessous détaille les parcelles faisant l'objet du présent dossier, la superficie de chaque parcelle ainsi que leur localisation. Ces parcelles cadastrales sont présentées en **figure 2**.

Tableau n°1 : Parcelles concernées par l'étude

Référence de la parcelle	Localisation	Surface de la parcelle (m ²)
A 4682	Marquette-lez-Lille	23
A 1127		51
A 4577		14 750 dont 2 754 m ² au droit du site objet du présent rapport
A 4684		48
A 1124		29
A 4681		55
A 1125		47
A 1128		50
A 1123		32
A 1120		79
A 1122		57
A 1129		64
A 1121		28
A 4805		253
A 1119		84
A 1126		33
A 4683		747
Total		4 434

Ce site fait partie d'une zone plus grande que la SEM VR aménage (cf. **figure 3**).

2.2.2 Contexte géologique

D'après le rapport ANTEA A14294/B, le site « repose sur les alluvions de la Deûle, qui masquent le substratum sablo-argileux d'âge landénien (« Sables d'Ostricourt » notés e2a et « Argile de Louvil » notée e2b). Ces formations du Quaternaire et du Tertiaire reposent sur la craie et les marnes du Secondaire (Sénonien-Turonien), elles-mêmes déposées sur le calcaire d'âge primaire. ». La **figure 4** présente un extrait de la carte géologique de Lille-Halluin.

2.2.3 Contexte hydrogéologique

Par ailleurs, le rapport mentionne la présence de trois nappes au droit du site :

- La nappe des alluvions de la Deûle, libre, peu profonde, vulnérable vis-à-vis d'une éventuelle pollution provenant de la surface ;
- La nappe de la craie du Sénonien et du Turonien supérieur, captive au droit du site, protégée d'éventuelles infiltrations provenant de la surface par une couche d'argile peu perméable d'une épaisseur d'environ 10 mètres ;
- La nappe du calcaire carbonifère, captive elle aussi, protégée d'éventuelles infiltrations provenant de la surface par une couche de marnes argileuses du Turonien inférieur peu perméable d'une épaisseur d'environ 30 mètres.

D'après le rapport ANTEA A14294/B, il n'y a pas de prélèvement AEP¹ ou AEI² à proximité du site.

D'après le BRGM et l'ADES (Portail national d'Accès aux Données sur les Eaux Souterraines), le captage AEP le plus proche est localisé à 1,4 km au Sud du site (captage 00147A0350/F1 captant la nappe de la craie) et le captage AEI le plus proche est localisé à 100 mètres au Nord du site (captage 00147A0319/F1 captant la nappe du calcaire carbonifère). L'eau de ces captages est protégée des infiltrations de surface par la présence de couches d'argile peu perméables.

¹ Alimentation en Eau Potable

² Alimentation en Eau industrielle

3 INVESTIGATIONS DE SOL

3.1 Synthèse des études antérieures

Plusieurs phases d'investigations ont été réalisées depuis 1993 au droit du site et sont synthétisées dans différents rapports¹.

Les investigations réalisées en 1993 et 1998 à la demande de la société Rhodia ont mis en évidence la présence de métaux (arsenic, cadmium, cuivre, mercure, zinc et plomb), de nitrates, sulfates, ammonium et de potassium, principalement dans les remblais. Toutefois, les coupes des sondages ne sont pas connues ce qui rend délicate l'interprétation.

Par ailleurs, les investigations réalisées en 2009 ont mis en évidence la présence de métaux dans les sols superficiels en teneurs très supérieures aux teneurs du fond géochimique local en arsenic, cadmium, cuivre, mercure, plomb et zinc. Ces investigations avaient consisté en la réalisation de 6 échantillons moyens constitués chacun à partir d'une dizaine de prélèvements réalisés à la tarière manuelle dans les 10 premiers centimètres de sol dans les zones non recouvertes par des dalles de béton, de l'enrobé ou des pavés. Seuls 2 de ces échantillons ont été prélevés au droit de zones dont l'emprise est partiellement sur le site.

L'**annexe 2** présente les plans de localisation des sondages réalisés en 1993 et 1998 et des zones ayant fait l'objet d'investigations en 2009 et les tableaux de résultats de ces investigations.

3.2 Objectif des investigations

La SEM Ville Renouvelée envisage d'aménager des logements au droit du site. Afin de savoir si l'état actuel du site est compatible avec un usage résidentiel et de déterminer au mieux les mesures de gestion à mettre éventuellement en œuvre pour rendre le site compatible, des investigations complémentaires ont été réalisées.

3.3 Déroulement des investigations

3.3.1 Date des travaux et moyens d'investigations

La campagne d'investigations a été réalisée le 1^{er} mars et le 11 avril 2016² sous la supervision d'un ingénieur d'études EACM.

Les sondages ont été réalisés :

- Le 1^{er} mars 2016 à l'aide d'un atelier de sondage de marque Geoprobe® ;
- Le 11 avril 2016 à l'aide d'un carottier à gouges de marque Atlas Copco.

Ces outils permettent de ne pas altérer la structure des sols et donc des horizons pollués, de prélever des échantillons de sol non remaniés et ainsi d'éviter la volatilisation des composés volatils (COHV,...).

¹ Il convient d'indiquer que nous ne possédons pas l'ensemble de ces rapports.

² La première campagne d'investigations a été réalisée au droit de l'ensemble de la parcelle que la SEM VR envisage d'aménager. La société EACM est intervenue de nouveau le 11 avril afin de compléter la caractérisation des sols de la partie de la parcelle, objet du présent plan de gestion et d'aménagement de logements.

Les photographies suivantes présentent les moyens d'investigations mis en œuvre.



Photographie n°1 : Atelier de sondage
(source : EACM, 01/03/2016)



Photographie n°2 : Carottier à gouges
(source : EACM, 22/11/2013)

3.3.2 Caractéristiques des investigations

➤ Plan d'investigations

L'implantation des sondages a été déterminée de manière à étudier la qualité des sols au droit de l'ensemble du site. L'étude historique de février 2000, présentée dans le rapport A14294/B intitulé « Evaluation simplifiée des risques secteur PAI », ne met pas en évidence la présence de sources de pollution potentielles ponctuelles. Ainsi, en l'absence de plan d'aménagement lors des investigations¹ et en l'absence de sources de pollution potentielles, un maillage du site a été réalisé.

Les investigations effectuées ont ainsi compris la réalisation de 6 sondages nommés S1, S9, C1 à C4 et d'un prélèvement de sol représentatif des matériaux du merlon, présent au droit de la partie de la parcelle objet de ce rapport et également au Sud de cette parcelle, dont l'origine n'est pas connue. La photographie suivante présente le merlon.



Photographie n°3 : Merlon (source : EACM, 01/03/2016)

¹ Le plan d'aménagement ne nous a été transmis qu'après la réalisation des investigations.

Les profondeurs maximales atteintes sont comprises entre 1 et 3,6 m.

Tableau n°2 : Présentation des sondages

Date	Référence du sondage	Profondeur atteinte (m)
1 ^{er} mars 2016	S1	3,6
	S9	
11 avril 2016	C1	2
	C2	
	C3	
	C4	1

La **figure 5** permet de localiser l'ensemble de ces sondages.

➤ Echantillonnage

Pour chaque sondage, plusieurs échantillons de sol ont été constitués en fonction des horizons lithologiques et des observations organoleptiques.

9 échantillons ont été sélectionnés pour être analysés. Ces échantillons ont été conditionnés en flacons hermétiques en verre et envoyés au laboratoire, sous 24h, dans un conteneur réfrigéré. Les échantillons non analysés ainsi que les doubles des échantillons analysés ont été conservés dans les locaux d'EACM jusqu'à la validation définitive des résultats.

Les terres en surplus des sondages ont permis de reboucher chaque sondage.

➤ Description des sols

Les sols observés ont été décrits pour chaque sondage (lithologie, couleur, odeur) de façon à apprécier de manière qualitative l'impact sur les sols de l'activité exercée.

La description de tous les sondages réalisés est reportée en **annexe 3**.

De manière générale, les sols sont caractérisés par la présence :

- De remblais, entre 0 et 0,5 à 1,5 mètres de profondeur ;
- De limons marron propres entre 0,5 à 1,5 et 3,6 mètres de profondeur correspondant au terrain naturel.

Aucune anomalie organoleptique n'a été décelée au cours des investigations.

3.4 Analyses des sols

3.4.1 Echantillons analysés et programme d'analyses

Les 9 échantillons les plus représentatifs de la qualité des sols ont été choisis pour être analysés par le laboratoire Al-West d'Agrolab à Deventer aux Pays-Bas, accrédité par le RVA (Comité d'Accréditation Néerlandais), reconnu COFRAC (Comité Français d'Accréditation).

Le choix a été fait d'analyser en priorité les remblais. En effet, aucune source de pollution potentielle profonde (telle qu'une cuve enterrée) n'a été mise en évidence. Ainsi, seul le cas d'une pollution provenant de la surface a été suspecté. Par ailleurs, les limons étaient visuellement propres et le PID (détecteur par photoionisation) n'a pas mis en évidence la présence de composés volatils dans les

matériaux prélevés. De plus, les remblais sont directement en contact avec les récepteurs. Ainsi, il est important de bien caractériser cet horizon lithologique.

En l'absence de plan d'aménagement lors des investigations et en l'absence de sources de pollution potentielles, les paramètres analysés sont les paramètres couramment rencontrés au droit des anciens sites industriels de la métropole lilloise selon notre retour d'expérience, soit les paramètres 8 métaux, hydrocarbures, HAP¹, BTEX², COHV³ et PCB⁴.

Le tableau ci-dessous présente les références de ces échantillons, les paramètres recherchés et l'objectif des analyses.

Tableau n°3 : Programme d'analyses

Référence de l'échantillon	Paramètres recherchés – 1 ^{ère} phase d'analyses	Paramètres recherchés – 2 ^{nde} phase d'analyses	Objectif
S1 0-0,6	8 métaux, hydrocarbures C10-C40, BTEX, HAP, COHV	-	Evaluer la qualité des sols au droit du site
S9 0-1	8 métaux, hydrocarbures C10-C40	-	Evaluer la qualité des sols au droit du site
Merlon	8 métaux, hydrocarbures C10-C40, BTEX, HAP, PCB	Pack ISDI sur lixiviat	Evaluer la qualité des matériaux du merlon Evaluer si les métaux détectés sont lixiviables et déterminer les filières d'évacuation possibles des matériaux
C1 0-1	8 métaux, hydrocarbures C10-C40, BTEX, HAP, COHV	-	Evaluer la qualité des sols au droit du site
C2 0-0,5	8 métaux, hydrocarbures C10-C40		
C2 0,5-1,5			
C3 0-0,5	8 métaux, hydrocarbures C10-C40, BTEX, HAP, COHV		
C4 0-0,5	8 métaux, hydrocarbures C10-C40, HAP		
C4 0,5-1	Hydrocarbures C10-C40, HAP		

La deuxième phase d'analyses a été lancée afin de compléter au mieux la connaissance de la qualité des sols connue à l'issue de la première phase d'analyses.

Les normes et les limites de quantification du laboratoire pour les paramètres recherchés sont présentées en **annexe 4**.

3.4.2 Valeurs de référence et représentation des résultats d'analyses des sols sur brut

Les analyses sur brut sont destinées à évaluer l'état de pollution des sols présents sur le site ayant fait l'objet d'investigations. Elles déterminent la concentration totale de l'élément dans la matrice.

Les résultats d'analyses des métaux sur brut sont comparés, dans le tableau ci-après, aux teneurs maximales en métaux du fond géochimique régional, présentées dans le référentiel pédo-géochimique du Nord - Pas de Calais (INRA - Rapport final du 15 Octobre 2002), pour les sols issus des limons lœssiques sous prairie.

Il n'existe pas de valeurs de références réglementaires pour les paramètres organiques recherchés sur brut. Par conséquent, la détection de ces composés témoigne d'un impact anthropique sur la qualité des sols. Toutefois, les teneurs en composés organiques sont comparées, à titre indicatif, aux seuils d'acceptation définis dans l'arrêté du 12 décembre 2014 relatif aux installations de stockage de

¹ Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques

² Benzène, Toluène, Ethylbenzène, Xylènes

³ Composés Organo-Halogénés Volatils

⁴ PolyChloroBiphényles

déchets inertes (ISDI)¹. Ces seuils ne constituent pas des seuils de dépollution et ne préjugent pas d'un éventuel impact sanitaire mais permettent de donner au lecteur une idée de l'état de pollution du site, d'une part, et des conséquences sur le type d'exutoire à rechercher en cas d'excavation et d'évacuation hors site, d'autre part.

Nota : Afin de faciliter la compréhension du lecteur et à titre indicatif, le code couleur des tableaux est le suivant :

- Pour les métaux² :
 - Les teneurs supérieures aux teneurs maximales du fond géochimique local sont indiquées en gras ;
 - Les teneurs supérieures au double des teneurs du fond géochimique local maximal sont indiquées en vert ;
 - Les teneurs supérieures au quintuple des teneurs du fond géochimique local maximal sont indiquées en jaune ;
 - Les teneurs dix fois supérieures au fond géochimique local maximal sont indiquées en rouge ;
- Pour les composés organiques, les teneurs supérieures aux seuils d'acceptation en ISDI sont indiquées en bleu ;
- Pour les composés organo-halogénés volatils, les teneurs supérieures aux limites de quantification du laboratoire sont indiquées en gras.

3.4.3 Résultats d'analyses sur brut

Les résultats d'analyses des échantillons de sol, dont les bordereaux d'analyses du laboratoire Al-West d'Agrolab sont joints en **annexe 5**, sont synthétisés dans les tableaux suivants. Les paramètres pour lesquels des dépassements de valeurs de référence sont observés sont cartographiés en **figure 6**.

¹ Arrêté du 12 décembre 2014 relatif aux conditions d'admission des déchets inertes dans les installations relevant des rubriques 2515, 2516, 2517 et dans les installations de stockage de déchets inertes relevant de la rubrique 2760 de la nomenclature des installations classées

² Il est à noter que les valeurs du fond géochimique du Nord-Pas-de-Calais ont été établies sur un nombre limité de résultats d'analyses pour chaque type de formation pédologique analysée (3 ou 4 analyses pour certaines couches géologiques). Ce nombre n'est pas mathématiquement suffisant pour être considéré comme statistiquement représentatif.

Par ailleurs, ces valeurs ont été déterminées pour des formations géologiques naturelles alors que les sols urbains de surface sont principalement composés de remblais anthropiques. De plus, les incertitudes des laboratoires sur les résultats d'analyses peuvent aller du simple au triple.

Enfin, les sols naturels de sites exempts d'activité humaine y compris des terrains agricoles peuvent présenter des teneurs en métaux supérieures aux valeurs mentionnées dans le référentiel pédo-géochimique du Nord-Pas-de-Calais. Les valeurs contenues dans ce référentiel ne doivent donc pas être retenues comme valeurs absolues mais être utilisées comme des valeurs indicatives.

EACM propose de comparer les résultats d'analyses des métaux aux valeurs contenues dans le rapport du fond géochimique local conformément à la méthodologie nationale. Toutefois, afin de faciliter la compréhension d'un lecteur non averti et qui souhaiterait avoir une idée de la gravité des teneurs obtenues et étant données les raisons évoquées ci-dessus, EACM a décidé également de comparer ces résultats au double, quintuple et à dix fois ces valeurs.

Tableau n°4 : Résultats d'analyses – métaux sur brut

Composé	Unité	S1 0-0,6	S9 0-1	Merlon	C1 0-1	C2 0-0,5	C2 0,5-1,5	C3 0-0,5	C4 0-0,5	C4 0,5-1	Fond géochimique de référence			
		Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Limon	Remblais	Remblais	Limon	(Min-max)	V2 ²	V5 ³	V10 ⁴
Bilan 8 métaux														
Arsenic	mg/kg	6,8	33	81	12	11	11	30	35	-	(6,4 - 11,5)	23	57,5	115
Cadmium		0,2	1,5	1,4	0,4	0,4	<0,1	1,5	1,2	-	(0,21 - 0,57)	1,14	2,85	5,7
Chrome		40	49	33	27	24	33	24	41	-	(46,8 - 60,4)	120,8	302	604
Cuivre		29	130	130	32	28	14	110	70	-	(9,2 - 74)	148	370	740
Mercure		0,22	5,36	8,40	0,25	0,13	<0,05	1,18	4,48	-	(0,041 - 0,113)	0,226	0,565	1,13
Nickel		26	21	17	19	16	23	15	20	-	(15,3 - 23,1)	46,2	115,5	231
Plomb		73	110	390	97	360	24	170	150	-	(21,1 - 43,2)	86,4	216	432
Zinc		140	340	350	140	260	60	270	210	-	(49,3 - 78,3)	156,6	391,5	783

Tableau n°5 : Résultats d'analyses – Composés organiques sur brut

Composé	Unité	S1 0-0,6	S9 0-1	Merlon	C1 0-1	C2 0-0,5	C2 0,5-1,5	C3 0-0,5	C4 0-0,5	C4 0,5-1	Seuil d'acceptation en :		
		Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Limon	Remblais	Remblais	Limon	ISDI	ISDND	ISDD
Hydrocarbures C10-C40													
Hydrocarbures C10-C40	mg/kg	490	170	96,4	100	140	<20	71,4	100	<20	500	-	-
Fraction C10-C12		<4,0	<4,0	<4,0	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	-	-
Fraction C12-C16		6,7	<4,0	5,4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	-	-
Fraction C16-C20		18,3	6,2	13,3	16,6	9,9	<2	4,9	6,4	<2	-	-	-
Fraction C20-C24		43,5	18,5	16,8	20,3	15,1	<2	10,1	15,3	<2	-	-	-
Fraction C24-C28		91,7	44,3	18,5	18,7	22,1	<2	16,4	24,8	<2	-	-	-
Fraction C28-C32		120	52	20	18	32	<2	18	27	<2	-	-	-
Fraction C32-C36		130	27,5	13,5	14,6	32,9	<2	12,7	19	<2	-	-	-
Fraction C36-C40		81,1	12,4	6,8	8,3	25,8	<2	7	9,8	<2	-	-	-
BTEX													
Benzène	mg/kg	<0,05	-	<0,05	<0,05	-	-	<0,05	-	-	-	-	-
Toluène		<0,05	-	<0,05	<0,05	-	-	<0,05	-	-	-	-	-
Ethylbenzène		<0,05	-	<0,05	<0,05	-	-	<0,05	-	-	-	-	-
m+p – xylène		<0,10	-	<0,10	<0,10	-	-	<0,10	-	-	-	-	-
o – xylène		<0,050	-	<0,050	<0,050	-	-	<0,050	-	-	-	-	-
Somme des BTEX		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-
HAP													
Naphtalène	mg/kg	<0,50	-	0,19	0,13	-	-	<0,05	0,07	<0,05	-	-	-
Acénaphthylène		<0,50	-	<0,050	<0,05	-	-	<0,05	<0,05	<0,05	-	-	-
Acénaphthène		<0,50	-	0,34	0,23	-	-	0,088	0,065	<0,05	-	-	-
Fluorène		<0,50	-	0,34	0,23	-	-	0,063	<0,05	<0,05	-	-	-
Phénanthrène		0,56	-	3,0	2,5	-	-	0,7	0,5	<0,05	-	-	-
Anthracène		<0,50	-	0,58	0,31	-	-	0,17	<0,05	<0,05	-	-	-
Fluoranthène		2,6	-	3,6	5,1	-	-	1,5	0,88	<0,05	-	-	-
Pyrène		3,7	-	2,5	3,3	-	-	0,74	0,52	<0,05	-	-	-
Benzo(a)anthracène		2,4	-	1,8	1,8	-	-	0,67	0,37	<0,05	-	-	-
Chrysène		2,4	-	1,5	1,7	-	-	0,57	0,44	<0,05	-	-	-
Benzo(b)fluoranthène		8,5	-	1,9	2,4	-	-	0,81	0,59	<0,05	-	-	-
Benzo(k)fluoranthène		3,7	-	0,91	1,1	-	-	0,33	0,24	<0,05	-	-	-
Benzo(a)pyrène		8,9	-	1,6	1,9	-	-	0,58	0,34	<0,05	-	-	-
Dibenzo(ah)anthracène		1,1	-	0,18	0,19	-	-	0,089	<0,05	<0,05	-	-	-
Benzo(ghi)peryène		4,7	-	0,91	1,1	-	-	0,31	0,23	<0,05	-	-	-
Indeno(1,2,3-c,d)pyrène		7,3	-	1,4	1,7	-	-	0,54	0,36	<0,05	-	-	-
Somme des HAP		45,9	-	20,8	23,7	-	-	7,16	4,61	-	50	-	-
PCB													
PCB (28)	mg/kg	-	-	0,001	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PCB (52)		-	-	0,063	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PCB (101)		-	-	0,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PCB (118)		-	-	0,14	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PCB (138)		-	-	0,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PCB (153)		-	-	0,23	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PCB (180)		-	-	0,14	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Somme des 7 PCB		-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-
COHV													
Chlorure de vinyle	mg/kg	<0,02	-	-	<0,02	-	-	<0,02	-	-	-	-	-
Dichlorométhane		<0,05	-	-	<0,05	-	-	<0,05	-	-	-	-	-
Trichlorométhane		<0,05	-	-	<0,05	-	-	<0,05	-	-	-	-	-
Tétrachlorométhane		<0,05	-	-	<0,05	-	-	<0,05	-	-	-	-	-
Trichloroéthylène		<0,05	-	-	<0,05	-	-	<0,05	-	-	-	-	-
Tétrachloroéthylène		<0,05	-	-	<0,05	-	-	<0,05	-	-	-	-	-
1,1,1-trichloroéthane		<0,05	-	-	<0,05	-	-	<0,05	-	-	-	-	-
1,1,2-trichloroéthane		<0,05	-	-	<0,05	-	-	<0,05	-	-	-	-	-
1,1-dichloroéthane		<0,1	-	-	<0,1	-	-	<0,1	-	-	-	-	-
1,2-dichloroéthane		<0,05	-	-	<0,05	-	-	<0,05	-	-	-	-	-
1,1-dichloroéthylène		<0,1	-	-	<0,1	-	-	<0,1	-	-	-	-	-
Cis-1,2-dichloroéthylène		<0,025	-	-	<0,025	-	-	<0,025	-	-	-	-	-
Trans-1,2-dichloroéthylène		<0,025	-	-	<0,025	-	-	<0,025	-	-	-	-	-

3.4.4 Valeurs de référence et représentation des résultats d'analyses des sols sur lixiviat

Les essais sur lixiviat permettent d'évaluer la fraction de polluant susceptible d'être entraînée sous l'effet du lessivage et de déterminer les filières d'élimination possibles pour les matériaux analysés.

Les résultats d'analyses sur lixiviat sont comparés aux seuils des arrêtés relatifs aux installations de stockages de déchets :

- Inertes : arrêté du 12 décembre 2014 basé notamment sur la décision du Conseil du 19 décembre 2002 ;
- Non dangereux : arrêté du 9 septembre 1997 ;
- Dangereux : arrêté du 30 décembre 2002.

Dans le tableau de présentation des résultats, les valeurs supérieures aux seuils d'acceptation sont indiquées :

- En bleu pour les ISDI ;
- En orange pour les ISDND¹ ;
- En rouge pour les ISDD².

Nota : Les teneurs maximales admissibles en décharge demeurent des valeurs de comparaison. Ces valeurs ne permettent pas d'associer directement aux matériaux un type d'exutoire spécifique en cas d'évacuation hors du site. Le choix de l'exutoire ne peut être effectif qu'après acceptation officielle du centre de traitement ou d'élimination, selon ses propres critères et notamment les prescriptions de son arrêté préfectoral d'autorisation d'exploiter.

¹ ISDND : Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux

² ISDD : Installation de Stockage de Déchets Dangereux

3.4.5 Résultats d'analyses sur lixiviat

Le tableau suivant présente les résultats d'analyses sur lixiviat.

Tableau n°6 : Résultats d'analyses sur lixiviat

Paramètre	Unité	Merlon	Seuil d'acceptation en :		
		Remblais	ISDI	ISDND	ISDD
Métaux toxiques sur lixiviat					
Antimoine	mg/kg	<0,05	0,06	0,7	5
Arsenic		0,4	0,5	2	25
Baryum		0,15	20	100	300
Cadmium		<0,001	0,04	1	5
Chrome		<0,02	0,5	10	70
Cuivre		0,16	2	50	100
Mercure		0,0012	0,01	0,2	2
Molybdène		<0,05	0,4	10	40
Nickel		<0,05	0,4	10	30
Plomb		<0,05	0,5	10	50
Sélénium		<0,05	0,1	0,5	7
Zinc		0,03	4	50	200
Fraction soluble					
Fraction soluble	mg/kg	1 000	4 000	60 000	100 000
Anion					
Chlorure	mg/kg	14	800	15 000	25 000
Fluorure		16	10	150	500
Sulfates		<50	1 000	20 000	50 000
COT					
COT	mg/kg	33	500	800	1000
Indice phénol					
Indice phénol	mg/kg	<0,1	1	-	-

3.4.6 Commentaires

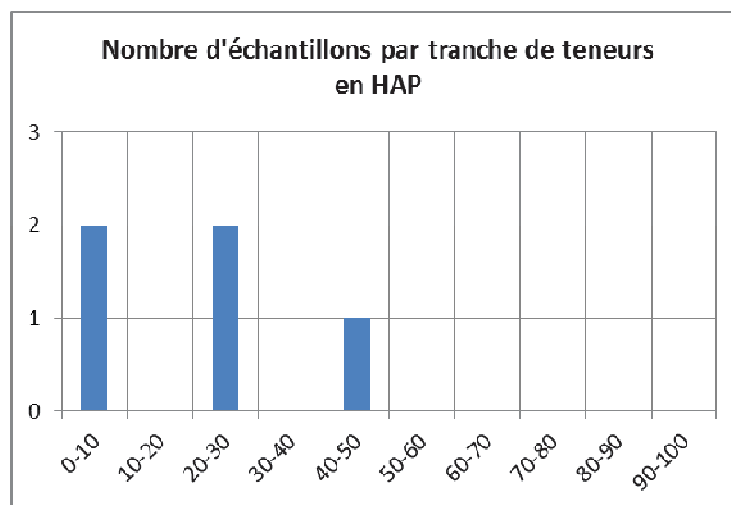
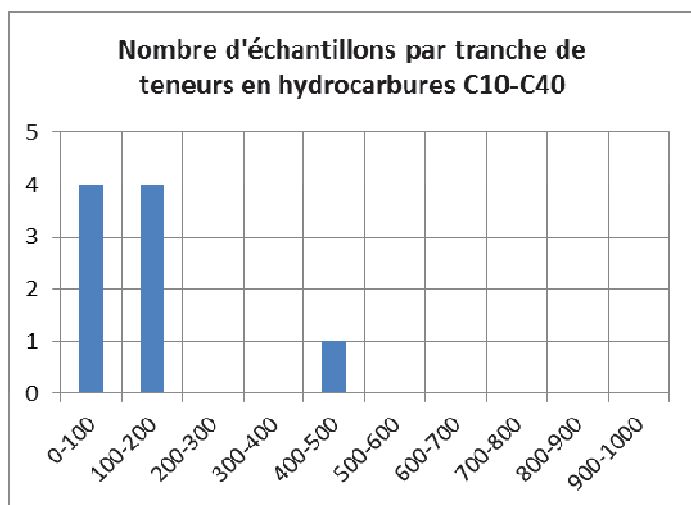
Les résultats d'analyses mettent en évidence :

- La présence de métaux en teneurs ponctuellement supérieures aux teneurs du fond géochimique local dans les remblais du site, notamment en mercure, paramètre pour lequel les teneurs sont ponctuellement supérieures à 10 fois la teneur maximale du fond géochimique local. Néanmoins, ces métaux sont peu lixiviables¹ ;
- La présence de traces d'hydrocarbures C10-C40 et d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) peu volatils dans les remblais du site en teneurs comprises entre 71,4 et 490 mg/kg pour les hydrocarbures C10-C40 et entre 4,61 et 45,9 mg/kg pour les HAP. Ces teneurs restent inférieures aux seuils d'acceptation en ISDI. En revanche, les limons ne présentent pas de traces de composés organiques ;
- La présence de PCB dans les matériaux du merlon en teneur égale au seuil d'acceptation en ISDI. L'origine du merlon n'est pas connue ;
- L'absence de BTEX et de COHV.

Par ailleurs, les analyses sur lixiviat mettent en évidence la présence de fluorures en teneurs supérieures au seuil d'acceptation en ISDI.

3.4.7 Analyses statistiques

Une réflexion statistique a été menée afin de mettre en évidence la présence ou l'absence de sources concentrées de pollution au droit du site. Les graphiques suivants présentent, pour les hydrocarbures C10-C40 et les HAP, le nombre d'échantillons par classe de teneurs détectées.



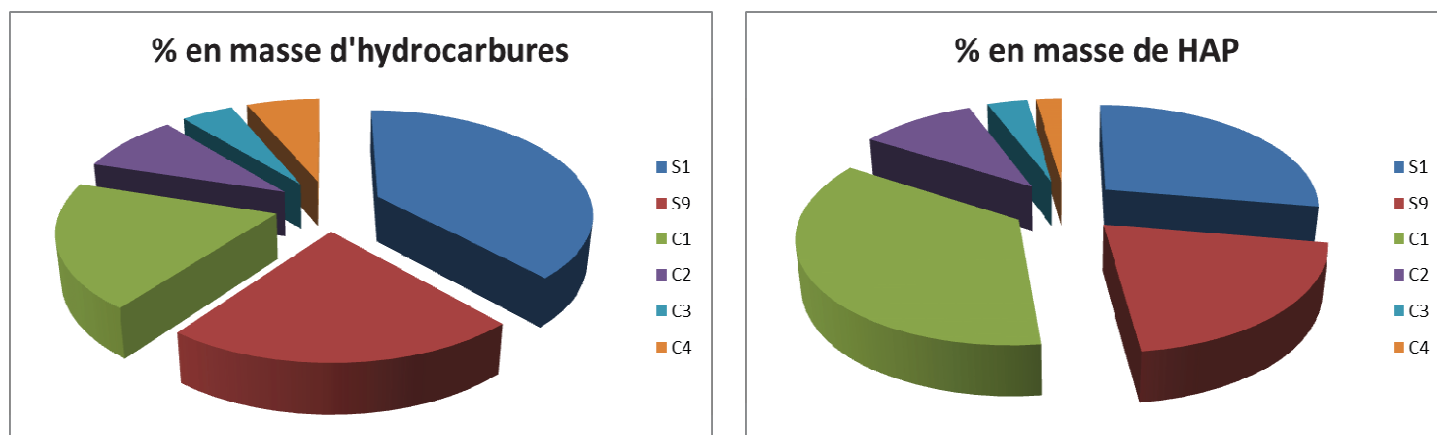
Ces deux premiers graphiques mettent en évidence l'absence de source de pollution concentrée en hydrocarbures C10-C40 et en HAP. L'échantillon S1 0-0,6 a des teneurs supérieures aux autres échantillons. Cependant, ces teneurs restent approximativement du même ordre grandeur que les teneurs des autres échantillons et ne sont donc pas caractéristiques d'une source de pollution concentrée. Par ailleurs, il convient d'indiquer que les hydrocarbures C10-C40 et les HAP présents au droit du site sont peu volatils.

¹ Lors de la première campagne d'investigations (1^{er} mars 2016), des sondages ont été réalisés au droit de l'ensemble de la parcelle que la SEM VR envisage d'aménager. Une analyse des métaux sur lixiviat a été réalisée sur les remblais d'un sondage localisé hors de l'emprise faisant l'objet du présent rapport et a mis en évidence la présence de métaux peu voire pas lixiviables. Les remblais étant homogènes sur l'ensemble de la parcelle, les métaux présents au sein de l'emprise, objet du présent rapport, sont a priori également peu lixiviables.

Par ailleurs, une approche simplifiée du bilan massique a été réalisée en considérant que :

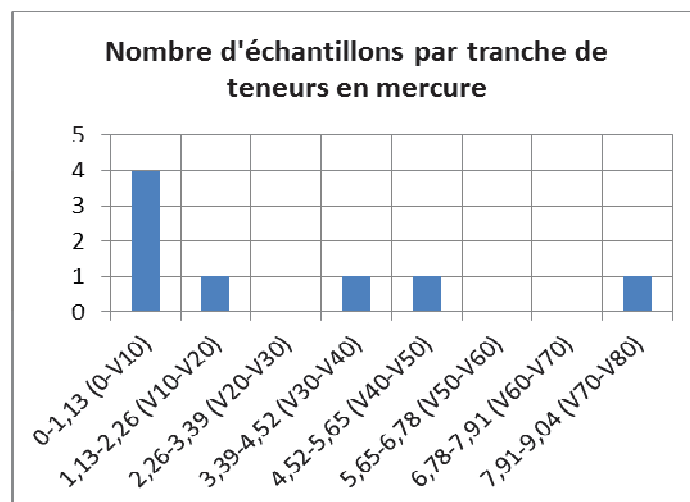
- Chaque sondage est représentatif d'une même surface du site (surface totale divisée par 6 soit 739 m²) ;
- Les sondages n'ayant pas fait l'objet d'une analyse des HAP ont une teneur en HAP égale à la moyenne des teneurs des autres sondages.

Les graphiques suivants présentent les résultats obtenus.



Ils mettent en évidence une répartition de la masse d'hydrocarbures et d'hydrocarbures aromatiques polycycliques entre les sondages, principalement entre les sondages S1, S9 et C1 et ainsi l'absence de source de pollution concentrée.

Le graphique suivant présente, pour le mercure, le nombre d'échantillons par classe de teneurs détectées.



Ce graphique met en évidence l'absence de source de pollution concentrée en mercure. En effet, certaines teneurs sont supérieures aux teneurs majoritaires mais la distribution spatiale de ces teneurs est aléatoire ce qui correspondrait à une pollution diffuse des remblais de l'ensemble du site. Toutefois, les résultats d'analyses ont mis en évidence le fait que les métaux présents dans les remblais sont peu lixiviables.

4 INVESTIGATIONS SUR LES GAZ DE SOL

4.1 Objectif des investigations

L'objectif de ces campagnes d'analyses est de caractériser les gaz présents dans les sols du site et de vérifier dans quelle mesure l'éventuelle pollution des sols au droit de la zone d'étude est susceptible d'avoir un impact sur la qualité des gaz du sol de surface. Les concentrations obtenues dans les gaz du sol sont plus représentatives des concentrations dans l'air que celles obtenues par modélisation à partir des concentrations obtenues dans les eaux souterraines ou le sol. En effet, les gaz du sol sont un milieu intégrateur des parts de polluants volatilisés depuis tous les compartiments de l'environnement.

Ainsi, 2 piézaires ont été mis en place jusqu'à une profondeur de 1,5 m. En l'absence de plan d'aménagement du site lors de la réalisation des piézaires¹, ceux-ci ont été répartis au droit de l'ensemble du site.

La **figure 7** localise ces piézaires par rapport au plan d'aménagement. Pa4 est localisé au droit des espaces verts et Pa5 est localisé à l'extrémité d'un des bâtiments.

4.2 Description des travaux

4.2.1 Caractéristiques des ouvrages

Un premier piézair nommé Pa4 a été réalisé le 1^{er} mars 2016 au droit du sondage S9. Puis, un second piézair nommé Pa5 a été réalisé le 11 avril 2016 au droit du sondage C2².

Les ouvrages comprennent, du bas vers le haut :

- Un tubage d'un diamètre de 32 mm composé de 1 m de tube crépiné pour le piézair Pa4 et de 0,5 m de tube crépiné pour le piézair Pa5, bouché à sa base, entouré d'un massif filtrant composé de gravier siliceux permettant d'éviter le colmatage des crépines ;
- Un tubage d'un diamètre de 32 mm composé de 0,5 m de tube plein pour le piézair Pa4 et de 1 m de tube plein pour le piézair Pa5, entouré de massif filtrant ;
- Un bouchon d'argile gonflante, mis en place entre 0,1 et 0,2 m de profondeur, placé entre le tubage et la paroi du forage permettant d'éviter l'écoulement potentiel d'eau le long du tubage et la remontée de gaz ;
- Un bouchon de béton en surface ;
- Un capot métallique destiné à protéger les piézaires.

Nota : De l'eau a été mise en évidence au-delà de 1,5 mètre de profondeur ce qui explique la faible profondeur des ouvrages.

Après leur pose, chaque piézair a été développé par pompage pendant environ 10 min à l'aide d'un ventilateur de débit 7 m³/min.

Les coupes géologiques réalisées lors de la campagne de pose des piézaires sont présentées en **annexe 6**. Le piézair Pa4 est posé partiellement dans les remblais et partiellement dans les limons. Le piézair Pa5 est posé dans les limons.

¹ Le plan d'aménagement ne nous a été transmis qu'après la réalisation des investigations.

² Dans un premier temps, 4 piézaires ont été mis en place au droit de l'ensemble de la parcelle que la SEM VR envisage d'aménager. Toutefois, seul l'un de ses piézaires était localisé au droit de la partie de cette parcelle, objet du présent plan de gestion et d'aménagement de logements. Ainsi, un nouveau piézair a été implanté le 11 avril 2016 afin de compléter les données lors de la deuxième campagne de prélèvements et d'analyses des gaz du sol qui a eu lieu le 7 juillet 2016.

Aucune anomalie organoleptique n'a été décelée au cours des investigations.

4.2.2 Échantillonnage

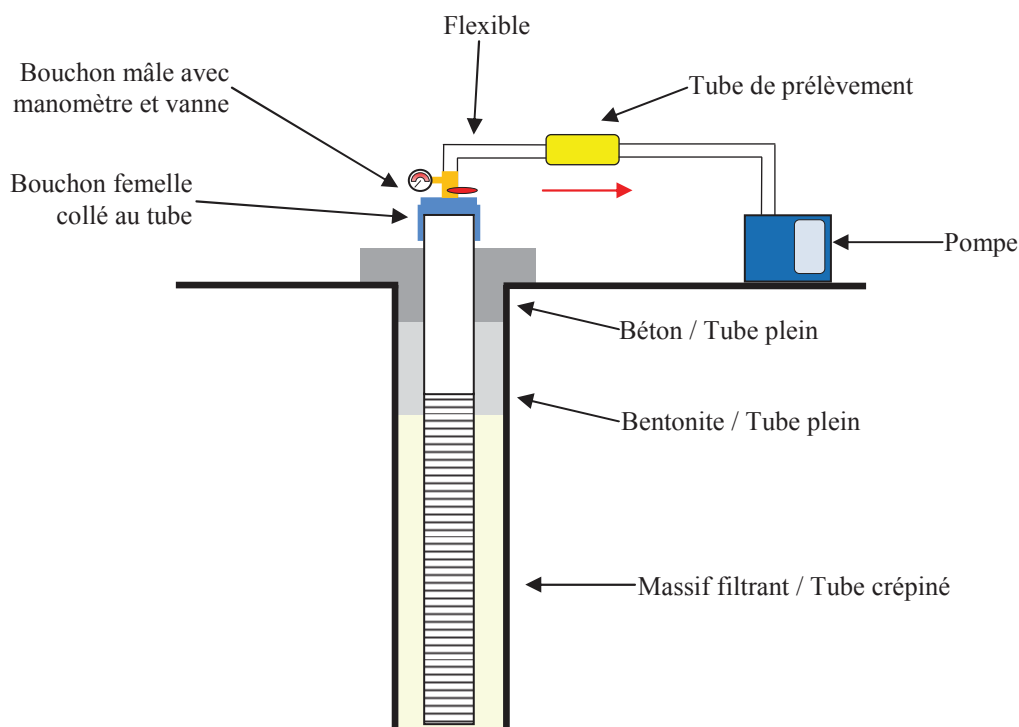
La première campagne a compris le prélèvement d'échantillons de gaz du sol dans le piézair Pa4. Les prélèvements ont été réalisés le 3 mars 2016 au moyen de pompes calibrées à 0,2 ou 0,5 l/min. Ce dispositif technique permet le prélèvement des gaz du sol sur un tube de charbon actif et un tube hopkalite.

Les gaz du sol étant un milieu très sensible aux conditions météorologiques (pluviométrie, vent, pression atmosphérique,...), une seconde campagne a été réalisée afin de déterminer l'évolution des concentrations dans les gaz du sol. Cette seconde campagne a compris le prélèvement d'échantillons de gaz du sol dans les piézairs Pa4 et Pa5. Les prélèvements ont été réalisés le 7 juillet 2016 au moyen de pompes calibrées à environ 0,3 L/min.

A chaque campagne, les piézairs ont tout d'abord été purgés pendant 5 min. Le temps de purge a été déterminé en fonction des caractéristiques des ouvrages (profondeur, diamètre,...) et de manière à renouveler 5 fois le volume mort.

Les prélèvements ont été réalisés par temps pluvieux et ensoleillé lors de la première campagne et par temps nuageux et ensoleillé lors de la seconde campagne. Les fiches de prélèvements jointes en **annexe 7** présentent les caractéristiques de chaque prélèvement. Un manomètre est utilisé lors des prélèvements afin de garantir l'étanchéité des ouvrages.

Le schéma ci-dessous présente le dispositif de prélèvement de gaz du sol.



La photographie suivante présente le dispositif d'un des prélèvements.



Photographie n°4 : Dispositif de prélèvement des gaz du sol – Pa4 (source : EACM, 03/03/2016)

4.3 Caractérisation des gaz du sol

4.3.1 Prélèvements et programme d'analyses

Les durées de prélèvement ont été déterminées en fonction des principaux polluants recherchés et des limites de quantification du laboratoire, afin de pouvoir comparer les résultats d'analyses avec les valeurs de référence des principaux composés analysés.

En l'absence de plan d'aménagement lors des investigations et en l'absence de sources de pollution potentielles, les paramètres analysés ont été déterminés en fonction des substances couramment rencontrées au droit des anciens sites industriels de la métropole lilloise selon notre retour d'expérience et des substances présentes au droit du site. Il s'agit des paramètres les plus pertinents au regard du projet porté par la SEM VR.

Le tableau ci-dessous présente les différentes substances recherchées, le média filtrant, les durées de prélèvements et les volumes pompés.

Tableau n°7 : Caractéristiques des prélèvements de gaz du sol

Piézair	Paramètres recherchés	Type de média filtrant	Durée du prélèvement (min)	Débit de la pompe (L/min)	Volume d'air pompé (L)
Première campagne – 3 mars 2016					
Pa4	Hydrocarbures volatils C5-C12, COHV, BTEX, naphthalène	Charbon actif	Au minimum 143 minutes	0,2101	Au minimum 30,04
	Mercure	Hopkalite	80	48 min à 0,2284 32 min à 0,518	27,54
Seconde campagne – 7 juillet 2016					
Pa4	Hydrocarbures volatils C5-C12, COHV, BTEX, naphthalène	Charbon actif	100	0,3355	33,55
	Mercure	Hopkalite	70	0,3355	23,5
Pa5	Hydrocarbures volatils C5-C12, COHV, BTEX, naphthalène	Charbon actif	155	0,266	41,23

Nota : La pompe s'est arrêtée pendant 0 à 30 minutes lors du prélèvement de gaz du sol du piézair Pa4 le 3 mars 2016. La durée minimale a été prise en compte afin de majorer la concentration dans les gaz du sol.

Le tableau de l'**annexe 8** présente les normes de référence utilisées par les laboratoires d'analyses ainsi que les limites de quantification pour chaque paramètre.

Les tubes de charbon actif, rebouchés hermétiquement, ont été envoyés au laboratoire Al-West d'Agrolab à Deventer aux Pays-Bas dans les 24h ayant suivi le prélèvement en caisson isotherme. Ce laboratoire est accrédité par les Comités d'Accréditation Néerlandais (RVA) reconnus par le Comité Français d'Accréditation (COFRAC).

Parallèlement, les tubes hopkalite, rebouchés hermétiquement, ont été envoyés au laboratoire Wessling, reconnu COFRAC, dans les 24h ayant suivi le prélèvement en caisson isotherme.

Des blancs de transport ont également été envoyés au laboratoire Agrolab et au laboratoire Wessling pour être analysés. Ces blancs permettent de détecter une éventuelle contamination croisée des échantillons au cours du transport.

A chaque campagne, un tube de charbon actif a donc été ouvert puis rebouché sans avoir fait l'objet d'un prélèvement, puis a été placé avec les échantillons de charbon actif et transporté au laboratoire Al-West d'Agrolab. De même, un tube hopkalite a été ouvert puis rebouché sans avoir fait l'objet d'un prélèvement, puis a été placé avec les échantillons d'hopkalite et transporté au laboratoire Wessling.

4.3.2 Valeurs de référence

Il convient de noter qu'il n'existe pas de valeurs de référence pour les gaz de sol. Toutefois, les concentrations observées ont été comparées à titre indicatif aux valeurs de référence déterminées dans l'air ambiant suivantes :

- Valeurs guides de qualité de l'air intérieur (VGAI) de l'ANSES (Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail) ;
- Valeurs de bruit de fond : percentiles 95 issus de la campagne de mesures de l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur (OQAI) dans les logements français et valeurs du suivi de la qualité d'air extérieur locale si elles existent ;
- Valeurs réglementaires françaises et européennes définies pour l'air ambiant extérieur : décret 2002-213 de février 2002 relatif à la surveillance de la qualité de l'air et de ses effets sur la santé et l'environnement, aux objectifs de qualité de l'air, aux seuils d'alerte et aux valeurs limites, directives 2002/3/CE et 2004/107/CE ;
- Valeurs guide proposés par l'OMS (Air Quality Guidelines for Europe, 2000) et par le projet INDEX (Critical Appraisal of the setting and implementation of indoor exposures limits in the EU, 2005).

Dans le tableau de présentation des résultats, le code couleur est le suivant :

- Les valeurs supérieures aux valeurs guides de qualité de l'air intérieur de l'ANSES sont indiquées en jaune ;
- Les valeurs supérieures aux valeurs du bruit de fond sont indiquées en orange ;
- Les valeurs supérieures aux valeurs du décret de février 2002 sont indiquées en bleu ;
- Les valeurs supérieures aux valeurs de l'OMS sont indiquées en gris.

4.3.3 Résultats d'analyses

Le tableau suivant présente les résultats d'analyses obtenus sur les gaz du sol.

Les bordereaux d'analyses du laboratoire Agrolab et du laboratoire Wessling sont fournis en **annexe 9**. La cartographie des résultats est présentée en **figure 8**.

Tableau n°8 : Résultats d'analyses des gaz du sol

Composé	3 mars 2016		7 juillet 2016				Valeur guide de la qualité de l'air intérieur	Observatoire de la qualité de l'air intérieur	Décret de février 2002	OMS
	Pa4		Pa4		Pa5					
	composés sur le support	concentration gaz du sol	composés sur le support	concentration gaz du sol	composés sur le support	concentration gaz du sol				
Unité	µg/tube	mg/m ³	µg/tube	mg/m ³	µg/tube	mg/m ³	mg/m ³			
Hydrocarbures C5-C12										
Hydrocarbures aliphatiques C5-C6	<2	<6,66.10 ⁻²	<2	<5,96.10 ⁻²	<2	<4,85.10 ⁻²	-	-	-	-
Hydrocarbures aliphatiques C6-C8	<2	<6,66.10 ⁻²	<2	<5,96.10 ⁻²	<2	<4,85.10 ⁻²	-	-	-	-
Hydrocarbures aliphatiques C8-C10	<2	<6,66.10 ⁻²	<2	<5,96.10 ⁻²	<2	<4,85.10 ⁻²	-	-	-	-
Hydrocarbures aliphatiques C10-C12	<2	<6,66.10 ⁻²	<2	<5,96.10 ⁻²	<2	<4,85.10 ⁻²	-	-	-	-
Hydrocarbures aromatiques C6-C7	<2	<6,66.10 ⁻²	<2	<5,96.10 ⁻²	<2	<4,85.10 ⁻²	-	-	-	-
Hydrocarbures aromatiques C7-C8	<2	<6,66.10 ⁻²	<2	<5,96.10 ⁻²	<2	<4,85.10 ⁻²	-	-	-	-
Hydrocarbures aromatiques C8- C10	<2	<6,66.10 ⁻²	<2	<5,96.10 ⁻²	<2	<4,85.10 ⁻²	-	-	-	-
Hydrocarbures aromatiques C10-C12	<2	<6,66.10 ⁻²	<2	<5,96.10 ⁻²	<2	<4,85.10 ⁻²	-	-	-	-
BTEX										
Benzène	<0,1	<3,33.10 ⁻³	<0,1	<2,98.10 ⁻³	<0,1	<2,43.10 ⁻³	2,00.10 ⁻³	7,20.10 ⁻³	2,00.10 ⁻³	1,70.10 ⁻³
Toluène	<0,1	<3,33.10 ⁻³	<0,1	<2,98.10 ⁻³	<0,1	<2,43.10 ⁻³	-	8,29.10 ⁻²	-	1
Ethylbenzène	<0,1	<3,33.10 ⁻³	<0,1	<2,98.10 ⁻³	<0,1	<2,43.10 ⁻³	-	1,50.10 ⁻²	-	-
m-,p-xylène	<0,1	<3,33.10 ⁻³	<0,1	<2,98.10 ⁻³	<0,1	<2,43.10 ⁻³	-	3,97.10 ⁻²	-	-
O-xylène	<0,1	<3,33.10 ⁻³	<0,1	<2,98.10 ⁻³	<0,1	<2,43.10 ⁻³	-	1,46.10 ⁻²	-	-
Somme xylènes	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Composés Organo-Halogénés Volatils										
1,1-Dichloroéthylène	<0,1	<3,33.10 ⁻³	<0,1	<2,98.10 ⁻³	<0,1	<2,43.10 ⁻³	-	-	-	-
Chlorure de vinyle	<0,1	<3,33.10 ⁻³	<0,1	<2,98.10 ⁻³	<0,1	<2,43.10 ⁻³	-	-	-	-
Dichlorométhane	<0,5	<1,66.10 ⁻²	<0,5	<1,49.10 ⁻²	<0,5	<1,21.10 ⁻²	-	-	-	4,50.10 ⁻¹
Trans-1,2-dichloroéthylène	<0,2	<6,66.10 ⁻³	<0,2	<5,96.10 ⁻³	<0,2	<4,85.10 ⁻³	-	-	-	-
1,1-Dichloroéthane	<0,2	<6,66.10 ⁻³	<0,2	<5,96.10 ⁻³	<0,2	<4,85.10 ⁻³	-	-	-	-
Cis-1,2-Dichloroéthylène	<0,2	<6,66.10 ⁻³	<0,2	<5,96.10 ⁻³	<0,2	<4,85.10 ⁻³	-	-	-	-
Trichlorométhane	<0,2	<6,66.10 ⁻³	<0,2	<5,96.10 ⁻³	0,34	8,25.10⁻³	-	-	-	-
1,2-Dichloroéthane	<0,2	<6,66.10 ⁻³	<0,2	<5,96.10 ⁻³	<0,2	<4,85.10 ⁻³	-	-	-	7,00.10 ⁻¹
1,1,1-Trichloroéthane	<0,2	<6,66.10 ⁻³	0,2	5,96.10⁻³	0,22	5,34.10⁻³	-	-	-	-
Tétrachlorométhane	<0,2	<6,66.10 ⁻³	<0,2	<5,96.10 ⁻³	<0,2	<4,85.10 ⁻³	-	-	-	-
Trichloroéthylène	0,22	7,32.10⁻³	0,51	1,52.10⁻²	0,73	1,77.10⁻²	2,00.10 ⁻²	7,30.10 ⁻³	-	-
1,1,2-Trichloroéthane	<0,2	<6,66.10 ⁻³	<0,2	<5,96.10 ⁻³	<0,2	<4,85.10 ⁻³	-	-	-	-
Tétrachloroéthylène	<0,2	<6,66.10 ⁻³	<0,2	<5,96.10 ⁻³	0,8	1,94.10⁻²	2,50.10 ⁻¹	7,30.10 ⁻³	-	6,80.10 ⁻¹
Naphtalène										
Naphtalène	<0,1	<3,33.10 ⁻³	<0,1	<2,98.10 ⁻³	<0,1	<2,43.10 ⁻³	1,00.10 ⁻²	-	-	-
Mercuré										
Mercuré	<0,005	<1,82.10 ⁻⁴	<0,005	<2,13.10 ⁻⁴	-	-	-	-	-	1,00.10 ⁻³

4.3.4 Interprétation des résultats d'analyses

Les résultats d'analyses des gaz du sol mettent en évidence :

- L'absence de détection de composés organiques volatils à l'exception de faibles traces de COHV :
 - o Lors de la 1^{ère} campagne : de trichloroéthylène au droit du Pa4 en concentration de 7,32.10⁻³ mg/m³, concentration très légèrement supérieure à la concentration de l'observatoire de la qualité de l'air intérieur mais inférieure à la valeur guide de la qualité de l'air intérieur de l'ANSES ;
 - o Lors de la 2^{ème} campagne : de 1,1,1-trichloroéthane et de trichloroéthylène au droit des piézaires Pa4 et Pa5 et de trichlorométhane et de tétrachloroéthylène au droit du piézair Pa5. Les concentrations obtenus en trichloroéthylène et tétrachloroéthylène sont supérieures aux concentrations de l'OQAI mais inférieures aux valeurs guide de la qualité de l'air intérieur de l'ANSES et de l'OMS ;
- L'absence de détection de mercure. Le mercure détecté dans les remblais est donc considéré comme non volatil au droit du site.

Ces résultats mettent en évidence une légère augmentation des concentrations entre les 2 campagnes au droit du piézair Pa4. Cela peut s'expliquer par le fait qu'en période estivale, les températures sont plus élevées et favorisent donc la volatilisation des polluants contenus dans les sols.

Il convient de noter qu'une atténuation importante a lieu entre les concentrations obtenues dans les gaz du sol et les concentrations obtenues dans l'air intérieur des bâtiments ou l'air extérieur. Ainsi, même si certaines concentrations dépassent les valeurs de référence, une modélisation du transfert des composés des gaz du sol vers l'air intérieur des bâtiments et l'air extérieur sera réalisée pour montrer la compatibilité sanitaire du site avec l'usage futur envisagé.

5 SCHEMA CONCEPTUEL INITIAL

Ce paragraphe s'attache à identifier et caractériser les risques en relation avec les substances dangereuses identifiées sur le site. Cette analyse des risques passe par la connaissance des caractéristiques toxicologiques, physico-chimiques et des relations doses/effets de ces substances.

Pour l'évaluation des effets qualitatifs et quantitatifs, outre les ouvrages cités en introduction, les sites et bases de données suivants ont été consultés :

- INERIS (www.ineris.fr) ;
- INRS (www.inrs.fr) ;
- US-EPA (www.epa.gov).

5.1 Sélection des agents chimiques et physiques

Le choix des agents à prendre en compte dans le cadre de cette étude repose sur :

- La dangerosité des polluants identifiés lors des différents diagnostics initiaux vis-à-vis de la santé ;
- Leur importance relative dans les analyses réalisées.

Les substances retenues sont les substances mises en évidence lors des investigations sur les sols et les gaz du sol. Il s'agit des substances suivantes :

- Métaux dont mercure ;
- Hydrocarbures C10-C40 ;
- Hydrocarbures aromatiques polycycliques ;
- Polychlorobiphényles ;
- COHV (trichloroéthylène, 1,1,1-trichloroéthane, trichlorométhane et tétrachloroéthylène) ;
- Nitrates, sulfates, ammonium, potassium : composés détectés lors des investigations réalisées en 1993, 1998 et 2009.

5.2 Propriétés physico-chimiques des substances retenues

5.2.1 Volatilité des substances retenues

La notion de volatilité est définie en fonction de la tension de vapeur ou pression de vapeur saturante, exprimée en Pascal (Pa), à 25°C :

- Très peu volatil : $P < 5 \text{ Pa}$
- Modérément volatil : $5 < P < 1\,000 \text{ Pa}$
- Volatil : $1\,000 < P < 5\,000 \text{ Pa}$
- Très volatil : $P > 5\,000 \text{ Pa}$

➤ Hydrocarbures

Les données relatives à la quantification de la volatilité des hydrocarbures sont issues des travaux du TPHCWGS¹. Elles sont présentées dans le tableau ci-après.

Tableau n°9 : Volatilité des hydrocarbures

Fraction	Tension de vapeur (Pa)	Volatilité
C5 – C10	100 à 350	Modérément volatil
C10 – C12	65	Modérément volatil
C12 – C16	4,8	Très peu volatil
C16 – C21	0,1	Très peu volatil
C21 – C35	0,0004	Extrêmement peu volatil

Ainsi, seules les fractions C5-C10 et C10-C12 des hydrocarbures peuvent être considérées comme volatiles.

De plus, selon les travaux de ce même groupe, le caractère aromatique ou aliphatique des hydrocarbures n'influe pas sur la volatilité. Seule la longueur de la chaîne carbonée module la volatilité de la molécule.

➤ Hydrocarbures aromatiques polycycliques

La grande majorité des HAP est peu ou très peu volatile. Seul le naphthalène est considéré comme volatil (cf. tableau ci-après).

Tableau n°10 : Volatilité des HAP

Composé	Tension de vapeur (Pa)	Volatilité
Naphtalène	6,5 à 7,2	Modérément volatil
Acénaphylène	ND ²	ND
Acénaphène	0,13 à 0,373	Peu volatil
Fluorène	$4 \cdot 10^{-2}$	Peu volatil
Phénanthrène	0,091	Peu volatil
Anthracène	$3,6 \cdot 10^{-4}$ à $1,1 \cdot 10^{-1}$	Peu à très peu volatil
Fluoranthène	$0,8 \cdot 10^{-3}$	Très peu volatil
Pyrène	$1,2 \cdot 10^{-2}$ à 6	Peu volatil à modérément volatil
Benzo(a)anthracène	ND	ND
Chrysène	$8,4 \cdot 10^{-5}$	Très peu volatil
Benzo(b)fluoranthène	$6,7 \cdot 10^{-5}$	Très peu volatil
Benzo(k)fluoranthène	$1,3 \cdot 10^{-8}$ à $0,7 \cdot 10^{-4}$	Très peu volatil
Benzo(a)pyrène	$6,6 \cdot 10^{-7}$ à $7,5 \cdot 10^{-7}$	Très peu volatil
Dibenzo(a,h)anthracène	$1,3 \cdot 10^{-8}$	Très peu volatil
Benzo(g,h,i)pérylène	$1,4 \cdot 10^{-8}$	Très peu volatil
Indéno(1,2,3-c,d)pyrène	$1,3 \cdot 10^{-8}$	Très peu volatil

¹ Total Petroleum Hydrocarbon Criteria Working Group Series – en charge de l'étude des hydrocarbures et de leur impact sur l'environnement et sur la santé – Volume 5 du rapport édité en juin 1999

² Non déterminé

➤ Polychlorobiphényles

La volatilité des PCB est corrélée au nombre d'atomes de chlore du congénère : moins le congénère est chloré, plus il aura tendance à se volatiliser.

Dans une approche précautionneuse, les 7 congénères des PCB analysés sont considérés comme volatils dans la suite du plan de gestion.

➤ Métaux

De façon générale, les métaux ne sont pas volatils à l'exception du mercure élémentaire et des composés organiques du mercure qui le sont faiblement. Les composés inorganiques contenant du mercure ne sont pas volatils.

Le tableau ci-après présente la volatilité des composés du mercure.

Tableau n°11 : Volatilité du mercure

Composés	Tension de vapeur (Pa)	Volatilité
Élémentaire	0,17	Très peu volatil
Inorganique	0,009	Extrêmement peu volatil
Organique	1,8	Très peu volatil

Toutefois, les investigations sur les gaz du sol ont montré l'absence de détection du mercure dans les gaz du sol. Ainsi, le mercure n'est pas considéré comme volatil dans le cadre de cette étude.

➤ COHV

Les COHV sont tous volatils à très volatils comme l'indiquent les tensions de vapeur présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau n°12 : Volatilité des COHV

Composé	Tension de vapeur (Pa)	Volatilité
Trichlorométhane	21 262	Très volatil
Trichloroéthylène	7 960	Très volatil
Tétrachloroéthylène	1 900	Volatil
1,1,1-trichloroéthane	ND	ND

➤ Autres composés

Le tableau ci-après présente la volatilité des autres composés.

Tableau n°13 : Volatilité des autres composés

Composés	Tension de vapeur (Pa)	Volatilité
Sulfates	ND	Non volatil
Nitrates	L'institut national de santé publique du Québec indique dans un document de juillet 2003 sur les nitrates et les nitrites que « Les nitrates et les nitrites sont présents dans l'environnement sous forme ionique, non volatils. »	Non volatils
Ammonium	La fiche INERIS du chlorure d'ammonium (forme fréquente sous laquelle l'ion ammonium NH_4^+ se trouve) indique que ce composé a une tension de vapeur de 0,01 Pa à 35°C.	Très peu volatil
Potassium	ND	Non volatil

5.2.2 Solubilité des substances retenues

La solubilité d'un composé est la concentration maximale de ce composé qui peut être dissout ou dissocié dans un solvant à une température donnée. Elle est exprimée en mg par litre d'eau, à 20 °C. Un composé est considéré comme soluble lorsque sa solubilité est supérieure à 500 mg/l.

➤ Hydrocarbures

La solubilité des hydrocarbures liquides ou gazeux dans l'eau est faible (cf. tableau ci-après).

Tableau n°14 : Solubilité des hydrocarbures

Composé	Solubilité (mg/l)
Hydrocarbures C7-C9	3,3
Hydrocarbures C10-C14	$4,3 \cdot 10^{-3}$
Hydrocarbures C15-C36	$2,3 \cdot 10^{-5}$

➤ Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques

De manière générale, les HAP sont très peu solubles dans l'eau. Leur solubilité varie en fonction de la complexité de la structure moléculaire qui est comprise entre 30 mg/l pour les composés légers et 10^{-4} mg/l pour les plus lourds.

➤ Polychlorobiphényles

Les PCB sont relativement peu solubles dans l'eau et leur solubilité décroît avec l'augmentation du nombre d'atomes de chlore.

➤ Métaux

De manière générale, les métaux ne sont pas solubles dans l'eau. En revanche, certains composés métalliques notamment les formes oxydées peuvent être solubles dans l'eau.

➤ COHV

La solubilité des COHV détectés dans les gaz de sol est présentée dans le tableau ci-après.

Tableau n°15 : Solubilité des COHV

Composé	Solubilité (mg/l)
Trichlorométhane	8 200
Trichloroéthylène	1 070
Tétrachloroéthylène	150
1,1,1-trichloroéthane	n.d.

Ils sont donc considérés comme faiblement solubles à solubles dans l'eau.

➤ Autres composés

La solubilité des autres composés est présentée dans le tableau ci-après.

Tableau n°16 : Solubilité des autres composés

Composés	Solubilité (mg/l)
Sulfates	CoSO ₄ : 362 000 CuSO ₄ : 200 000 ZnSO ₄ : 220 000 NiSO ₄ : 404 000 PbSO ₄ : 42,5
Nitrates	L'institut de l'environnement et de la santé indique que les nitrates sont des substances très solubles dans l'eau.
Ammonium	La fiche INERIS du chlorure d'ammonium (forme fréquente sous laquelle l'ion ammonium NH ₄ ⁺ se trouve) indique que ce composé a une solubilité de 283 000 mg/l à 25°C. Il est donc soluble.
Potassium	La fiche INERIS du dichromate de potassium indique que ce composé a une solubilité de 115 000 mg/l. Il est donc soluble.

5.3 Identification des voies potentielles de transfert

Les substances présentes dans les sols et les gaz du sol sont susceptibles d'entrer en contact avec les récepteurs par les voies potentielles de transfert. L'existence de ces voies potentielles de transfert justifie les contraintes d'aménagement et d'usage du site, présentées dans les chapitres suivants, de manière à ce que les voies de transfert réelles soient réduites au minimum.

Un schéma conceptuel est élaboré dans ce chapitre afin de proposer une vision globale des voies de transfert possible des polluants vers les récepteurs en fonction des données relatives au site et à son environnement d'une part, et du projet de requalification, d'autre part.

Ce schéma conceptuel tient compte, en outre :

- Des caractéristiques physico-chimiques des polluants ;
- Des voies de transfert théoriques ;
- Des récepteurs effectifs.

Il permettra ensuite de définir les scénarii d'expositions propres au site.

5.3.1 Voies de transfert théoriques des polluants vers les récepteurs

➤ Modes de transfert des polluants vers les compartiments de l'environnement

Les différents modes de transfert théoriques des polluants depuis le site vers les compartiments de l'environnement sont a priori :

- La volatilisation des polluants dans l'atmosphère ;
- L'envol et le transfert par voie aérienne de poussières sur lesquelles sont adsorbés les polluants ;
- L'infiltration des polluants dans la nappe alluviale par percolation des eaux de pluie au travers des terres polluées et lessivage des composés toxiques ;
- La contamination des eaux superficielles par les eaux souterraines polluées ;
- La diffusion des substances organiques à travers les canalisations d'eau potable ;
- La bioaccumulation des polluants dans les végétaux.

➤ Mode d'atteinte des récepteurs

Les voies d'administration des polluants dans l'organisme sont de trois types : l'inhalation, l'ingestion et le contact cutané.

En fonction du compartiment environnemental contenant la pollution, les différentes voies d'exposition théoriques sont les suivantes :

- L'inhalation de polluants volatils sous forme gazeuse ;
- L'inhalation de vapeur d'eau polluée ;
- L'inhalation de poussière ;
- L'ingestion directe de sol ou de polluants adsorbés sur les poussières mises en suspension ;
- L'ingestion d'eau contaminée ;
- L'ingestion de légumes et fruits cultivés sur site ainsi que de produits de la chasse ;
- L'absorption cutanée de sol et de poussières ;
- L'absorption cutanée à partir d'eau contaminée (bain, douche...).

5.3.2 Hypothèses de travail et scénarii d'exposition

➤ Description du scénario retenu

L'aménagement de logements collectifs est envisagé. Un plan d'aménagement nous a été transmis par la SEM VR (cf. **annexe 10**).

L'aménagement de jardins potagers et l'utilisation de la nappe d'eau souterraine ne sont pas envisagés.

➤ Voies d'exposition retenues et populations cibles

Les voies d'exposition retenues dans le cadre du scénario sont les suivantes :

- Inhalation de polluants sous forme gazeuse, qui se seraient volatilisés depuis les sols ou les eaux souterraines, y compris à travers les revêtements de surface, dans les zones qui seront couvertes par du béton ;
- Ingestion de sols et de poussières de sol, sur lesquels seraient adsorbés les polluants, dans les zones non recouvertes par du béton ;
- Ingestion d'eau contaminée par migration des substances à travers les canalisations ;
- Contact cutané avec les poussières de sol mises en suspension dans les zones non bétonnées : Poussières de sol se déposant sur la peau ;
- Contact cutané à partir d'eau contaminée (douche, bain,...).

La population cible est constituée :

- Des enfants et adultes habitant dans les logements ;
- De l'éventuel jardinier travaillant au droit des espaces verts du site.

➤ Justification des voies d'exposition retenues – schéma conceptuel initial

Le tableau suivant synthétise les voies d'exposition en fonction des cibles potentiellement présentes sur le site et la justification du choix d'étudier le scénario en l'absence de toute mesure de gestion de la pollution.

Tableau n°17 : Synthèse des voies d'exposition retenues

Cibles	Voies d'exposition	Scénario retenu	Justification
Enfants et adultes habitant les logements	Inhalation de vapeurs en provenance des sols et des gaz du sol à l'intérieur des bâtiments	OUI	Présence de substances volatiles au droit du site
	Inhalation de vapeurs en provenance des sols et des gaz du sol à l'extérieur des bâtiments	OUI	
	Inhalation de poussières	OUI	Présence de métaux et de composés organiques dans les sols superficiels
	Ingestion de sol, de poussières	OUI	
	Ingestion d'eau souterraine	NON	Pas d'utilisation des eaux souterraines
	Ingestion d'eau contaminée par migration des substances à travers les canalisations	OUI	Présence de substances volatiles au droit du site
	Ingestion de légumes	NON	Pas de jardins potagers
	Contact cutané à partir des sols	OUI	Présence de métaux et de composés organiques dans les sols superficiels
	Contact cutané à partir des eaux souterraines	NON	Pas d'utilisation des eaux souterraines
	Contact cutané à partir des eaux contaminées par migration des substances à travers les canalisations	OUI	Présence de substances volatiles au droit du site
Jardinier	Inhalation de vapeurs en provenance des sols et des gaz du sol à l'intérieur des bâtiments	NON	Pas d'accès aux bâtiments pour le jardinier
	Inhalation de vapeurs en provenance des sols et des gaz du sol à l'extérieur des bâtiments	OUI	Présence de substances volatiles au droit du site
	Inhalation de poussières	OUI	Présence de métaux et de composés organiques dans les sols superficiels
	Ingestion de sol, de poussières	OUI	
	Ingestion d'eau souterraine	NON	Pas d'utilisation des eaux souterraines
	Ingestion d'eau contaminée par migration des substances à travers les canalisations	NON	Pas de consommation d'eau par le jardinier
	Ingestion de légumes	NON	Pas de jardins potagers
	Contact cutané à partir des sols	OUI	Présence de métaux et de composés organiques dans les sols superficiels
	Contact cutané à partir des eaux souterraines	NON	Pas d'utilisation des eaux souterraines
Contact cutané à partir des eaux contaminées par migration des substances à travers les canalisations	NON	Pas de consommation d'eau par le jardinier	

Les tableaux suivants constituent une synthèse des voies d'exposition retenues dans le cadre des scénarios présentés précédemment pour chaque polluant étudié.

Tableau n°18 : Synthèse des substances et des voies d'exposition retenues – Schéma conceptuel initial - Habitants

Paramètres	Site rue de Lille à Marquette-lez-Lille						Justification
	Inhalation	Inhalation de poussières	Ingestion de sol	Ingestion d'eau	Contact cutané à partir des sols	Contact cutané à partir des eaux	
MATRICE SOL							
Hydrocarbures C10-C40	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	Certaines fractions des hydrocarbures sont volatiles.
HAP hors naphtalène	NON	NON	OUI	NON	OUI	NON	Seul le naphtalène est considéré comme volatil.
Naphtalène	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	
Métaux hors mercure	NON	NON	OUI	NON	OUI	NON	Les métaux ne sont pas volatils.
Mercure	NON	NON	OUI	NON	OUI	NON	
PCB	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	Les PCB sont considérés comme volatils.
Nitrates	NON	NON	OUI	NON	OUI	NON	Les nitrates ne sont pas volatils.
Sulfates	NON	NON	OUI	NON	OUI	NON	Les sulfates ne sont pas volatils.
MATRICE GAZ DU SOL							
COHV	OUI	- ¹	-	OUI	-	OUI	Les COHV sont volatils.

¹ Non concerné

Tableau n°19 : Synthèse des substances et des voies d'exposition retenues – Schéma conceptuel initial - Jardinier

Paramètres	Site rue de Lille à Marquette-lez-Lille				Justification
	Inhalation	Inhalation de poussières	Ingestion de sol	Contact cutané à partir des sols	
MATRICE SOL					
Hydrocarbures C10-C40	OUI	OUI	OUI	OUI	Certaines fractions des hydrocarbures sont volatiles.
HAP hors naphtalène	NON	NON	OUI	OUI	Seul le naphtalène est considéré comme volatil.
Naphtalène	OUI	OUI	OUI	OUI	
Métaux hors mercure	NON	NON	OUI	OUI	Les métaux ne sont pas volatils.
Mercure	NON	NON	OUI	OUI	
PCB	OUI	OUI	OUI	OUI	Les PCB sont considérés comme volatils.
Nitrates	NON	NON	OUI	OUI	Les nitrates ne sont pas volatils.
Sulfates	NON	NON	OUI	OUI	Les sulfates ne sont pas volatils.
MATRICE GAZ DU SOL					
COHV	OUI	- ¹	-	-	Les COHV sont volatils.

5.3.3 Schéma conceptuel initial

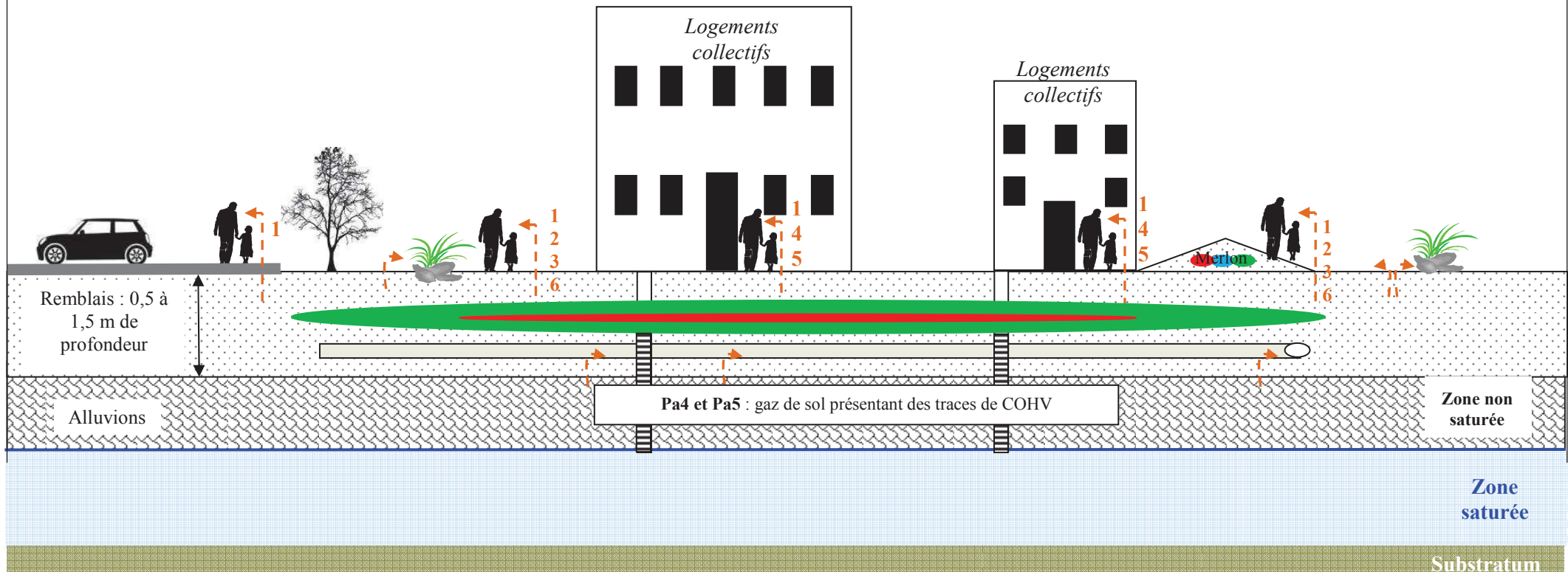
Le schéma ci-après présente les différentes voies d'exposition retenues avant la mise en place des mesures de gestion de la pollution au droit du site.

¹ Non concerné

Orientation : Est

Orientation : Ouest

Récepteurs : Adultes et enfants vivant dans les logements / Jardinier



- Enrobé ou revêtement
- - - Voies de transfert et d'exposition
- Canalisations

N° des voies d'exposition :

- 1 Inhalation de substances volatiles issues des sols ou de la nappe
- 2 Contact cutané à partir des sols
- 3 Ingestion de sol et/ou poussières de sols
- 4 Ingestion d'eau potable contaminée par migration des substances à travers les canalisations
- 5 Contact cutané à partir des eaux contaminées par migration des substances à travers les canalisations
- 6 Inhalation des poussières en intérieur et extérieur

- Présence diffuse de métaux (arsenic, cadmium, cuivre, mercure, plomb, zinc)
- Présence diffuse d'hydrocarbures et de HAP
- Présence de traces de PCB

6 GESTION DE LA POLLUTION

6.1 Objectifs du plan de gestion

6.1.1 La maîtrise des sources de pollution

Selon l'annexe 2 de la circulaire du 8 février 2007 relative à la gestion des sites et sols pollués : *« lorsque des pollutions concentrées sont identifiées, la priorité consiste d'abord à extraire des pollutions concentrées, généralement circonscrites à des zones limitées et non pas à engager des études pour justifier leur maintien en place. »*

La maîtrise des sources de pollution est donc un aspect fondamental du plan de gestion car :

- Elle participe à la démarche globale de réduction des émissions de substances responsables de l'exposition chronique des populations ;
- Elle participe à la démarche globale d'amélioration continue des milieux.

6.1.2 La maîtrise des impacts

Par ailleurs, l'annexe 2 précise que : *« Il apparaît cependant nécessaire, quand la suppression totale des sources de pollution n'est pas possible (après avoir réalisé une démarche coûts-avantages et passé en revue les meilleurs techniques disponibles à un coût raisonnable) de garantir que les impacts provenant des sources résiduelles sont effectivement maîtrisés et acceptable tant pour les populations que pour l'environnement ».*

6.2 Caractéristiques du plan de gestion

Il convient de rappeler que l'ensemble de la démarche de plan de gestion repose sur un processus itératif entre :

- La connaissance des milieux, l'acquisition des connaissances sur les populations, sur les ressources naturelles à protéger ainsi que sur le choix des usages dans le cas d'un projet de réhabilitation ;
- Les contraintes réglementaires ;
- Les mesures de maîtrise des sources de pollution et les mesures de maîtrise des impacts ;
- Le devenir et la gestion des terres excavées ;
- Les différentes mesures de gestion : le traitement des terres polluées sur site ou hors site, les mesures constructives, les mesures de confinement, les possibilités de régénération ou d'atténuation naturelle ;
- Les outils de conservation de la mémoire et de restriction d'usage ;
- Le contrôle et le suivi de l'efficacité des mesures de gestion.

Ce processus progressif, itératif et interactif d'acquisition de connaissances doit permettre d'identifier les différentes options de gestion pertinentes, de les valider puis de contrôler leur efficacité dans le temps.

Ces itérations et évolutions peuvent conduire à confirmer, améliorer ou à infléchir le plan de gestion au fil du temps ou à adapter le projet de réaménagement.

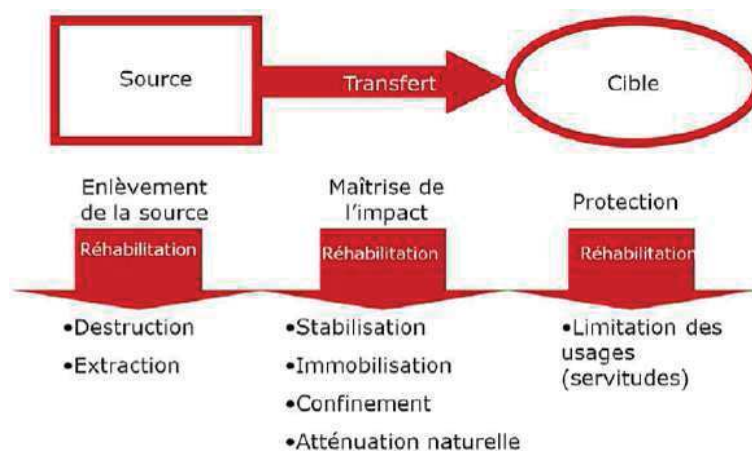
6.3 Rappel des sources de pollution

Les différentes campagnes d'investigations ont mis en évidence la présence dans les sols d'une pollution diffuse par des métaux (arsenic, cadmium, mercure, plomb et zinc) au droit de l'ensemble du site. Les investigations réalisées sur les gaz du sol ont toutefois mis en évidence le fait que le mercure détecté dans les sols n'était pas volatil. Selon notre retour d'expérience, les teneurs en métaux ne sont pas compatibles d'un point de vue sanitaire avec les voies d'exposition « Ingestion de sol ». Ainsi, des mesures de gestion doivent être envisagées pour la gestion de cette pollution diffuse.

6.4 Bilan coûts/avantages

6.4.1 Stratégie de gestion de la pollution

La stratégie de gestion de la pollution peut être synthétisée par le schéma ci-dessous, extrait du guide « BRGM/RP-58609-FR – Quelles techniques pour quels traitements – Analyse coûts – Bénéfices ».



Sur la base de ce schéma, la sélection de la méthode de traitement de la pollution sera réalisée de la façon suivante :

- En premier lieu, les mesures permettant de maîtriser la source de pollution seront privilégiées ;
- La maîtrise des impacts ne sera envisagée qu'en seconde approche ;
- Enfin, la maîtrise des usages devra aussi être envisagée en prenant en compte les meilleures techniques à un coût économiquement acceptable.

La présélection des mesures de gestion envisageables au droit d'un site est réalisée sur la base de la nature de la pollution et de l'analyse des contraintes mises en évidence.

6.4.2 Présentation théorique des principales techniques de gestion existantes

Il existe différentes techniques de dépollution qui peuvent être classées en fonction :

- De la nature des procédés employés (physique, biologique, thermique, chimique) ;
 - Du lieu de traitement (hors site, on site, in situ, confinement) ;
 - Du devenir des polluants (immobilisation ou destruction totale ou partielle).
- Nature des procédés

Les différents procédés de traitement de la pollution sont présentés ci-dessous :

- Les procédés physiques : le principe consiste à utiliser des fluides (eau ou gaz), présents dans le sol ou injectés, comme vecteur pour transporter la pollution vers des points d'extraction ou pour l'immobiliser.
 - Les procédés biologiques : ils consistent à utiliser des micro-organismes, le plus souvent des bactéries (mais aussi des champignons et des végétaux), pour favoriser la dégradation totale ou partielle des polluants. Certains bioprocédés permettent aussi de fixer ou de solubiliser certains polluants.
 - Les procédés thermiques : ils utilisent la chaleur pour détruire le polluant (ex : incinération), l'isoler (ex : désorption thermique, thermolyse, etc.), ou le rendre inerte (ex : vitrification, etc.).
 - Les procédés chimiques : ils utilisent les propriétés chimiques des polluants pour, à l'aide de réactions appropriées, les inerte (précipitation, etc.), les détruire (oxydation, etc.) ou les séparer du milieu pollué (surfactants, etc.).
- Lieu de traitement/de gestion de la pollution

Les différents lieux de traitement de la pollution sont présentés ci-dessous :

- Traitements hors site (ou ex situ) : ils supposent l'excavation/extraction du milieu pollué (déchets, terre, eau) et son évacuation vers un centre de traitement adapté (incinérateur, centre d'enfouissement technique, etc.).
 - Traitements sur site (ou on site) : ils consistent à excaver les terres ou les eaux polluées et à les traiter sur le site même.
 - Traitements in situ (ou en place) : ils correspondent à un traitement sans excavation : le sol et les eaux souterraines sont laissés en place. Il s'agit alors soit d'extraire le polluant seul, soit de le dégrader ou de le fixer dans le sol.
 - Confinement/Mesures constructives : le confinement et les mesures constructives consistent à empêcher / limiter la migration des polluants. Ces modes de gestion permettent de maîtriser les impacts mais pas la source de pollution. Ils ne seront considérés que dans le cas d'une pollution diffuse.
- Devenir des polluants

Les techniques de dépollution peuvent être classées en fonction du devenir des polluants. Il existe deux possibilités :

- L'immobilisation : modifie la mobilité et/ou la toxicité des polluants (modification du polluant par traitement chimique, solidification, confinement,...) ;
- La destruction totale ou partielle des polluants.

6.4.3 Analyse des contraintes incompressibles du maître d'ouvrage liées à l'aménagement

Les contraintes pour la réalisation des mesures de gestion sont de différentes natures :

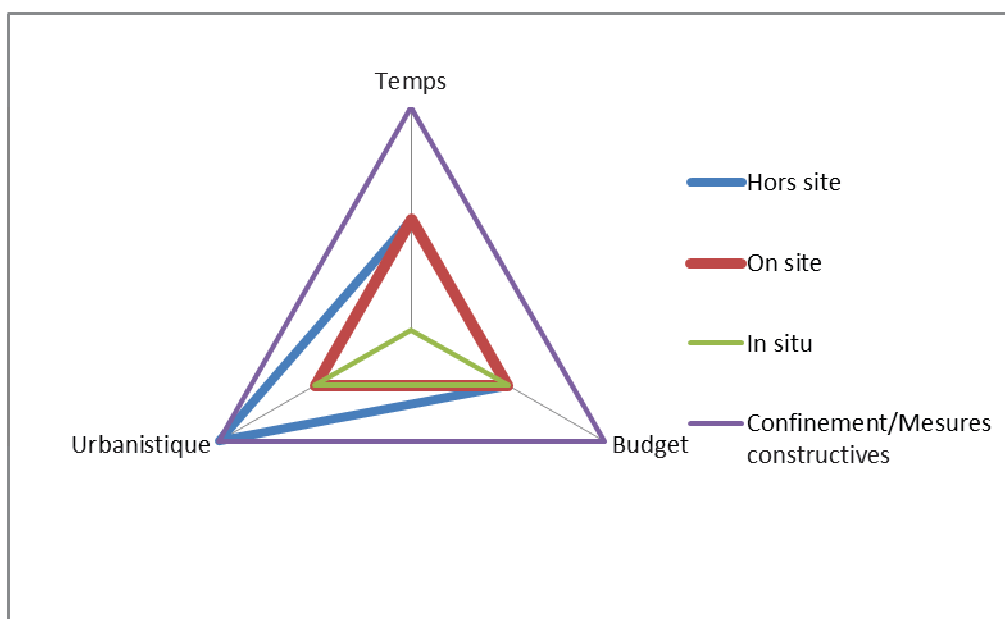
- Les contraintes de temps : Certaines mesures de gestion sont plus ou moins longues à mettre en œuvre. Il est important de pouvoir déterminer, préalablement à l'identification des mesures de gestion, les délais impartis pour le projet d'aménagement afin de pouvoir proposer des mesures cohérentes ;
- Les contraintes d'espace : Les mesures de traitement on site nécessite l'excavation des matériaux pollués et le traitement sur site. Ces techniques de traitement nécessite alors un espace suffisant pour leur réalisation ;
- Les contraintes de budget : Les coûts liés à la gestion de la pollution sont très variables d'une technique à une autre. Le budget alloué à la gestion de la pollution doit être pris en compte dans la démarche d'identification des mesures de gestion envisageables au droit d'un site ;
- Les contraintes architecturales : Afin d'identifier les mesures de gestion applicables à un site, il est important de déterminer si le projet d'aménagement est figé ou s'il peut être adapté. En effet, certaines mesures de gestion peuvent consister à préconiser des mesures constructives telles que la création d'un vide sanitaire ;
- Les contraintes urbanistiques : En fonction de la localisation du site, certaines mesures de gestion peuvent s'avérer difficile à mettre en œuvre. C'est notamment le cas des techniques on site réalisées en milieu fortement urbanisé qui peuvent créer une dégradation paysagère le temps du traitement.

Le tableau ci-dessous présente une synthèse des contraintes applicables au site et du lieu de traitement possible au regard de ces contraintes.

Tableau n°20 : Analyse des contraintes

Contraintes	Retenue	Justification	Lieu de traitement/de gestion			
			Hors site	On site	In situ	Confinement / mesures constructives
Temps	OUI	Les traitements envisagés doivent être de préférence rapides à mettre en œuvre.	+/-	+/-	-	+
Espace	NON	La surface du site, objet du présent plan de gestion, est d'environ 4 400 m ² . Toutefois, la surface totale de la parcelle que la SEM VR envisage d'aménager est d'environ 17 500 m ² . Les différents lieux de traitement peuvent donc être envisagés.	Non concerné			
Budget	OUI	Les coûts des traitements doivent être intégrés au bilan coûts/avantages.	+/-	+/-	+/-	+
Architecturale	NON	Le projet d'aménagement n'est aujourd'hui pas défini précisément.	Non concerné			
Urbanistique	OUI	Le site étant localisé en zone urbaine, les traitements sur site et in situ ne sont pas privilégiés. Toutefois, étant donné la surface relativement grande du site, ces traitements ne sont pas incompatibles avec le site.	+	+/-	+/-	+

Le graphique ci-après synthétise les résultats de l'analyse des contraintes au droit du site.



Au regard de ce graphique, les techniques de gestion apparaissant comme les plus pertinentes au droit du site correspondent aux techniques hors site, on site (sur site) et à la mise en œuvre d'un confinement / de mesures constructives. Les techniques in situ ne sont donc pas retenues dans la suite du bilan coûts/avantages.

6.4.4 Analyses des contraintes liées à la nature des polluants

Comme indiqué précédemment, les techniques de gestion de la pollution dépendent de la nature de la pollution.

Le tableau ci-après présente une synthèse des différents procédés de traitement envisageables en tenant compte de la nature des pollutions détectées au droit du site de la SEM VR.

Tableau n°21 : Synthèse des procédés de traitement envisageables

Nature de la pollution	Nature des procédés			
	physique	biologique	thermique	chimique
Pollution métallique diffuse	+/-	-	+/-	+/-

+ : envisageable
- : non envisageable

6.4.5 Présélection des techniques de gestion de la pollution – synthèse

L'analyse de contraintes liées à l'aménagement a mis en évidence le fait que le traitement in situ nécessite du temps et est donc peu adapté au délai d'aménagement du site souhaité par la SEM VR.

La gestion de la pollution diffuse par les métaux peut être envisagée par des traitements physiques, thermiques et chimiques sur site et hors site ainsi que par des mesures de confinement.

6.4.6 Bilan coûts-avantages

Afin de sélectionner les mesures de gestion à mettre en œuvre, un bilan coûts/avantages est réalisé et est présenté dans les tableaux suivants.

Le bilan coûts/avantages est réalisé sur la base de l'analyse des critères suivants :

- Critères techniques et organisationnels :
 - o Facilité de mise en œuvre de la solution ;
 - o Rapidité de mise en œuvre de la solution ;
 - o Moyens techniques et humains nécessaires ;
 - o Démarches administratives à réaliser ;
 - o Atteinte des objectifs de dépollution ;
- Critères économiques :
 - o Coûts de dépollution ;
 - o Coûts de suivi post-traitement ;
 - o Coûts liés à la mise en œuvre de mesures constructives ;
 - o Coûts liés aux servitudes ;
- Critères environnementaux liés à la technique retenue :
 - o Suppression totale de la pollution ou immobilisation ;
 - o Nuisances sonores, visuelles, olfactives, sanitaires ;
 - o Emissions de gaz à effet de serre ;
 - o Énergie utilisée ;
- Critères sociaux-politiques :
 - o Teneurs résiduelles laissées en place ;
 - o Mise en œuvre de servitudes.

Pour chaque solution, une notation des critères (0 à 5) a été réalisée selon la méthodologie suivante :

- Plus la méthode est efficace et répond aux contraintes du site et du maître d'ouvrage, plus la note est élevée ;
- Plus les coûts et les contraintes résiduelles sont élevés, plus la note est faible.

Pour chaque critère, une pondération a été appliquée en fonction de l'importance du critère dans la sélection de la méthode de gestion de la pollution par le maître d'ouvrage, de la façon suivant :

- Critères techniques et organisationnels : 40% ⇨ La mesure de gestion retenue doit être rapide à mettre en œuvre et efficace ;
- Critères économiques : 40% ⇨ La mesure de gestion retenue doit être la plus avantageuse économiquement afin de respecter le budget alloué à la gestion de la pollution ;
- Critères environnementaux : 10 % ;
- Critères socio-politiques : 10%.

Nota : les coûts indiqués pour les différentes filières sont issus du rapport BRGM réf « BRGM/RP-58609-FR – Quelles techniques pour quels traitements – Analyse coûts – Bénéfices ».

Par ailleurs, les volumes correspondent aux volumes de matériaux à gérer estimés en fonction des sondages réalisés lors des investigations et représentent donc des ordres de grandeur. Ces volumes ne tiennent pas compte d'une éventuelle source de pollution non mise en évidence jusqu'à présent.

Les tableaux ci-après présentent une analyse des mesures de gestion envisageables afin de déterminer la solution la plus pertinente.

Le tableau suivant présente le bilan coûts/avantages des mesures de gestion envisagées pour les remblais de l'ensemble du site, présentant une pollution métallique diffuse et, dans une moindre mesure, des traces de composés organiques.

Tableau n°22 : Bilan coûts/avantages des mesures de gestion de la pollution des remblais

Lieu de gestion	Type de procédé	Solution	Critères techniques et organisationnels (40%)		Critères économiques (40 %)		Critères environnementaux (10 %)	Critères sociopolitiques (10%)	Note totale en tenant compte de la pondération	
Confinement	Méthode physique	Mise en place d'une barrière physique composée : - De 30 cm d'épaisseur de terres saines au droit des espaces verts séparées des matériaux résiduels par un grillage avertisseur ou une membrane géotextile ; - D'une dalle de béton ou d'un enrobé bitumineux au droit des bâtiments, des voiries et des parkings.	Rapidité Facilité de mise en œuvre Suppression de la voie d'exposition « ingestion de sol »	5	Coût approximatif des terres saines : 10 € HT/t Hypothèse d'une surface d'espaces verts de 2 200 m ² : 660 m ³ soit 1 320 t : coût de 13 200 € HT	5	Source de pollution toujours présente sur site Apport de 1 320 t de terres saines : Estimation du nombre de rotations de camions ¹ = 53 Nuisances sonores	Teneurs résiduelles à garder en mémoire	4	92/100
Hors site	Méthode physique	- Excavation des remblais caractérisés par la présence de métaux et, dans une moindre mesure, de traces de composés organiques, et présents au droit des futurs espaces verts - Elimination des remblais en ISDND - Apport de matériaux sains	Rapidité Facilité de mise en œuvre Suppression de la voie d'exposition « ingestion de sol »	5	Coût approximatif d'élimination des matériaux : 75 € HT/t Coût approximatif des terres saines : 10 € HT/t Hypothèse de 660 m ³ de matériaux : 112 200 € HT	1	Pollution transférée mais non supprimée Apport de 1 320 t de terres saines : Estimation du nombre de rotations de camions = 53 pour l'évacuation et 53 pour l'apport Nuisances sonores	Pollution transférée Pas de servitudes	5	62/100
Sur site	Méthode thermique	Désorption thermique sur site	Traitement rapide Nécessite des installations particulières Suppression de la pollution	4	Coût approximatif : 80 € HT/t Hypothèse : traitement de 660 m ³ soit 1 320 t : 105 600 € HT	1	Suppression de la pollution Altération des propriétés du sol Emissions de CO ₂ élevées Quantité d'énergie utilisée élevée	Suppression de la pollution Pas de servitudes	5	54/100

Nota : Sur la base du plan d'aménagement fourni en **annexe 10**, la surface d'espaces verts a été estimée à environ 2 200 m² (soit environ la moitié de la surface du site).

Au regard du bilan coûts/avantages réalisé, les mesures de gestion au droit de cette source pourront comprendre, sous réserve de la validation par une analyse des risques résiduels, la mise en place d'une barrière physique constituée :

- Au droit des espaces verts : de 30 cm d'épaisseur de terres saines séparées des matériaux résiduels par un grillage avertisseur ou une membrane géotextile ;
- Au droit des bâtiments, des voiries et des parkings : d'une dalle de béton ou d'un enrobé bitumineux.

En fonction de l'équilibre déblais/remblais du futur projet et de la topographie initiale et finale du site, un confinement des remblais devant être excavés pour les besoins de l'aménagement pourra être envisagé sous forme de butte paysagère. Une barrière physique sera alors mise en place au-dessus des matériaux de la butte paysagère. Cette barrière physique sera également constituée de 30 cm d'épaisseur de terres saines séparées des matériaux résiduels par un grillage avertisseur ou une membrane géotextile.

Dans le cas où le projet d'aménagement prévoit l'aménagement de jardins potagers, la barrière physique devra être constituée de 1 m d'épaisseur de terres saines séparées des matériaux résiduels par un grillage avertisseur ou une membrane géotextile au droit des futurs jardins potagers.

¹ Pour une densité moyenne des matériaux de 2 et des rotations de semi-remorques de 25 tonnes de CU

6.5 Description des mesures de gestion prévues

6.5.1 Usage des terrains

Le site est destiné à un usage de logements collectifs.

Il ne doit en revanche pas être utilisé pour d'autres usages.

Toute utilisation autre que celle prévue actuellement devra faire l'objet d'un nouveau plan de gestion afin de démontrer la compatibilité sanitaire de cet autre usage avec l'état environnemental du site.

6.5.2 Mesures de gestion applicables à l'ensemble du site

➤ Clôture des terrains

L'accès aux terrains sera contrôlé et l'intégrité des clôtures vérifiée, tant que les contraintes d'aménagement pertinentes au regard du projet d'utilisation, n'auront pas été mises en œuvre.

➤ Recouvrement des sols

Afin d'éviter l'envol de poussières et le contact direct des usagers avec les matériaux présentant des teneurs résiduelles notamment en métaux, les terrains seront recouverts sur toute la surface du site :

- Dans les zones bâties, les zones de voiries et de parking : par un revêtement de type dalle de béton au droit des bâtiments, ou de type "enrobé" au droit des voiries et des parkings ;
- Au droit des futurs espaces verts : par au minimum 30 cm d'épaisseur de terres saines séparées des matériaux résiduels par un grillage avertisseur ou une membrane géotextile.

Les populations amenées à fréquenter le site ne pourront donc être exposées aux composés polluants par aucunes des voies de transfert suivantes :

- Inhalation de poussières ;
- Contact direct ;
- Ingestion de sol.

➤ Gestion des eaux souterraines et maîtrise des risques liés aux eaux souterraines

Tout usage de la nappe d'eau souterraine des alluvions de la Deûle qui ne bénéficie d'aucune protection contre une pollution des eaux de surface par un niveau imperméable est interdit sans vérification préalable de sa qualité d'une part, et sans suivi périodique de sa qualité, d'autre part.

Les eaux souterraines ne doivent pas être utilisées pour des usages d'arrosages et d'utilisation diverses sauf après mise en œuvre de mesures démontrant la compatibilité du projet avec l'état environnemental du site.

➤ Gestion des espaces verts

La plantation de potagers et d'arbres fruitiers ou de toutes espèces comestibles est interdite au droit du site.

Dans le cas où le projet d'aménagement prévoirait l'aménagement de jardins potagers, la barrière physique devra être constituée de 1 m d'épaisseur de terres saines séparées des matériaux résiduels par un grillage avertisseur ou une membrane géotextile au droit des futurs jardins potagers.

➤ Servitude

Certaines contraintes doivent faire l'objet d'une conservation de la mémoire, a minima dans les actes notariés :

- Le rappel de l'emplacement et des caractéristiques physico-chimiques des matériaux pollués ;
- Les indications relatives à la mise en place du confinement et de son maintien ;
- L'interdiction d'utilisation de la nappe ;
- L'interdiction de mettre en place des potagers, des arbres fruitiers ou toutes espèces comestibles ou la mise en œuvre d'une barrière physique constituée de 1 m d'épaisseur de terres saines séparées des matériaux résiduels par un grillage avertisseur ou une membrane géotextile au droit des futurs jardins potagers.

6.5.3 Mesures de gestion prévues au droit de certains aménagements

Les mesures de gestion de la pollution proposées sont synthétisées dans le tableau suivant.

Tableau n°23 : Synthèse des mesures de gestion retenues

Zone du site	Technique envisagée	Budget estimatif de la dépollution
Ensemble du site	Mise en place d'une barrière physique constituée : <ul style="list-style-type: none"> - Au droit des futurs espaces verts : de minimum 30 cm d'épaisseur de terres saines séparées des matériaux résiduels par un grillage avertisseur ou une membrane géotextile ; - Au droit des bâtiments, des voiries et des parkings : d'une dalle de béton ou d'un enrobé bitumineux. 	13 200 € HT

Nota : Ces coûts ne sont qu'approximatifs. En effet, en l'absence de projet d'aménagement précis, une surface d'espaces verts approximative a été prise en compte.

Ces mesures de gestion pourront donc être affinées une fois le plan d'aménagement défini plus précisément.

6.6 Mesures de gestion en phase chantier

6.6.1 Hygiène, sécurité et environnement sur le chantier

➤ PPSPS

La réalisation de travaux nécessitant le terrassement et la manipulation des terrains laissés en place ne sera possible que sous la condition qu'un Plan Particulier de Sécurité et de Protection de la Santé (PPSPS) soit mis en œuvre.

Il comprendra notamment :

- Une description des travaux à réaliser ;
- L'énoncé des règles de sécurité sur le chantier, tenant compte en particulier des spécificités chimiques des matériaux résiduels ;
- La conduite à tenir en cas d'accident ;
- La conduite à tenir en cas de découverte de matériaux pollués (cf. paragraphe 6.6.6).

Un responsable hygiène, sécurité, environnement sur le chantier sera nommé par l'aménageur. Il validera le PPSPS et supervisera la sécurité sur le chantier.

Le port des équipements de protections individuelles sera obligatoire. Ils sont, a minima, composés de :

- Casques ;
- Chaussures ou bottes de sécurité ;
- Gants pour tout contact cutané avec les terres ;
- Masques anti-poussières en cas de temps sec lors des travaux.

A la connaissance de l'état du sol sur le site, il n'est pas nécessaire d'utiliser d'autres EPI. Néanmoins, en cas de découverte de nouvelles pollutions, une nouvelle étude devra être réalisée et les équipements de protection pourront être adaptés.

➤ Consignes de sécurité

Les principales consignes de sécurité ci-après seront a minima respectées au cours du chantier de réhabilitation du site :

- Interdiction d'accès sur le chantier à des personnes non autorisées (autre que le personnel de chantier) ;
- Interdiction de fumer, boire et manger dans l'enceinte de la zone de travail ;
- Séjour dans la zone de travail limité au personnel du chantier ;
- Présence uniquement, dans la zone de travail, du matériel nécessaire au bon déroulement du chantier ;
- Respect d'une distance de sécurité maximale durant les manœuvres de la pelle hydraulique et des tracto-bennes ;
- Toute personne doit se porter hors d'atteinte de la zone d'action du godet (risque d'écrasement ou de chutes de matériaux) de la pelle hydraulique et/ou du bulldozer et jamais à moins de cinq mètres des tracto-bennes durant les opérations de chargement. Seul le chauffeur de chaque engin est habilité à grimper dessus pour procéder à des contrôles/entretiens ;
- Application des règles de circulation propres au chantier en ce qui concerne le stationnement, la signalisation, les priorités, l'accès au chantier.

Tout événement exceptionnel nécessitera l'arrêt immédiat des travaux, l'évacuation si nécessaire de la zone et l'information du responsable de chantier.

Recommandations

La mise en place de locaux spécifiques pour les intervenants, ainsi que d'une aire de lavage des engins de terrassement, pourra être prévue dans le PPSPS.

Un arrosage pourra être mis en place en complément en cas de temps sec et venté pour limiter l'envol de poussières vers les propriétés voisines.

6.6.2 Gestion des matériaux excavés

➤ Principe

Les matériaux éventuellement excavés, dans le cadre du futur projet d'aménagement, seront gérés selon les modalités qui suivent :

- Pour les matériaux non destinés à rester sur site (excédent de remblais, matériaux pollués,...) : ils seront triés selon leurs caractéristiques chimiques et envoyés en filières de traitement ou d'élimination adaptées, conformes à la réglementation en vigueur à la date des travaux et tenant compte des techniques disponibles et de leur coût d'élimination ;
- Pour les matériaux destinés à rester sur site : ils seront triés selon leurs caractéristiques chimiques et feront l'objet :
 - D'un confinement sous des espaces non sensibles¹ (solution à privilégier) ;
 - D'un confinement, soit au sein des espaces verts, soit sous la forme de talus paysagers végétalisés. Dans les deux cas, ils seront recouverts par un géotextile ou un grillage avertisseur et 30 cm de terres saines.

En fonction de l'équilibre déblais/remblais du projet d'aménagement, les matériaux constituant actuellement le merlon pourront être utilisés sur site comme remblais. Toutefois, conformément aux mesures de gestion de la pollution proposées, une barrière physique devra être mise en place au-dessus des matériaux du merlon.

Nous recommandons à la SEM VR de prendre en compte les différentes contraintes liées à la gestion des remblais dès la conception du projet afin d'optimiser l'équilibre déblais/remblais de l'aménagement.

Un dossier comportant les caractéristiques de chaque ouvrage de confinement permanent devra être établi par le propriétaire. Il indiquera l'emplacement, l'étendue, le volume et les caractéristiques des terres confinées. Il sera obligatoirement transmis à chaque nouveau propriétaire du site, conservé par lui et communiqué à toute entreprise amenée à effectuer de travaux sur le site. Tous travaux d'affouillements ou d'excavations au droit des dispositifs de confinement permanent doivent faire l'objet des mêmes précautions que celles décidées au présent paragraphe.

Recommandations

Si le stockage temporaire sur site des déblais est nécessaire, une aire de confinement étanche provisoire pourra être aménagée, de manière à garantir, au minimum, l'absence de lixiviation par les eaux pluviales, grâce au bâchage des matériaux.

¹ Voirie, parking,...

➤ Traçabilité des mouvements de terres

La traçabilité de la gestion des matériaux résiduels sera assurée par :

- L'établissement d'un Bordereau de Suivi des Déchets (BSD) pour toute exportation de matériaux hors du site. Ces BSD seront conservés par le propriétaire du site au moment des travaux et pendant une période 3 ans ;
- La consignation écrite de tous les mouvements de matériaux issus des matériaux résiduels à l'intérieur du site. Cette précaution sera mentionnée dans le Cahier des Clauses Techniques Particulières ;
- La consignation des zones de confinement dans le cahier des charges.

Ces éléments seront impérativement transmis de manière mensuelle à la Maîtrise d'Ouvrage, en même temps que les situations de travaux.

6.6.3 Gestion des matériaux extérieurs

Les apports de matériaux extérieurs sur le site seront constitués uniquement de terres saines¹. L'entreprise en charge de l'apport des matériaux devra fournir les garanties de la qualité environnementale des matériaux rapportés sur le site. Les éléments qui devront être fournis seront notamment :

- La provenance des terres (adresse exacte du lieu d'origine),
- Des résultats analytiques démontrant le caractère sain des matériaux, à raison d'au moins une analyse par lot de 500 T de terres homogènes.

L'ensemble des résultats sera regroupé dans une fiche d'agrément par site d'origine, qui comprendra tous les éléments nécessaires au VISA du Maître d'œuvre et sera fournie au moins une semaine avant l'apport effectif des matériaux sur site.

6.6.4 Réalisation de fondations

Les ouvrages de fondations des bâtiments ne devront pas atteindre la couche d'argiles présentes à environ 20 mètres de profondeur, afin de conserver intégralement sa propriété imperméable.

Les matériaux remontés lors de la réalisation des ouvrages de fondations seront gérés selon les modalités décrites dans le paragraphe 6.6.2.

¹ On entend par terre saine tout matériau naturel de qualité physico-chimique conforme au bruit de fond pédogéochimique local. Les teneurs en métaux doivent être comprises dans la gamme du fond géochimique local et les teneurs en composés organiques doivent être inférieures aux limites de quantification du laboratoire.

Les terres saines doivent être caractérisées par l'analyse des paramètres suivants :

- 8 métaux lourds (arsenic, cadmium, chrome, cuivre, mercure, nickel, plomb et zinc),
- hydrocarbures C6-C10 et C10-C40,
- HAP (hydrocarbures aromatiques polycycliques),
- BTEX (Benzène, Toluène, Ethylbenzène et Xylènes),
- PCB (polychlorobiphényles),
- COHV (composés organo-halogénés volatils).

Néanmoins, un matériau ne respectant pas ces teneurs pourra être accepté sous réserve de la réalisation d'un calcul de risque sanitaire prouvant la compatibilité des teneurs du matériau avec l'usage du site destinataire dudit matériau.

6.6.5 Réalisation de forages et de puits

L'utilisation de l'eau souterraine et donc la réalisation de forages ou de puits d'adduction, est interdite, quel qu'en soit l'usage, à l'exception des piézomètres de contrôle de la qualité de la nappe, à condition qu'ils n'atteignent pas le substratum.

Les forages ou sondages dont la réalisation serait nécessaire dans le cadre d'un aménagement ou d'une étude seront rebouchés avec des matériaux de perméabilité inférieure ou égale à celle des matériaux en place. Le rebouchage fera l'objet d'un rapport transmis à l'administration.

Les boues issues d'éventuelles opérations de forages ou sondages seront collectées et stockées en bennes étanches avant leur évacuation en centre d'élimination selon les mêmes modalités que les autres terres excavées.

6.6.6 Découverte de matériaux pollués

L'éventualité de la découverte d'une nouvelle pollution sera mentionnée par le propriétaire dans le Dossier de Consultation des Entreprises, qui indiquera également la conduite à tenir, à savoir au minimum :

- La mise en sécurité du chantier ;
- L'identification des polluants ;
- L'actualisation des études déjà réalisées pour tenir compte des nouveaux facteurs de risques.

Recommandations

Si ces terres sont amenées à être excavées, elles seront stockées sur une aire spécifique de confinement temporaire dans l'attente de leur caractérisation et leur gestion conformément à la réglementation en vigueur.

6.6.7 Information des populations riveraines

Une information des riverains portant sur les mesures prises pour limiter les nuisances pendant les travaux peut être nécessaire. Il s'agit ensuite éventuellement d'informer les futurs usagers des mesures qui ont été mises en œuvre pour réhabiliter le site. Ces communications relèveront de la responsabilité des gestionnaires du projet et concernent essentiellement les chantiers de grande ampleur.

6.6.8 Conservation de la mémoire

Une mémoire des pollutions résiduelles sera à conserver de manière fiable et pérenne et les informations pourront être à la disposition de l'ensemble des acteurs concernés. L'objectif est de fournir à tous les acteurs en présence l'ensemble des éléments permettant de prendre les précautions appropriées en cas de changement ultérieur de l'usage des sols.

Deux instruments sont à utiliser :

- Les instruments de mémoire collective qui consisteront à rassembler l'information à la disposition d'un large public (inventaires historiques de BASIAS, mise à jour de BASOL).
- Les instruments de mémoire individuelle qui permettront au site de garder la mémoire des pollutions et des actions de réhabilitations mises en œuvre mais aussi de fixer les restrictions d'usage des sols compatibles avec les pollutions résiduelles.

6.7 Schéma conceptuel résiduel

6.7.1 Hypothèses de travail et scénarii d'exposition

Les mesures de gestion permettent d'assurer la présence d'une barrière physique supprimant les voies d'exposition « Ingestion de sol », « Contact cutané avec le sol » et « Inhalation de poussières ».

Ainsi, les matériaux résiduels contiennent des métaux en teneurs significatives ainsi que d'autres composés à l'état de traces et notamment des hydrocarbures, des HAP et des PCB.

Les voies d'exposition résiduelles sont l'inhalation intérieure et extérieure et l'ingestion d'eau contaminée par migration des substances à travers les canalisations.

Les propriétés physico-chimiques des substances considérées dans le cadre de ce plan de gestion sont présentées au paragraphe 5.2.

A l'issue de la mise en œuvre des mesures de gestion présentées dans les paragraphes précédents, certaines pollutions résiduelles engendrent des voies de transfert résiduelles reprises dans les tableaux ci-après qui constituent une synthèse des polluants retenus et des voies de transfert associées dans le cadre des scénarii retenus.

Tableau n°24 : Synthèse des substances et des voies d'exposition retenues – Schéma conceptuel final - Habitants

Paramètres	Site rue de Lille à Marquette-lez-Lille						Justification
	Inhalation	Inhalation de poussières	Ingestion de sol	Ingestion d'eau	Contact cutané à partir des sols	Contact cutané à partir des eaux	
MATRICE SOL							
Hydrocarbures C10-C40	OUI	NON	NON	OUI	NON	OUI	Certaines fractions des hydrocarbures sont volatiles.
HAP hors naphtalène	NON	NON	NON	NON	NON	NON	Seul le naphtalène est considéré comme volatil.
Naphtalène	OUI	NON	NON	OUI	NON	OUI	
Métaux hors mercure	NON	NON	NON	NON	NON	NON	Les métaux ne sont pas volatils.
Mercur	NON	NON	NON	NON	NON	NON	
PCB	OUI	NON	NON	OUI	NON	OUI	Les PCB sont considérés comme volatils.
Nitrates	NON	NON	NON	NON	NON	NON	Les nitrates ne sont pas volatils.
Sulfates	NON	NON	NON	NON	NON	NON	Les sulfates ne sont pas volatils.
MATRICE GAZ DU SOL							
COHV	OUI	- ¹	-	OUI	-	OUI	Les COHV sont volatils.

¹ Non concerné

Tableau n°25 : Synthèse des substances et des voies d'exposition retenues – Schéma conceptuel final - Jardinier

Paramètres	Site rue de Lille à Marquette-lez-Lille				Justification
	Inhalation	Inhalation de poussières	Ingestion de sol	Contact cutané à partir des sols	
MATRICE SOL					
Hydrocarbures C10-C40	OUI	NON	NON	NON	Certaines fractions des hydrocarbures sont volatiles.
HAP hors naphtalène	NON	NON	NON	NON	Seul le naphtalène est considéré comme volatil.
Naphtalène	OUI	NON	NON	NON	
Métaux hors mercure	NON	NON	NON	NON	Les métaux ne sont pas volatils.
Mercure	NON	NON	NON	NON	
PCB	OUI	NON	NON	NON	Les PCB sont considérés comme volatils.
Nitrates	NON	NON	NON	NON	Les nitrates ne sont pas volatils.
Sulfates	NON	NON	NON	NON	Les sulfates ne sont pas volatils.
MATRICE GAZ DU SOL					
Trichloroéthylène	OUI	- ¹	-	-	Les COHV sont volatils.

6.7.2 Schéma conceptuel après mise en œuvre des mesures de gestion

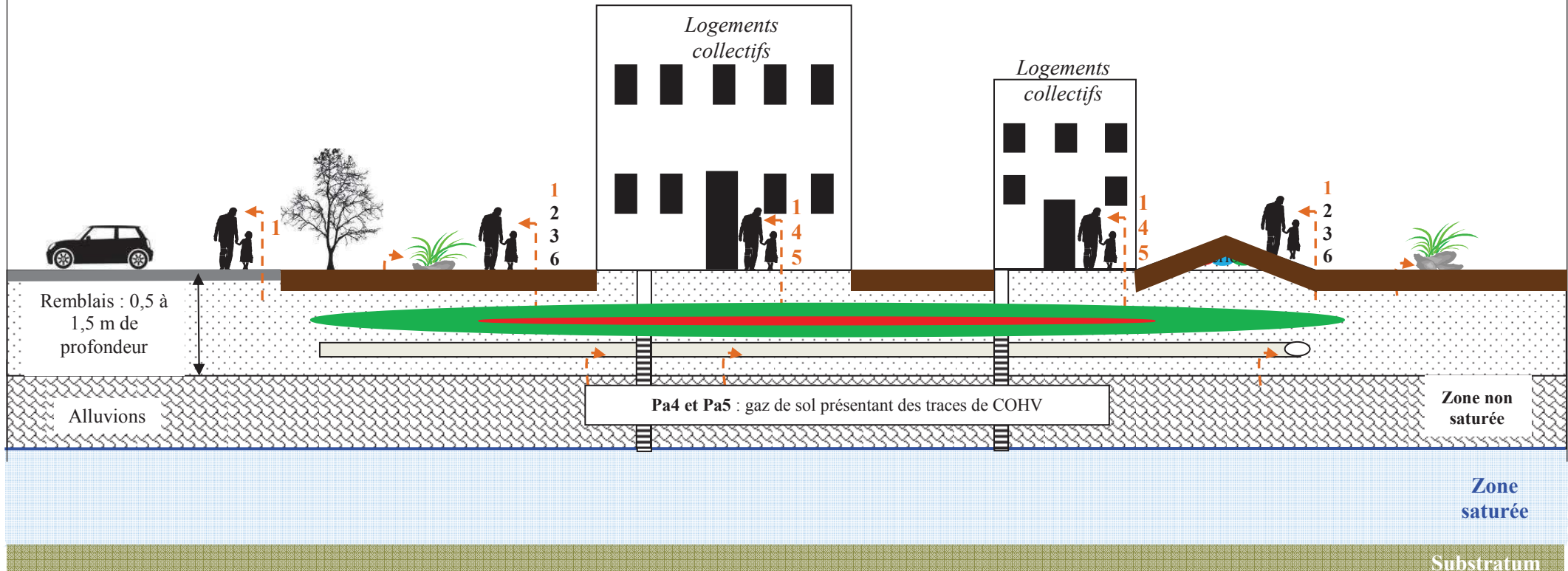
Le schéma ci-après présente les différentes voies d'exposition retenues après la mise en place des mesures de gestion de la pollution au droit du site.

¹ Non concerné

Orientation : Sud

Orientation : Nord

Récepteurs : Adultes et enfants vivant dans les logements / Jardinier



- Enrobé ou revêtement
- - -> Voies de transfert et d'exposition
- Canalisations

N° des voies d'exposition :

- 1 Inhalation de substances volatiles issues des sols ou de la nappe
- 2 Contact cutané à partir des sols
- 3 Ingestion de sol et/ou poussières de sols
- 4 Ingestion d'eau potable contaminée par migration des substances à travers les canalisations
- 5 Contact cutané à partir des eaux contaminées par migration des substances à travers les canalisations
- 6 Inhalation des poussières en intérieur et extérieur

1 Voie d'exposition maintenue

1 Voie d'exposition supprimée

30 cm d'épaisseur de terres saines

Présence diffuse de métaux (arsenic, cadmium, cuivre, mercure, plomb, zinc)

Présence diffuse d'hydrocarbures et de HAP

Présence de traces de PCB

6.8 Contrôle de la bonne mise en œuvre des mesures de gestion

La mise en œuvre de la barrière physique de 30 cm de terres saines au droit des espaces verts afin de confiner la pollution des remblais devra être vérifiée par un plan topographique réalisé avant et à l'issue des travaux.

Par ailleurs, une analyse des matériaux d'apport sera réalisée afin de vérifier leur caractère sain, tel que défini au paragraphe 6.6.3.

6.9 Validation du plan de gestion

Afin de valider les options choisies pour la gestion des sources de pollutions sur le site, une analyse des risques résiduels doit être réalisée et doit aboutir à des risques acceptables pour les usagers futurs. Dans le cas contraire, le plan de gestion devra être modifié.

L'analyse des risques résiduels (ARR) est l'étude des risques sanitaires engendrés par les pollutions encore en place (résiduelles) après la mise en œuvre des mesures de gestion. Cette ARR tient compte des teneurs résiduelles et des mesures mises en œuvre pour limiter l'exposition des populations, comme par exemple le confinement.

Les paragraphes qui suivent détaillent la réalisation de cette analyse des risques résiduels qui a été réalisée en considérant la présence d'une barrière physique entre les remblais pollués par des métaux et contenant de faibles traces d'hydrocarbures, de HAP et de PCB et les futurs usagers du site, barrière physique constituée :

- Au droit des futurs espaces verts et des éventuelles buttes paysagères de confinement : de minimum 30 cm d'épaisseur de terres saines séparées des matériaux résiduels par un grillage avertisseur ou une membrane géotextile ;
- Au droit des bâtiments, des voiries et des parkings : d'une dalle de béton ou d'un enrobé bitumineux.

Ces mesures de gestion pourront être actualisées une fois le plan d'aménagement défini plus précisément.

7 ANALYSE DES RISQUES RESIDUELS PREDICTIVE

7.1 Effets qualitatifs et quantitatifs des substances

Les substances retenues sont les substances volatiles mises en évidence lors des investigations sur les sols et les gaz du sol. Il s'agit des substances suivantes :

- Hydrocarbures volatils ;
- Naphtalène ;
- Polychlorobiphényles ;
- COHV.

7.1.1 Taux d'absorption des substances – Effets qualitatifs sur la santé humaine

Les paragraphes qui suivent présentent les différents effets qualitatifs des substances retenues précédemment.

L'évaluation de la toxicité de ces substances repose sur la base de nombreuses études expérimentales chez l'animal ou d'études *in vitro* portant notamment sur les mécanismes cancérigènes.

Les effets qualitatifs décrits dans les paragraphes qui suivent sont tirés de la littérature. Il convient de souligner avec insistance le fait que ces effets ne surviennent pas systématiquement lors de l'exposition aux substances mais seulement pour certaines concentrations et certaines fréquences d'exposition.

Sources :

- Site internet de l'INERIS et principalement les fiches toxicologiques : www.ineris.fr ;
 - Site internet de l'INRS et principalement les fiches toxicologiques : www.inrs.fr.
- Hydrocarbures

Les informations relatives à la toxicité des hydrocarbures sont principalement extraites du manuel « Re-evaluation of human toxicological maximum permissible risk levels – RIVM – Mars 2001 ».

Ces composés peuvent pénétrer dans l'organisme par toutes les voies d'exposition. Néanmoins, seule la fraction C5-C16 est volatile et susceptible de pénétrer dans l'organisme par inhalation. En particulier, la fraction C5-C12 regroupe des composés particulièrement volatils.

Plusieurs études ont permis d'établir un certain nombre d'effets toxicologiques dus aux hydrocarbures en C5-C40. Parmi ceux-ci, on peut citer des troubles liés à une exposition aiguë tels que des problèmes pulmonaires et du système nerveux central en cas d'inhalation ou d'ingestion, mais aussi des irritations cutanées, une photosensibilité et une dermatose.

Une exposition chronique par inhalation peut également provoquer des effets pathologiques au niveau des reins et des poumons.

Les études épidémiologiques sur l'homme ont montré que les hydrocarbures C5-C40 peuvent être responsables d'un accroissement des cancers des os, du cerveau, de la vessie ou encore de la peau pour des personnes très exposées.

- Hydrocarbures aromatiques polycycliques

Le terme HAP désigne une famille d'hydrocarbures constituée de 16 composés, parmi lesquels le benzo(a)pyrène qui est le composé dont les mécanismes de la toxicité sont les mieux connus.

Le benzo(a)pyrène est une substance classée comme cancérigène probable pour l'homme par l'US EPA, il est absorbé très rapidement par inhalation et par voie digestive.

Les organes cibles du benzo(a)pyrène sont l'estomac, le foie, les reins et la moelle osseuse.

L'exposition chronique au benzo(a)pyrène induit une augmentation de certains cancers : cutanés, pulmonaires, de la vessie et des reins.

Quant au naphthalène, les expositions chroniques par inhalation, contact cutané et absorption digestive sont responsables d'anémie hémolytique et de cataractes.

En ce qui concerne la toxicologie aiguë du naphthalène, elle induit des anémies hémolytiques et peut affecter le foie. Un cas de cataracte bilatérale est également rapporté. Les populations déficientes en G6PD (glucose-6-phosphate déshydrogénase) sont particulièrement concernées, notamment les jeunes enfants. Le naphthalène peut induire des irritations cutanées et oculaires.

➤ Composés organo-halogénés volatils (COHV)

Comme de nombreux solvants, la plupart des solvants halogénés sont nocifs et irritants. A forte dose, l'inhalation ou l'ingestion de solvants chlorés provoque une dépression du système nerveux central (de la simple ébriété au coma profond) avec des atteintes pulmonaires, cardiaques, rénales, hépatiques. Des irritations cutanées peuvent être observées après un contact prolongé avec le solvant.

La toxicité chronique des solvants chlorés se manifeste par des atteintes du système nerveux dont les symptômes sont des céphalées, des troubles de la mémoire, des incoordinations motrices, des asthénies... Ces effets peuvent durer longtemps et la récupération des facultés, quand elle est possible, est lente.

Cependant, ces effets sur la santé sont à différencier en fonction du type de molécule (nombre et position des atomes d'halogène, type de chaîne hydrocarbonée...). Ainsi, quelques solvants halogénés sont susceptibles de provoquer un cancer chez les utilisateurs, notamment le chloroforme et le tétrachlorure de carbone, mais aussi le trichloroéthylène.

- Trichlorométhane ou chloroforme

La pénétration du chloroforme dans l'organisme se fait principalement par voie pulmonaire, et dans une moindre mesure, par voie orale et cutanée.

Par voie orale chez l'homme, il a été montré que quasiment 100 % du chloroforme ingéré était absorbé au niveau du tractus gastro-intestinal. L'absorption du chloroforme par voie cutanée chez l'homme a été estimée à 8,2 % lorsque ce composé est en solution dans l'eau et à 1,7 % lorsque le chloroforme est dans l'éthanol.

Une fois absorbé, le chloroforme, de par son caractère lipophile, se retrouve préférentiellement dans les tissus à fort taux de lipides tels que la graisse, le cerveau, le foie, et, dans une moindre mesure les reins, les surrénales et le sang.

L'exposition chronique aux vapeurs de chloroforme induit des effets sur le foie et le système nerveux central.

- Trichloroéthylène

Le trichloroéthylène inhalé a pour organe cible le système nerveux central. Les principaux symptômes après exposition orale ou inhalatoire sont ceux d'une dépression du système nerveux central

(hypotonie musculaire, perte de réflexes, coma) associés à une irritation des yeux et du tractus respiratoire.

L'intoxication aiguë par ingestion est marquée par l'apparition de problèmes digestifs, neurologiques, cardiaques et respiratoires.

L'intoxication aiguë par inhalation est à l'origine d'une dépression de la conscience avec atteinte pulmonaire.

L'intoxication chronique du trichloroéthylène peut induire les effets suivants : céphalées, léthargie, somnolence, anesthésie, vertiges, nausées, sécheresse de la gorge, irritation oculaire. Une légère altération de la fonction hépatique et une légère atteinte rénale ont été observées. Par ingestion, des troubles variés ont été observés mais aucune relation causale n'a été démontrée.

– Tétrachloroéthylène

Le tétrachloroéthylène est bien absorbé par inhalation, par voie orale et par exposition cutanée directe (sous forme liquide). Il pénètre préférentiellement par les voies respiratoires où l'absorption est rapide.

Lors d'une intoxication aiguë, la cible principale est le système nerveux central. Par inhalation et à très forte concentration, le tétrachloroéthylène peut entraîner un coma. L'ingestion est également marquée par l'apparition de troubles digestifs.

Les organes cibles après une exposition prolongée au tétrachloroéthylène sont, par voie orale, le foie, et par inhalation, le système nerveux, le foie et les reins.

– 1,1,1-trichloroéthane

L'exposition chronique aux vapeurs de 1,1,1-trichloroéthane est à l'origine d'irritations cutanées, oculaires et respiratoires.

➤ Polychlorobiphényles

Les polychlorobiphényles comptent 209 congénères dont une douzaine, appelés « dioxin-like », sont particulièrement toxiques car ils possèdent des mécanismes communs avec le 2, 3, 7, 8-TCDD¹.

L'absorption des PCB dépend de la voie d'exposition. Toutefois, en moyenne, 80% des quantités détectées dans le tissu adipeux ont été absorbées par inhalation et 20 % par voie orale ou cutanée.

La distribution des PCB se réalise majoritairement dans le tissu adipeux. Ils peuvent également s'accumuler dans les foies où ils sont métabolisés par l'intermédiaire des cytochromes P450.

Les effets d'une intoxication aiguë par des PCB consisteraient en un prurit², des sensations de cuisson ou encore des picotements.

Les effets observés suite à une exposition chronique aux PCB sont des effets respiratoires avec une augmentation des bronchites et infections respiratoires, des effets gastro-intestinaux avec une perte de l'appétit associé à une perte de poids, des vomissements et diarrhées, des effets hépatiques avec une augmentation de la mortalité par cirrhose du foie et d'autres pathologies hépatiques, des effets endocriniens avec une augmentation des anomalies thyroïdiennes et des effets neurologiques entraînant une diminution du QI, de la mémoire ainsi des déficits psychomoteur et du langage.

¹ 2,3,7,8-tétrachlorodibenzo-p-dioxine

² Démangeaison de la peau

➤ Synthèse : voies d'exposition, organes cibles et symptômes

Le tableau suivant synthétise, pour chaque composé retenu dans l'ARR, et pour chaque voie pertinente retenue dans le cadre de l'évaluation des risques, le taux d'absorption et l'organe cible.

Tableau n°26 : Synthèse de la toxicologie des substances

Composé	Numéro CAS du composé	Cancérogénicité		Voies et types d'exposition	Taux d'absorption pour la voie considérée	Organe cible
		Classe IARC ¹	Classe CE ²			
C5-C40	-	-	-	Ingestion Inhalation Contact cutané	90 % (animal) 50% ND ³	SNC ⁴ , poumons Reins, poumons ND
Naphtalène	91-20-3	2B	3	Inhalation Ingestion Contact cutané	ND ND 0,45 µg/cm ² /h	poumons, sang, yeux sang, yeux, SGI, SNC ND
Trichlorométhane	67-66-3	2B	3	Inhalation Ingestion Contact cutané	ND 100% 1,7-8,2%	Foie, reins, SNC Foie, reins, SNC ND
Trichloroéthylène	79-01-6	2A	2	Inhalation Ingestion Contact cutané	31-79% (animal) 80-98% (animal) 5-8 µg/cm ² /min	SNC ND ND
Tétrachloroéthylène	127-18-4	2A	2	Inhalation Ingestion Contact cutané	78-93 % 82-100% (animal) 0,68 mg/cm ²	SNC, foie, rein Foie, rein ND
1,1,1-trichloroéthane	71-55-6	-	-	-	-	-
Polychlorobiphényles	1336-36-3	2A	NC	Inhalation Ingestion Contact cutané	80% max 80-94 % 15-56 % (animal)	ND Tissu adipeux, foie, cerveau ND

7.1.2 Effets quantitatifs – Relation dose/effet

Les données quantitatives relatives aux substances identifiées et retenues dans l'étude ou valeurs toxicologiques de référence (VTR) sont présentées dans les tableaux ci-après. Ces données sont extraites des différentes informations recueillies auprès des organismes suivants :

- INERIS (www.ineris.fr) ;
- INRS (www.inrs.fr) ;
- US-EPA (www.epa.gov) ;
- ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry) ;
- RIVM (Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu⁵);
- OMS (Organisation Mondiale de la Santé).

¹ Ou CIRC : Centre International de Recherche sur le Cancer :

Groupe 1 : L'agent est cancérogène pour l'homme

Groupe 2A : L'agent est probablement cancérogène pour l'homme : indices limités de cancérogénicité chez l'homme et indices suffisants de cancérogénicité pour l'animal de laboratoire

Groupe 3 : L'agent ne peut être classé pour sa cancérogénicité pour l'homme

Groupe 4 : L'agent n'est probablement pas cancérogène pour l'homme

² Communauté Européenne :

Catégorie 1 : Substance que l'on sait être cancérogène pour l'homme

Catégorie 2 : Substance devant être assimilée à une substance cancérogène pour l'homme

Catégorie 3 : Substance préoccupante pour l'homme en raison d'effet cancérogène possible

³ Non Déterminé

⁴ Système Nerveux Central

⁵ Institut national de la santé publique et de l'environnement des Pays-Bas

➤ Préambule

Les effets liés à une exposition à une substance sont de deux natures :

- Effets à seuils ;
- Effets sans seuil.

On parle d'effet à seuil lorsque l'effet survient au-delà d'une dose administrée, pour une durée d'exposition déterminée à une substance isolée. L'intensité des effets croît alors avec l'augmentation de la dose administrée. En deçà de cette dose, on considère que l'effet ne surviendra pas. Ce sont principalement les effets non cancérogènes qui sont classés dans cette famille.

Les effets sans seuil correspondent principalement aux effets cancérogènes. Ils sont susceptibles de survenir quelle que soit la dose d'exposition.

En conséquence, les Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR), valeurs nécessaires pour évaluer le risque auquel sont soumises les personnes fréquentant le site, prennent la forme :

- D'une Dose Journalière Tolérable (DJT, nomenclature OMS) pour les effets à seuil ;
- D'un Excès de Risque Unitaire (ERU) pour les effets sans seuil, valeur s'exprimant comme l'inverse d'une dose d'exposition et représentant la probabilité supplémentaire, par rapport à un sujet non exposé, qu'un individu a de développer l'effet s'il est exposé à une unité de dose ou de concentration toxique.

En outre, en l'absence à ce jour de procédure établie pour la construction d'une VTR pour la voie cutanée, et conformément aux recommandations du Ministère de l'Environnement et du Développement Durable, aucune transposition pour cette voie à partir de VTR disponibles pour les voies orale ou respiratoire n'a été réalisée.

➤ VTR retenues

L'ensemble des sources d'information citées ci-dessus a été consulté et les seuils ou valeurs ont été sélectionnées selon la méthodologie présentée par 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. Les valeurs toxicologiques de référence sont reportées dans les tableaux ci-après.

- Cas des hydrocarbures

Les données du MassDEP (Massachusetts Department of Environmental Protection) précisent les valeurs toxicologiques de référence pour les différentes fractions d'hydrocarbures en distinguant les fractions aromatiques ou aliphatiques. Dans le cas où la VTR n'est pas précisée par le MassDEP, les données du TPHCWG (Total Petroleum Hydrocarbon Criteria Working Group) sont retenues.

Tableau n°27 : VTR retenues pour les hydrocarbures

Fraction	Ingestion (mg/kg/j)	Inhalation (mg/m ³)
Hydrocarbures aliphatiques C5-C8	0,04	3
Hydrocarbures aliphatiques C8-C18	0,1	0,2
Hydrocarbures aliphatiques C18-C35	2	- ¹
Hydrocarbures aliphatiques >C35	20	-
Hydrocarbures aromatiques C7-C8	0,2	0,4
Hydrocarbures aromatiques C8-C22	0,03	0,05
Hydrocarbures aromatiques C22-C35	0,03	-

¹ Pas de VTR identifiée pour la voie considérée

- Naphtalène

Le tableau suivant présente les VTR du naphtalène, seul HAP considéré comme volatil.

Tableau n°28 : VTR retenues pour le naphtalène

Composé	Numéro CAS de la substance	VTR effets à seuil		VTR effets sans seuil	
		Ingestion (mg/kg/j)	Inhalation (mg/m ³)	Ingestion ((mg/kg/j) ⁻¹)	Inhalation ((mg/m ³) ⁻¹)
HAP					
Naphtalène	91-20-3	0,02 (US EPA, 1998, FS = 3000)	3,7.10 ⁻² (ANSES, 2013)	1,2.10 ⁻¹ (OEHHA, 2005)	5,6.10 ⁻³ (ANSES, 2013)

- Cas des COHV

Les valeurs toxicologiques de référence des COHV sont reportées dans le tableau ci-dessous.

Tableau n°29 : VTR retenues pour les COHV

Composé	Numéro CAS de la substance	Effets à seuil		Effets sans seuil	
		Ingestion (mg/kg/j)	Inhalation (mg/m ³)	Ingestion ((mg/kg/j) ⁻¹)	Inhalation ((mg/m ³) ⁻¹)
Trichlorométhane	67-66-3	0,01 (US EPA, 2001, FS=1000)	0,063 (ANSES, 2008)	0,019 (OEHHA, 1990)	2,3.10 ⁻² (US EPA, 2001)
Trichloréthylène	79-01-6	5.10 ⁻⁴ (ATSDR, 2013, FS=10)	0,002 (US EPA, 2011)	4,6.10 ⁻² (US EPA, 2011)	4,1.10 ⁻³ (US EPA, 2011)
Tétrachloroéthylène	127-18-4	1,4.10 ⁻² (OMS, 2011)	2.10 ⁻¹ (OMS, 2006, FS=100)	0,54 (OEHHA, 2001)	2,6.10 ⁻⁴ (US EPA, 2012)
1,1,1-Trichloroéthane	71-55-6	2 (US EPA, 1991, FS=1000)	5 (US EPA, 2007, FS=100)	-	-

- Polychlorobiphényles

Les valeurs toxicologiques de référence des polychlorobiphényles sont présentées dans le tableau ci-après.

Tableau n°30 : VTR retenues pour les PCB

Composé	Numéro CAS de la substance	VTR effets à seuil		VTR effets sans seuil	
		Ingestion (mg/kg/j)	Inhalation (mg/m ³)	Ingestion ((mg/kg/j) ⁻¹)	Inhalation ((mg/m ³) ⁻¹)
PCB	1336-36-3	2.10 ⁻⁵ (OMS, 2003, FS=300)	1.10 ⁻³ (RIVM, 2001, FS=300)	2 (US EPA, 1997)	0,1 (US EPA, 1997)

Nota : Les valeurs toxicologiques de référence sont construites pour des mélanges de PCB : arochlor 1260 et arochlor 1254. Les 7 principaux PCB représentent à 31-50% de la concentration en arochlor 1254. Ainsi, il convient de tenir compte d'une concentration en équivalent arochlor 1254.

$$[\text{Arochlor 1254}] = [\text{PCB}] * \frac{100}{31}$$

Le facteur de 31 est retenu afin de majorer la concentration en arochlor 1254.

7.2 Quantification de l'exposition

7.2.1 Généralités

L'Analyse des Risques Résiduels pour la santé humaine est notamment réalisée à l'aide :

- Des formules de détermination de la Dose Journalière d'Exposition, décrites au paragraphe suivant ;
- De la version 2001 du logiciel Risk-Integrated Software for Clean-ups (RISC₄) distribué par Waterloo Hydrogéologie.

RISC, dont le développement a été assuré par Lynn R.Spence et BP Oil International, est un logiciel de calcul de transfert (modèle analytique) et de risque sanitaire au droit et aux environs des sites contaminés.

7.2.2 Détermination théorique de la Dose Journalière d'Exposition

➤ Ingestion d'eau contaminée

Les doses journalières d'exposition (DJE) sont déterminées pour chaque substance et pour chaque voie d'exposition à partir du modèle de calcul suivant :

$$DJE_{ij} = \frac{C_i * Q_j * T * F}{P * T_m}$$

DJE_{ij} : dose journalière d'exposition liée à une exposition au milieu i par la voie d'exposition j (en mg/kg/j)

C_i : concentration d'exposition relative au milieu i (sol, eau...) (mg/kg ou mg/m³)

Q_j : quantité de milieu, c'est-à-dire de sol, d'eau ou d'air administrée par la voie j par jour (kg ou m³)

T : durée d'exposition (années)

T_m : période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée (jours)

F : fréquence d'exposition : nombre de jour d'exposition par an

P : poids corporel de la cible (kg)

➤ Inhalation

Pour la voie respiratoire, pour des expositions de longues durées, la dose d'exposition est généralement remplacée par la concentration moyenne inhalée par jour, retranscrite par la formule suivante :

$$CI = \left(\sum (C_i * t_i) \right) \frac{T * F}{T_m}$$

CI : concentration moyenne inhalée (mg/m³ ou µg/m³)

C_i : Concentration de polluant dans l'aire inhalé pendant la fraction de temps t_i

t_i : fraction du temps d'exposition à la concentration C_i pendant une journée

T : Durée d'exposition (années)

F : Fréquence d'exposition : nombre de jours d'exposition par an (jours/an)

T_m : Période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée

7.2.3 Concentration d'exposition : paramètre Ci

➤ Concentrations prises en compte

Les concentrations obtenues dans les gaz du sol sont plus représentatives des concentrations dans l'air que celles obtenues par modélisation à partir des concentrations obtenues dans le sol. En effet, les gaz du sol sont un milieu intégrateur des parts de polluants volatilisés depuis tous les compartiments de l'environnement. Afin de prendre en compte les substances détectées dans les sols mais non détectées dans les gaz de sol, la moyenne de la moitié des limites de quantification est retenue. Pour les PCB, la teneur moyenne détectée dans les sols est prise en compte en tenant compte des résultats des investigations réalisées en 1993, 1998 et 2009 (cf. **annexe 2**).

Les concentrations d'exposition prises en compte sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau n°31 : Concentrations d'exposition

Paramètre	Concentrations d'exposition
Matrice gaz du sol (mg/m³)	
Hydrocarbures aliphatiques C5-C6	2,91.10 ⁻²
Hydrocarbures aliphatiques C6-C8	2,91.10 ⁻²
Hydrocarbures aliphatiques C8-C10	2,91.10 ⁻²
Hydrocarbures aliphatiques C10-C12	2,91.10 ⁻²
Hydrocarbures aromatiques C6-C7	2,91.10 ⁻²
Hydrocarbures aromatiques C7-C8	2,91.10 ⁻²
Hydrocarbures aromatiques C8-C10	2,91.10 ⁻²
Hydrocarbures aromatiques C10-C12	2,91.10 ⁻²
Naphtalène	1,46.10 ⁻³
Trichlorométhane	4,85.10 ⁻³
1,1,1-trichloroéthane	4,88.10 ⁻³
Trichloroéthylène	1,34.10 ⁻²
Tétrachloroéthylène	8,57.10 ⁻³
Matrice sol (mg/kg)	
PCB	1,25

➤ Concentration en substances dans l'eau potable amenée par canalisation

Certaines substances organiques sont connues pour leur capacité à se diffuser à travers les canalisations d'adduction d'eau potable. Les concentrations retrouvées par perméation dans celles-ci peuvent être estimées par l'équation suivante, utilisée par le RIVM¹ :

$$C_{dw} = \frac{C_w \cdot 2 \cdot D_{pe} \cdot ts \cdot \pi \cdot r^2 \cdot L}{r \cdot d \cdot Q_{dw}}$$

C_{dw} : Concentration de la substance dans l'eau de la canalisation après ts jours de stagnation, en mg/L.

C_w : Concentration de la substance dans la phase eau du sol, en mg/L.

D_{pe} : Coefficient de perméation du polluant, spécifique à chaque substance, en m²/j.

ts : Durée de stagnation de l'eau dans la canalisation (= 1 jour, RIVM).

r : Rayon de la canalisation, en m.

d : Epaisseur de la canalisation, en m.

L : Longueur de la canalisation sujette à perméation, en m.

Q_{dw} : Consommation d'eau par jour (= 0.5 m³, RIVM)

¹ The Dutch's National Institute for Public Health and the Environment

Les fiches toxicologiques et environnementales de l'INERIS fournissent le coefficient de perméation pour certaines substances. Pour les substances dont cette valeur n'est pas précisée, il a été pris en compte la valeur de composés comparables :

- Pour les hydrocarbures : l'éthylbenzène, possédant 8 atomes de carbone et ayant le coefficient de perméation le plus élevé parmi les BTEX et les HAP,
- Pour le PCB : la plus grande valeur du coefficient de perméation des BTEX, HAP et COHV,
- Pour le 1,1,1-trichloroéthane : la plus grande valeur du coefficient de perméation des COHV.

Le rayon et l'épaisseur des canalisations sont déterminés grâce à des valeurs moyennes de canalisation pour différentes utilisations présentées dans le tableau suivant. La longueur de la canalisation est fixée à 120 mètres et correspond à la longueur maximale parcourue par les canalisations pour apporter l'eau potable de la rue à chaque point du site.

Tableau n°32 : Caractéristiques des canalisations

Paramètres	Valeur (m)
Rayon de la canalisation	0,098
Épaisseur de la canalisation	0,0027
Longueur de la canalisation	120

La concentration de la substance dans la phase eau du sol peut être calculée à partir de la loi Raoult selon l'**annexe 11** qui présente les calculs réalisés à partir de la teneur en PCB dans les sols.

Elle peut également être calculée à partir de la concentration dans les gaz du sol de la manière suivante (cf. **annexe 12**) :

$$C_w = \frac{C_{\text{gaz}}}{H}$$

C_{gaz} : Concentration des gaz du sol (mg/m³)

H : Constante d'Henry

Les concentrations obtenues dans l'eau des canalisations sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau n°33 : Concentrations obtenues dans l'eau des canalisations

Paramètre	Concentration dans l'eau des canalisations (mg/l)
Matrice gaz du sol	
Hydrocarbures aliphatiques C5-C6	9,84.10 ⁻⁸
Hydrocarbures aliphatiques C6-C8	6,56.10 ⁻⁸
Hydrocarbures aliphatiques C8-C10	4,08.10 ⁻⁸
Hydrocarbures aliphatiques C10-C12	2,57.10 ⁻⁸
Hydrocarbures aromatiques C6-C7	1,45.10 ⁻⁵
Hydrocarbures aromatiques C7-C8	1,24.10 ⁻⁵
Hydrocarbures aromatiques C8-C10	6,83.10 ⁻⁶
Hydrocarbures aromatiques C10-C12	2,39.10 ⁻⁵
Naphtalène	2,02.10 ⁻⁶
Trichlorométhane	1,77.10 ⁻⁶
1,1,1-trichloroéthane	6,06.10 ⁻⁷
Trichloroéthylène	2,78.10 ⁻⁶
Tétrachloroéthylène	4,79.10 ⁻⁷
Matrice sol	
PCB	1,59.10 ⁻⁶

➤ Concentrations dans l'air intérieur

Les concentrations en composés volatils présents dans les sols du site dans l'air intérieur sont déterminées par modélisation à l'aide du logiciel RISC4 (Risk-Integrated Software for Clean-ups)

version 2001 développé par Lynn R. Spence et B.P. Oil et distribué par Waterloo Hydrogeologic. Le modèle de simulation utilisé dans le cadre de cette étude est le modèle Johnson & Ettinger.

Les paramètres d'entrée pris en compte dans le cadre de cette modélisation sont présentés dans le tableau ci-après.

Tableau n°34 : Paramètres d'entrée – concentrations dans l'air intérieur

Paramètres d'entrée	Valeurs retenues	Justification
Caractéristiques du bâtiment		
Surface	9 m ²	Données majorantes en l'absence de plan d'aménagement précis ¹
Volume	22,50 m ³	
Taux de renouvellement de l'air (par jour)	12	Valeur couramment utilisée
Épaisseur de la dalle béton (cm)	20	Épaisseur de la dalle généralement rencontrée lors de la réalisation des chantiers EACM
Fraction de la fondation présentant des fissures	0,001	Valeur couramment utilisée
Différence de pression sol/bâtiment (Pa)	4	Valeur couramment utilisée
Porosité des fissures	0,25	Valeurs des « Sable terreux » selon Johnson et Ettinger
Teneur en eau des fissures	0,15	
Périmètre des fondations	12 m	Donnée correspondant à une pièce de 3m×3m
Perméabilité du sol à la vapeur (cm ²)	10 ⁻⁸	Donnée correspondant à des « sables terreux »
Caractéristiques des sols		
Nature des sols	Remblais	Terrains naturel rencontrés
Distance entre la pollution des sols et les fondations	0,05 m	Épaisseur de la couche de forme
Porosité	0,25	Valeurs des « Sable terreux » selon Johnson et Ettinger
Teneur en eau	0,15	
Fraction organique	0,007	
Densité	1,7	Valeur par défaut pour tout type de sol

L'utilisation du modèle de Johnson & Ettinger, repris numériquement par le logiciel RISC4, révèle les concentrations suivantes :

Tableau n°35 : Concentrations obtenues dans l'air intérieur

Paramètre	Concentration dans l'air intérieur (mg/m ³)
Matrice gaz du sol	
Hydrocarbures aliphatiques C5-C6	2,07.10 ⁻⁵
Hydrocarbures aliphatiques C6-C8	2,07.10 ⁻⁵
Hydrocarbures aliphatiques C8-C10	2,07.10 ⁻⁵
Hydrocarbures aliphatiques C10-C12	2,07.10 ⁻⁵
Hydrocarbures aromatiques C6-C7	2,07.10 ⁻⁵
Hydrocarbures aromatiques C7-C8	2,07.10 ⁻⁵
Hydrocarbures aromatiques C8-C10	2,07.10 ⁻⁵
Hydrocarbures aromatiques C10-C12	2,07.10 ⁻⁵
Naphtalène	9,37.10 ⁻⁷
Trichlorométhane	3,45.10 ⁻⁶
1,1,1-trichloroéthane	3,32.10 ⁻⁶
Trichloroéthylène	9,14.10 ⁻⁶
Tétrachloroéthylène	5,73.10 ⁻⁶
Matrice sol	
PCB	4,58.10 ⁻⁶

¹ Plus la surface est faible, plus les transferts de substances sont élevés.

Les rapports de modélisation sont présentés en **annexes 13**.

➤ Concentrations dans l'air extérieur

Les concentrations en polluants dans l'air extérieur sont estimées par modélisation de la volatilisation des substances à l'aide du logiciel RISC4 (Risk-Integrated Software for Clean-ups) version 2001 développé par Lynn R. Spence et B.P. Oil et distribué par Waterloo Hydrogeologic.

Les paramètres d'entrée utilisés pour la modélisation de la volatilisation des substances présentes dans les sols sont présentés dans le tableau ci-après.

Tableau n°36 : Paramètres d'entrée – Concentrations dans l'air extérieur

Paramètres	Valeurs retenues	Justification
Modèle de simulation	Johnson & Ettinger Modèle boîte	Modèle couramment utilisé pour modéliser la volatilisation de substances depuis les sols
Vitesse du vent	4 m/s	Valeur moyenne observée dans le Nord-Pas-de-Calais
Profondeur de la source sol	0,05 m	Absence de recouvrement et effet de bord du logiciel si la profondeur est plus faible
Longueur de la zone polluée	210 m	Plus grande longueur de la zone considérée
Hauteur de la population réceptrice :		
Adulte	1,7 m	Taille moyenne d'un homme adulte
Enfants	1 m	Taille moyenne pour un enfant de 4 ans
Nature des sols	Remblais	Campagne d'investigations de mars et avril 2016
Porosité	0,25	Valeurs des « Sable terreux » selon Johnson et Ettinger
Teneur en eau	0,15	
Densité	1,7	Valeur par défaut pour tout type de sol

Les rapports de modélisation de la volatilisation des substances présentes dans les sols dans l'air extérieur pour les enfants et les adultes qui fréquenteront le site sont respectivement présentés en **annexes 14 et 15**.

Les concentrations dans l'air déterminées par la modélisation sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau n°37 : Concentrations obtenues dans l'air extérieur

Paramètre	Concentration dans l'air extérieur - enfant (mg/m ³)	Concentration dans l'air extérieur - adulte (mg/m ³)
Matrice gaz du sol		
Hydrocarbures aliphatiques C5-C6	2,27.10 ⁻⁶	1,33.10 ⁻⁶
Hydrocarbures aliphatiques C6-C8	2,27.10 ⁻⁶	1,33.10 ⁻⁶
Hydrocarbures aliphatiques C8-C10	2,27.10 ⁻⁶	1,33.10 ⁻⁶
Hydrocarbures aliphatiques C10-C12	2,27.10 ⁻⁶	1,33.10 ⁻⁶
Hydrocarbures aromatiques C6-C7	2,27.10 ⁻⁶	1,34.10 ⁻⁶
Hydrocarbures aromatiques C7-C8	2,27.10 ⁻⁶	1,34.10 ⁻⁶
Hydrocarbures aromatiques C8-C10	2,27.10 ⁻⁶	1,34.10 ⁻⁶
Hydrocarbures aromatiques C10-C12	2,28.10 ⁻⁶	1,34.10 ⁻⁶
Naphtalène	6,88.10 ⁻⁸	4,05.10 ⁻⁸
Trichlorométhane	3,79.10 ⁻⁷	2,23.10 ⁻⁷
1,1,1-trichloroéthane	2,97.10 ⁻⁷	1,75.10 ⁻⁷
Trichloroéthylène	8,26.10 ⁻⁷	4,86.10 ⁻⁷
Tétrachloroéthylène	4,81.10 ⁻⁷	2,83.10 ⁻⁷
Matrice sol		
Polychlorobiphényles	5,16.10 ⁻⁷	3,03.10 ⁻⁷

7.2.4 Quantités de milieu administrées : quantité d'eau ingérée

Dans une approche sécuritaire, il est considéré que la quantité d'eau de boisson ingérée par un adulte est de 2l/j et pour un enfant de 1 l/j.

7.2.5 Période moyenne, durée, fréquence et fraction du temps d'exposition des populations : paramètres T_m , T, F et t_i

➤ Durée d'exposition (T)

Dans le cadre d'un scénario résidentiel, il est pris en compte les durées d'exposition suivantes :

- 6 ans pour un enfant ;
- 24 ans pour un adulte résidant sur le site. Ce chiffre correspond à 30 années d'exposition totale moins les 6 années d'exposition en tant qu'enfant, considérant que la durée moyenne de vie au même endroit est de 30 années¹.

Une durée de 70 ans sera considérée dans le paragraphe « Discussion des résultats – Incertitudes ».

Dans le cas de l'exposition du jardinier, il doit être considéré une exposition de 40 ans, considérant dans une approche maximaliste que l'individu passera toute sa carrière professionnelle au même endroit.

➤ Fréquence d'exposition (F)

La fréquence d'exposition F correspond au nombre de jours passés sur site par an. Elle est étroitement liée au scénario étudié.

Dans le cas d'un scénario résidentiel, la fréquence d'exposition retenue est de 365 j/an afin de majorer les risques évalués.

Dans le cas de l'exposition d'un jardinier en charge de l'entretien des espaces verts, la fréquence d'exposition proposée est de 43 j/an en considérant une journée de travail hebdomadaire et l'absence d'entretien pendant la période hivernale (2 mois).

➤ Fraction de temps d'exposition (t_i)

Dans le cas d'un scénario résidentiel, la durée quotidienne de présence effective sur le site peut être appréciée au regard des données statistiques proposées par l'US EPA dans son guide « Exposure Factor Handbook » et présentées dans les tableaux suivants.

Tableau n°38 : Paramètres d'exposition pour un adulte

Paramètre	Fraction du temps quotidien
Temps passé en dehors du domicile	30 % soit 7 h/j
Temps passé au domicile (à l'intérieur)	54 % soit 13 h/j
Temps passé au domicile (à l'extérieur)	8 % soit 2 h/j
Trajet (dont parking et promenade)	8 % soit 2 h/j

¹ 90^{ème} percentile de la distribution des durées de résidence en France, d'après les abonnements EDF

Tableau n°39 : Paramètres d'exposition pour un enfant

Paramètre	Fraction du temps quotidien
Temps passé au domicile	77 % soit 18,5 h/j
Temps passé en dehors du domicile (école, nourrisse ou garderie)	16 % soit 4 h/j
Promenade extérieure	7% soit 1,5 h/j

En ce qui concerne l'exposition du jardinier, une durée de 8 heures/jour sur site est retenue en considérant 7 heures de travail par jour et 1 heure de pause.

7.2.6 Poids des individus

Il est pris en compte les poids corporels suivants :

- 70 kg pour un adulte, soit une valeur médiane située entre le poids moyen d'un homme (74 kg) et celui d'une femme (61 kg),
- 15 kg pour un enfant, soit une valeur moyenne pour un enfant de 3 ans.

Il s'agit des valeurs standard communément utilisées dans ce type d'étude.

7.2.7 Calcul des DJE et CI

Les feuilles de calcul utilisées pour la détermination des concentrations moyennes inhalées (CI) et des doses journalières d'exposition (DJE) pour les utilisateurs du site sont présentées en **annexe 16**.

7.3 Caractérisation des risques

Sur la base des données des paragraphes précédents, la caractérisation des risques peut être réalisée ou du moins évaluée.

7.3.1 Critères d'évaluation

- Effets à seuil des substances

Pour les substances à effets à seuil, l'expression déterministe de la survenue d'un effet toxique dépend du dépassement d'une valeur, la dose journalière tolérable (DJT).

Ainsi, les doses journalières auxquelles sont exposées les personnes (DJE), en tenant compte des apports de l'environnement, doivent être inférieures à la dose journalière admissible (DJA) ou tolérable (DJT).

La possibilité de survenue d'un effet toxique chez la cible est ainsi représentée par un quotient de danger QD, défini par :

$$OD = \frac{DJE}{DJT}$$

où, pour le cas présent :

- La DJE correspond à la quantité de polluant ingérée
- La DJT correspond à la valeur toxicologique de référence pour la voie d'exposition considérée.

Lorsque cet indice est inférieur à 1, la survenue d'un effet toxique apparaît peu probable, même pour les populations sensibles (personnes âgées, nouveaux nés). Au-delà de 1, la possibilité d'apparition d'un effet toxique ne peut plus être exclue.

➤ Effets sans seuil des substances

Concernant les substances toxiques cancérigènes sans seuil, le risque résiduel n'est jamais nul aussi faible que soit le niveau de dose absorbée. Le risque pour la santé est exprimé en terme de probabilité de survenue d'un cancer lié à la pollution étudiée durant la vie d'une personne exposée.

Par exemple, un risque de 10^{-5} signifie qu'une personne exposée durant la vie entière a une probabilité de 1 sur 100 000 de contracter un cancer lié à la substance. A très faible dose, cette probabilité est généralement considérée comme proportionnelle à la dose absorbée.

Pour les effets sans seuil, un Excès de Risque Individuel (ERI) est calculé en multipliant la dose journalière d'exposition (DJE) par l'Excès de Risque Unitaire (ERU) :

$$\text{ERI} = \text{DJE} * \text{ERU}$$

L'Excès de Risque Individuel représente la probabilité d'occurrence que la cible a de développer l'effet associé à la substance pendant sa vie du fait de l'exposition considérée.

Un excès de risque individuel inférieur ou égal à 10^{-5} indique que le risque pour la santé est « acceptable » au sens de la méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués. Un excès de risque individuel supérieur à 10^{-5} indique que le risque pour la santé est inacceptable.

7.3.2 Détermination des risques moyens

Les feuilles de calcul utilisées pour la détermination des concentrations moyennes inhalées (CI) et des doses journalières d'exposition (DJE) pour les utilisateurs du site sont présentées en **annexe 16**.

Nota : Les chiffres (respectivement les lettres) indiqués entre parenthèse à côté de chaque substance correspondent aux organes cibles identifiés pour les substances pour l'inhalation (respectivement pour l'ingestion). En effet, les organes cibles ne sont pas les mêmes selon les substances.

➤ Effet à seuil

Le tableau suivant présente les résultats des risques pour les effets à seuil (quotients de danger) pour les habitants des logements et le jardinier.

Tableau n°40 : Résultats des quotients de danger – Habitants des logements et jardinier

Paramètre	Enfant				Adulte				Jardinier	Valeur de référence
	Inhalation intérieure	Inhalation extérieure	Ingestion d'eau	Somme	Inhalation intérieure	Inhalation extérieure	Ingestion d'eau	Somme	Inhalation extérieure	
Hydrocarbures aliphatiques C5-C6 (2) (5) (b) (c)	5,32.10 ⁻⁶	4,73.10 ⁻⁸	1,64.10 ⁻⁷	5,53.10 ⁻⁶	3,74.10 ⁻⁶	3,69.10 ⁻⁸	7,03.10 ⁻⁸	3,84.10 ⁻⁶	1,74.10 ⁻⁸	1
Hydrocarbures aliphatiques C6-C8 (2) (5) (b) (c)	5,32.10 ⁻⁶	4,73.10 ⁻⁸	1,09.10 ⁻⁷	5,48.10 ⁻⁶	3,74.10 ⁻⁶	3,69.10 ⁻⁸	4,68.10 ⁻⁸	3,82.10 ⁻⁶	1,74.10 ⁻⁸	
Hydrocarbures aliphatiques C8-C10 (2) (5) (b) (c)	7,98.10 ⁻⁵	7,09.10 ⁻⁷	2,72.10 ⁻⁸	8,05.10 ⁻⁵	5,61.10 ⁻⁵	5,54.10 ⁻⁷	1,17.10 ⁻⁸	5,66.10 ⁻⁵	2,61.10 ⁻⁷	
Hydrocarbures aliphatiques C10-C12 (2) (5) (b) (c)	7,98.10 ⁻⁵	7,09.10 ⁻⁷	1,72.10 ⁻⁸	8,05.10 ⁻⁵	5,61.10 ⁻⁵	5,54.10 ⁻⁷	7,35.10 ⁻⁹	5,66.10 ⁻⁵	2,61.10 ⁻⁷	
Hydrocarbures aromatiques C6-C7 (2) (5) (b) (c)	3,99.10 ⁻⁵	3,55.10 ⁻⁷	4,85.10 ⁻⁶	4,51.10 ⁻⁵	2,80.10 ⁻⁵	2,79.10 ⁻⁷	2,08.10 ⁻⁶	3,04.10 ⁻⁵	1,32.10 ⁻⁷	
Hydrocarbures aromatiques C7-C8 (2) (5) (b) (c)	3,99.10 ⁻⁵	3,55.10 ⁻⁷	4,13.10 ⁻⁶	4,44.10 ⁻⁵	2,80.10 ⁻⁵	2,79.10 ⁻⁷	1,77.10 ⁻⁶	3,01.10 ⁻⁵	1,32.10 ⁻⁷	
Hydrocarbures aromatiques C8- C10 (2) (5) (b) (c)	3,19.10 ⁻⁴	2,84.10 ⁻⁶	1,52.10 ⁻⁵	3,37.10 ⁻⁴	2,24.10 ⁻⁴	2,23.10 ⁻⁶	6,50.10 ⁻⁶	2,33.10 ⁻⁴	1,05.10 ⁻⁶	
Hydrocarbures aromatiques C10-C12 (2) (5) (b) (c)	3,19.10 ⁻⁴	2,85.10 ⁻⁶	5,31.10 ⁻⁵	3,75.10 ⁻⁴	2,24.10 ⁻⁴	2,23.10 ⁻⁶	2,28.10 ⁻⁵	2,49.10 ⁻⁴	1,05.10 ⁻⁶	
Naphtalène (2) (6) (8) (d) (e) (f) (h)	1,95.10 ⁻⁵	1,16.10 ⁻⁷	6,73.10 ⁻⁶	2,64.10 ⁻⁵	1,37.10 ⁻⁵	9,12.10 ⁻⁸	2,88.10 ⁻⁶	1,67.10 ⁻⁵	4,30.10 ⁻⁸	
Trichlorométhane (1) (3) (5) (a) (c) (e)	4,22.10 ⁻⁵	3,76.10 ⁻⁷	1,18.10 ⁻⁵	5,44.10 ⁻⁵	2,97.10 ⁻⁵	2,95.10 ⁻⁷	5,06.10 ⁻⁶	3,50.10 ⁻⁵	1,39.10 ⁻⁷	
1,1,1-trichloroéthane	5,12.10 ⁻⁷	3,71.10 ⁻⁹	2,02.10 ⁻⁸	5,36.10 ⁻⁷	3,60.10 ⁻⁷	2,92.10 ⁻⁹	8,66.10 ⁻⁹	3,71.10 ⁻⁷	1,37.10 ⁻⁹	
Trichloroéthylène (5)	3,52.10 ⁻³	2,58.10 ⁻⁵	3,71.10 ⁻⁴	3,92.10 ⁻³	2,48.10 ⁻³	2,03.10 ⁻⁵	1,59.10 ⁻⁴	2,65.10 ⁻³	9,54.10 ⁻⁶	
Tétrachloroéthylène (1) (3) (5) (a) (c)	2,21.10 ⁻⁵	1,50.10 ⁻⁷	2,28.10 ⁻⁶	2,45.10 ⁻⁵	1,55.10 ⁻⁵	1,18.10 ⁻⁷	9,78.10 ⁻⁷	1,66.10 ⁻⁵	5,56.10 ⁻⁸	
PCB (a) (e) (g)	1,14.10 ⁻²	1,04.10 ⁻⁴	1,71.10 ⁻²	2,85.10 ⁻²	8,00.10 ⁻³	8,15.10 ⁻⁵	7,31.10 ⁻³	1,54.10 ⁻²	3,84.10 ⁻⁵	
Somme par organes cibles										
Foie (1) (a)	1,15.10 ⁻²	1,05.10 ⁻⁴	1,74.10 ⁻²	2,90.10 ⁻²	8,05.10 ⁻³	8,19.10 ⁻⁵	7,47.10 ⁻³	1,56.10 ⁻²	3,86.10 ⁻⁵	1
Poumons (2) (b)	1,23.10 ⁻²	1,12.10 ⁻⁴	4,48.10 ⁻⁴	1,29.10 ⁻²	8,64.10 ⁻³	8,78.10 ⁻⁵	1,92.10 ⁻⁴	8,92.10 ⁻³	4,14.10 ⁻⁵	
Reins (3) (c)	1,15.10 ⁻²	1,05.10 ⁻⁴	4,62.10 ⁻⁴	1,20.10 ⁻²	8,05.10 ⁻³	8,19.10 ⁻⁵	1,98.10 ⁻⁴	8,33.10 ⁻³	3,86.10 ⁻⁵	
Système gastro intestinal (4) (d)	1,14.10 ⁻²	1,04.10 ⁻⁴	3,78.10 ⁻⁴	1,19.10 ⁻²	8,00.10 ⁻³	8,15.10 ⁻⁵	1,62.10 ⁻⁴	8,25.10 ⁻³	3,84.10 ⁻⁵	
Système nerveux central (5) (e)	1,59.10 ⁻²	1,38.10 ⁻⁴	1,74.10 ⁻²	3,34.10 ⁻²	1,11.10 ⁻²	1,08.10 ⁻⁴	7,48.10 ⁻³	1,87.10 ⁻²	5,10.10 ⁻⁵	
Système sanguin (6) (f)	1,14.10 ⁻²	1,04.10 ⁻⁴	3,78.10 ⁻⁴	1,19.10 ⁻²	8,02.10 ⁻³	8,15.10 ⁻⁵	1,62.10 ⁻⁴	8,26.10 ⁻³	3,84.10 ⁻⁵	
Tissu adipeux (7) (g)	1,14.10 ⁻²	1,04.10 ⁻⁴	1,74.10 ⁻²	2,89.10 ⁻²	8,00.10 ⁻³	8,15.10 ⁻⁵	7,47.10 ⁻³	1,56.10 ⁻²	3,84.10 ⁻⁵	
Yeux (8) (h)	1,14.10 ⁻²	1,04.10 ⁻⁴	3,78.10 ⁻⁴	1,19.10 ⁻²	8,02.10 ⁻³	8,15.10 ⁻⁵	1,62.10 ⁻⁴	8,26.10 ⁻³	3,84.10 ⁻⁵	

➤ Effet sans seuil

Le tableau suivant présente les résultats des risques pour les effets sans seuil (excès de risque individuel) pour les habitants des logements et le jardinier.

Tableau n°41 : Résultats des excès de risque individuel – Habitants des logements et jardinier

Paramètre	Enfant				Adulte				Jardinier	Valeur de référence
	Inhalation intérieure	Inhalation extérieure	Ingestion d'eau	Somme	Inhalation intérieure	Inhalation extérieure	Ingestion d'eau	Somme	Inhalation extérieure	
Naphtalène	$3,47.10^{-10}$	$2,06.10^{-12}$	$1,38.10^{-9}$	$1,73.10^{-9}$	$9,74.10^{-10}$	$6,48.10^{-12}$	$2,37.10^{-9}$	$3,35.10^{-9}$	$5,09.10^{-12}$	1.10⁻⁵
Trichlorométhane	$5,24.10^{-9}$	$4,67.10^{-11}$	$1,92.10^{-10}$	$5,48.10^{-9}$	$1,47.10^{-8}$	$1,47.10^{-10}$	$3,29.10^{-10}$	$1,52.10^{-8}$	$1,15.10^{-10}$	
Trichloroéthylène	$2,48.10^{-9}$	$1,81.10^{-11}$	$7,31.10^{-10}$	$3,23.10^{-9}$	$6,96.10^{-9}$	$5,69.10^{-11}$	$1,25.10^{-9}$	$8,27.10^{-9}$	$4,47.10^{-11}$	
Tétrachloroéthylène	$9,84.10^{-11}$	$6,70.10^{-13}$	$1,48.10^{-9}$	$1,58.10^{-9}$	$2,77.10^{-10}$	$2,10.10^{-12}$	$2,53.10^{-9}$	$2,81.10^{-9}$	$1,65.10^{-12}$	
PCB	$9,76.10^{-8}$	$8,92.10^{-10}$	$5,85.10^{-8}$	$1,57.10^{-7}$	$2,74.10^{-7}$	$2,79.10^{-9}$	$1,00.10^{-7}$	$3,77.10^{-7}$	$2,19.10^{-9}$	
Somme	$1,06.10^{-7}$	$9,59.10^{-10}$	$6,23.10^{-8}$	$1,69.10^{-7}$	$2,97.10^{-7}$	$3,00.10^{-9}$	$1,07.10^{-7}$	$4,07.10^{-7}$	$2,36.10^{-9}$	
Somme enfant+adulte	$5,76.10^{-7}$								-	

➤ Commentaires

L'analyse des risques résiduels pour les effets à seuil montre que les quotients de danger liés aux différents paramètres sont tous significativement inférieurs à 1, valeur maximale définie par la circulaire du 8 février 2007 pour les cibles considérées.

En ce qui concerne les effets sans seuil, les excès de risque individuel sont tous très inférieurs à 10^{-5} , valeur maximale définie par la circulaire du 8 février 2007 pour les cibles considérées.

7.3.3 Discussion des résultats – Incertitudes

Les incertitudes peuvent être liées :

- Aux hypothèses de travail ;
- Aux voies et aux valeurs d'exposition retenus dans le scénarii étudié ;
- Aux résultats des investigations ;
- Aux données toxicologiques.

Les paragraphes qui suivent reprennent ces différentes sources d'incertitudes en évaluant leur impact sur les résultats.

➤ Les hypothèses de travail

Les évaluations de risque mises en œuvre dans cette étude sont liées aux hypothèses de travail choisies, en particulier en ce qui concerne le réaménagement du site et son utilisation future.

Les résultats présentés ne sont donc valables qu'à condition de respecter ces hypothèses et/ou de les mettre en œuvre.

➤ Choix des substances

Le choix des substances retenues pour les calculs de risques est fondé sur la comparaison des paramètres de toxicité et de concentration des polluants identifiés sur le site. La sélection des substances, même si elle induit une part de sous-estimation du niveau de risque par la non prise en compte de l'ensemble des composés présents, est suffisamment large pour caractériser le niveau de risque le plus significatif et le plus pertinent.

Les teneurs correspondant au bruit de fond n'ont pas été retenues pour les calculs de risques. Cette approche sous-estime le niveau de risque global auquel sont soumises les cibles, mais permet de cerner précisément le niveau de risque associé uniquement au site.

➤ Voies d'exposition

Cette analyse des risques résiduels a été réalisée en tenant compte des voies d'exposition « inhalation intérieure », « inhalation extérieur » et « ingestion d'eau contaminée par migration des substances à travers les canalisations ». Les mesures de gestion mises en œuvre dans le cadre de ce projet d'aménagement permettent de ne prendre en compte que ces voies d'exposition.

➤ Durée d'exposition

Les paramètres relatifs aux durées d'exposition pour chacun des scénarii retenus ont été choisis pour représenter le temps maximum de présence des individus sur le site. En particulier, le temps de travail

moyen sur un même poste est inférieur à 40 ans et le sera encore plus dans quelques années. De plus, la durée d'exposition retenue pour les enfants et adultes vivant sur le site a été estimée à 365 j/an et ne tient pas compte de la possibilité de départs en vacances ou autres périodes d'absence.

Les durées d'exposition choisies majorent donc le risque.

Cependant, dans une démarche pénalisante, la situation extrême d'une personne vivant toute sa vie (soit 70 ans) et 24h/24 à l'intérieur des bâtiments est prise en compte dans les calculs présentés ci-après :

- 6 ans en tant qu'enfant ;
 - 64 ans en tant qu'adulte.
- Résultats des investigations
- Modélisation

Des phénomènes de transferts ont été modélisés. Cette approche induit des incertitudes liées d'une part, aux équations du modèle et à la modélisation elle-même et d'autre part, aux paramètres utilisés.

Par ailleurs les modèles ne prennent pas en compte la dégradation naturelle des substances et la diminution des concentrations dans le temps, ni la diminution de la volatilisation lors des périodes de froid ce qui tend à majorer le risque.

- Résultats

Les incertitudes liées aux résultats des investigations proviennent en partie des conditions de réalisation des campagnes d'investigations et des incertitudes liées aux méthodes d'analyse du laboratoire.

Le choix des concentrations d'exposition a été réalisé en considérant les concentrations moyennes des substances. Ce choix permet de représenter le plus fidèlement possible l'exposition des personnes fréquentant le site.

Une évaluation des risques sanitaires est réalisée avec les concentrations maximales des substances détectées dans les gaz du sol et les sols afin de lever l'incertitude liée au choix des concentrations d'exposition. Les résultats sont présentés dans les paragraphes suivants.

Les concentrations sources sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau n°42 : Concentrations d'exposition – Cas majorant

Paramètre	Concentrations d'exposition	Piézair ou sondage correspondant
Matrice gaz du sol (mg/m³)		
Hydrocarbures aliphatiques C5-C6	6,66.10 ⁻²	Pa4/Mars 2016
Hydrocarbures aliphatiques C6-C8	6,66.10 ⁻²	
Hydrocarbures aliphatiques C8-C10	6,66.10 ⁻²	
Hydrocarbures aliphatiques C10-C12	6,66.10 ⁻²	
Hydrocarbures aromatiques C6-C7	6,66.10 ⁻²	
Hydrocarbures aromatiques C7-C8	6,66.10 ⁻²	
Hydrocarbures aromatiques C8-C10	6,66.10 ⁻²	
Hydrocarbures aromatiques C10-C12	6,66.10 ⁻²	
Naphtalène	3,33.10 ⁻³	Pa5/Juillet 2016
Trichlorométhane	8,25.10 ⁻³	
1,1,1-trichloroéthane	6,66.10 ⁻³	Pa4/Mars 2016
Trichloroéthylène	1,77.10 ⁻²	Pa5/Juillet 2016
Tétrachloroéthylène	1,94.10 ⁻²	
Matrice sol (mg/kg)		
PCB	1,44	Z4 0-0,1/Avril 2009

Les concentrations obtenues dans l'eau des canalisations sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau n°43 : Concentrations obtenues dans l'eau des canalisations– Cas majorant

Paramètre	Concentration dans l'eau des canalisations (mg/l)
Matrice gaz du sol	
Hydrocarbures aliphatiques C5-C6	2,25.10 ⁻⁷
Hydrocarbures aliphatiques C6-C8	1,50.10 ⁻⁷
Hydrocarbures aliphatiques C8-C10	9,34.10 ⁻⁸
Hydrocarbures aliphatiques C10-C12	5,89.10 ⁻⁸
Hydrocarbures aromatiques C6-C7	3,33.10 ⁻⁵
Hydrocarbures aromatiques C7-C8	2,84.10 ⁻⁵
Hydrocarbures aromatiques C8-C10	1,56.10 ⁻⁵
Hydrocarbures aromatiques C10-C12	5,47.10 ⁻⁵
Naphtalène	4,60.10 ⁻⁶
Trichlorométhane	3,01.10 ⁻⁶
1,1,1-trichloroéthane	8,27.10 ⁻⁷
Trichloroéthylène	3,67.10 ⁻⁶
Tétrachloroéthylène	1,08.10 ⁻⁶
Matrice sol	
PCB	1,83.10 ⁻⁶

Les concentrations obtenues dans l'air intérieur sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau n°44 : Concentrations obtenues dans l'air intérieur – Cas majorant

Paramètre	Concentration dans l'air intérieur (mg/m ³)
Matrice gaz du sol	
Hydrocarbures aliphatiques C5-C6	4,74.10 ⁻⁵
Hydrocarbures aliphatiques C6-C8	4,74.10 ⁻⁵
Hydrocarbures aliphatiques C8-C10	4,74.10 ⁻⁵
Hydrocarbures aliphatiques C10-C12	4,74.10 ⁻⁵
Hydrocarbures aromatiques C6-C7	4,74.10 ⁻⁵
Hydrocarbures aromatiques C7-C8	4,74.10 ⁻⁵
Hydrocarbures aromatiques C8-C10	4,74.10 ⁻⁵
Hydrocarbures aromatiques C10-C12	4,74.10 ⁻⁵
Naphtalène	2,14.10 ⁻⁶
Trichlorométhane	5,87.10 ⁻⁶
1,1,1-trichloroéthane	4,53.10 ⁻⁶
Trichloroéthylène	1,21.10 ⁻⁵
Tétrachloroéthylène	1,30.10 ⁻⁵
Matrice sol	
PCB	5,27.10 ⁻⁶

Le tableau suivant présente les résultats des risques pour les effets à seuil (quotients de danger) pour le cas extrême d'une personne vivant 70 ans 24h/24 sur le site.

Tableau n°45 : Résultats des quotients de danger – Habitants des logements – Cas majorant

Paramètre	Enfant			Adulte			Valeur de référence
	Inhalation intérieure	Ingestion d'eau	Somme	Inhalation intérieure	Ingestion d'eau	Somme	
Hydrocarbures aliphatiques C5-C6 (2) (5) (b) (c)	1,58.10 ⁻⁵	3,75.10 ⁻⁷	1,62.10 ⁻⁵	1,58.10 ⁻⁵	1,61.10 ⁻⁷	1,60.10 ⁻⁵	1
Hydrocarbures aliphatiques C6-C8 (2) (5) (b) (c)	1,58.10 ⁻⁵	2,50.10 ⁻⁷	1,61.10 ⁻⁵	1,58.10 ⁻⁵	1,07.10 ⁻⁷	1,59.10 ⁻⁵	
Hydrocarbures aliphatiques C8-C10 (2) (5) (b) (c)	2,37.10 ⁻⁴	6,22.10 ⁻⁸	2,37.10 ⁻⁴	2,37.10 ⁻⁴	2,67.10 ⁻⁸	2,37.10 ⁻⁴	
Hydrocarbures aliphatiques C10-C12 (2) (5) (b) (c)	2,37.10 ⁻⁴	3,93.10 ⁻⁸	2,37.10 ⁻⁴	2,37.10 ⁻⁴	1,68.10 ⁻⁸	2,37.10 ⁻⁴	
Hydrocarbures aromatiques C6-C7 (2) (5) (b) (c)	1,19.10 ⁻⁴	1,11.10 ⁻⁵	1,30.10 ⁻⁴	1,19.10 ⁻⁴	4,75.10 ⁻⁶	1,23.10 ⁻⁴	
Hydrocarbures aromatiques C7-C8 (2) (5) (b) (c)	1,19.10 ⁻⁴	9,45.10 ⁻⁶	1,28.10 ⁻⁴	1,19.10 ⁻⁴	4,05.10 ⁻⁶	1,23.10 ⁻⁴	
Hydrocarbures aromatiques C8-C10 (2) (5) (b) (c)	9,48.10 ⁻⁴	3,47.10 ⁻⁵	9,83.10 ⁻⁴	9,48.10 ⁻⁴	1,49.10 ⁻⁵	9,63.10 ⁻⁴	
Hydrocarbures aromatiques C10-C12 (2) (5) (b) (c)	9,48.10 ⁻⁴	1,22.10 ⁻⁴	1,07.10 ⁻³	9,48.10 ⁻⁴	5,21.10 ⁻⁵	1,00.10 ⁻³	
Naphtalène (2) (6) (8) (d) (e) (f) (h)	5,78.10 ⁻⁵	1,53.10 ⁻⁵	7,32.10 ⁻⁵	5,78.10 ⁻⁵	6,58.10 ⁻⁶	6,44.10 ⁻⁵	
Trichlorométhane (1) (3) (5) (a) (c) (e)	9,32.10 ⁻⁵	2,01.10 ⁻⁵	1,13.10 ⁻⁴	9,32.10 ⁻⁵	8,60.10 ⁻⁶	1,02.10 ⁻⁴	
1,1,1-trichloroéthane	9,06.10 ⁻⁷	2,76.10 ⁻⁸	9,34.10 ⁻⁷	9,06.10 ⁻⁷	1,18.10 ⁻⁸	9,18.10 ⁻⁷	
Trichloroéthylène (5)	6,05.10 ⁻³	4,90.10 ⁻⁴	6,54.10 ⁻³	6,05.10 ⁻³	2,10.10 ⁻⁴	6,26.10 ⁻³	
Tétrachloroéthylène (1) (3) (5) (a) (c)	6,50.10 ⁻⁵	5,16.10 ⁻⁶	7,02.10 ⁻⁵	6,50.10 ⁻⁵	2,21.10 ⁻⁶	6,72.10 ⁻⁵	
PCB (a) (e) (g)	1,70.10 ⁻²	1,96.10 ⁻²	3,66.10 ⁻²	1,70.10 ⁻²	8,42.10 ⁻³	2,54.10 ⁻²	
Somme par organes cibles							
Foie (1) (a)	1,72.10 ⁻²	2,02.10 ⁻²	3,73.10 ⁻²	1,72.10 ⁻²	8,64.10 ⁻³	2,58.10 ⁻²	1
Poumons (2) (b)	1,97.10 ⁻²	6,67.10 ⁻⁴	2,04.10 ⁻²	1,97.10 ⁻²	2,86.10 ⁻⁴	2,00.10 ⁻²	
Reins (3) (c)	1,72.10 ⁻²	6,93.10 ⁻⁴	1,79.10 ⁻²	1,72.10 ⁻²	2,97.10 ⁻⁴	1,75.10 ⁻²	
Système gastro intestinal (4) (d)	1,70.10 ⁻²	5,05.10 ⁻⁴	1,75.10 ⁻²	1,70.10 ⁻²	2,16.10 ⁻⁴	1,72.10 ⁻²	
Système nerveux central (5) (e)	2,58.10 ⁻²	2,02.10 ⁻²	4,60.10 ⁻²	2,58.10 ⁻²	8,65.10 ⁻³	3,45.10 ⁻²	
Système sanguin (6) (f)	1,71.10 ⁻²	5,05.10 ⁻⁴	1,76.10 ⁻²	1,71.10 ⁻²	2,16.10 ⁻⁴	1,73.10 ⁻²	
Tissu adipeux (7) (g)	1,70.10 ⁻²	2,01.10 ⁻²	3,71.10 ⁻²	1,70.10 ⁻²	8,63.10 ⁻³	2,56.10 ⁻²	
Yeux (8) (h)	1,71.10 ⁻²	5,05.10 ⁻⁴	1,76.10 ⁻²	1,71.10 ⁻²	2,16.10 ⁻⁴	1,73.10 ⁻²	

Le tableau suivant présente les résultats des risques pour les effets sans seuil (excès de risque individuel) pour le cas extrême d'une personne vivant 70 ans 24h/24 sur le site.

Tableau n°46 : Résultats des excès de risque individuel – Habitants des logements – Cas majorant

Paramètre	Enfant			Adulte			Valeur de référence
	Inhalation intérieure	Ingestion d'eau	Somme	Inhalation intérieure	Ingestion d'eau	Somme	
Naphtalène	$1,03.10^{-9}$	$3,16.10^{-9}$	$4,18.10^{-9}$	$1,10.10^{-8}$	$1,44.10^{-8}$	$2,54.10^{-8}$	1.10^{-5}
Trichlorométhane	$1,16.10^{-8}$	$3,27.10^{-10}$	$1,19.10^{-8}$	$1,23.10^{-7}$	$1,49.10^{-9}$	$1,25.10^{-7}$	
Trichloroéthylène	$4,25.10^{-9}$	$9,66.10^{-10}$	$5,22.10^{-9}$	$4,54.10^{-8}$	$4,41.10^{-9}$	$4,98.10^{-8}$	
Tétrachloroéthylène	$2,90.10^{-10}$	$3,35.10^{-9}$	$3,64.10^{-9}$	$3,09.10^{-9}$	$1,53.10^{-8}$	$1,84.10^{-8}$	
PCB	$1,46.10^{-7}$	$6,74.10^{-8}$	$2,13.10^{-7}$	$1,55.10^{-6}$	$3,08.10^{-7}$	$1,86.10^{-6}$	
Somme	$1,63.10^{-7}$	$7,52.10^{-8}$	$2,38.10^{-7}$	$1,74.10^{-6}$	$3,44.10^{-7}$	$2,08.10^{-6}$	
Somme enfant+adulte	$2,32.10^{-6}$						

L'analyse des risques pour les effets à seuil montre que les quotients de danger liés aux différents paramètres sont tous inférieurs à 1, valeur maximale définie par la circulaire du 8 février 2007, malgré la prise en compte des concentrations d'exposition maximales et des temps d'exposition maximaux.

En ce qui concerne les effets sans seuil, les excès de risques individuel sont tous inférieurs à 10^{-5} , valeur maximale définie par la circulaire du 8 février 2007, malgré la prise en compte des concentrations d'exposition maximales et des temps d'exposition maximaux.

Ces indices globaux maximaux sont donnés à titre indicatif afin de montrer que le risque lié à la prise en compte des concentrations d'exposition maximales et des temps d'exposition maximaux n'entraîne pas de valeurs de risques excessivement supérieures à celles mises en évidence dans l'ARR. Ils ne représentent en aucun cas la réalité du risque.

- Indices globaux

Le cumul des effets entre voies et substances pour les effets à seuil se traduit par la somme des quotients de danger uniquement pour les substances ayant le même mécanisme d'action toxique sur le même organe cible. Or, le cumul des effets potentiellement générés par les différentes substances est effectué quel que soit le mécanisme d'action toxique. Cette approche d'additivité des risques est considérée comme majorante.

➤ Données toxicologiques

Les valeurs de références trouvées dans la littérature n'ont pas fait l'objet d'une analyse critique sur leur détermination. Leur prise en compte par des organismes comme l'INERIS, l'US EPA et le RIVM nous a amené à considérer qu'elles offraient une fiabilité suffisante dans le cadre des connaissances scientifiques actuelles. Cependant, la détermination même des données toxicologiques de référence par les organismes spécialisés induit de nombreuses incertitudes, que ce soit à partir d'études sur l'homme ou sur les animaux. Ces incertitudes se traduisent en particulier par l'utilisation de facteurs d'incertitudes qui sont compris entre 3 et 600.

7.3.4 Synthèse sur les incertitudes

D'une façon générale, le choix des différents paramètres est de considérer les situations les plus défavorables. Cette approche permet d'obtenir des résultats allant dans le sens d'une majoration du risque lié au site.

7.4 Évaluation de l'effet sanitaire de la dégradation des COHV

7.4.1 Dégradation des COHV en milieu naturel

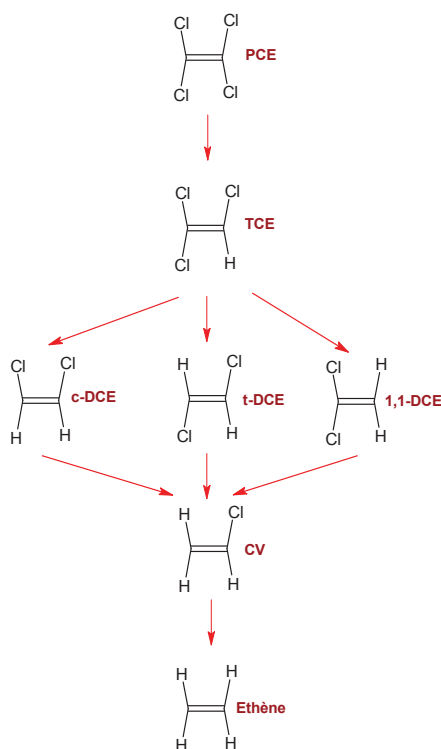
➤ Schéma général de la dégradation

Les composés organo-halogénés volatils (COHV) ont la capacité de se dégrader au cours du temps en fonction des caractéristiques physico-chimiques des sols et des eaux souterraines dans lesquels ils se situent.

En milieu naturel, les COHV subissent principalement une déchloration réduction séquentielle par hydrogénolyse (remplacement d'un atome de chlore par un atome d'hydrogène dans la molécule) selon la réaction suivante :



Le schéma séquentiel présenté ci-après détaille le chemin de dégradation des COHV à partir du tétrachloroéthylène (PCE). Il est à noter que le trichloroéthylène (TCE) se réduit à plus de 90% en *cis*-1,2-dichloroéthylène (*c*-DCE) en milieu naturel¹.



➤ Compétition entre les COHV et les autres composés

La dégradation des composés organiques chlorés est fortement influencée par le milieu, notamment par les conditions oxydo-réductrices présentes dans ce milieu. Il existe en effet une compétition possible entre les minéraux présents dans les sols (nitrates, manganèse, fer et sulfates) et les polluants lors de la réaction avec les donneurs d'électrons (principalement le dihydrogène issu de la fermentation des composés organiques).

¹ d'après le *Guide méthodologique sur l'Atténuation Naturelle des composés organo-chlorés aliphatiques dans les aquifères*, Programme R&D MACAOH, Ademe, 2007, p. 52

Le schéma suivant¹ détaille l'ordre de consommation des accepteurs d'électrons présents dans les sols :

Accepteurs d'électrons d'origine anthropique	ΔG^2	Accepteurs d'électrons naturels	ΔG
		Dénitrification	- 3 245
		Réduction du Manganèse IV	- 3 202
		Réduction du Fer III	- 2 343
Réduction du PCE ³	- 1 500		
Réduction du TCE ⁴	- 1 465		
Réduction du cis-1,2-DCE ⁵	- 1 166		
		Sulfate	- 514
		Méthanogénèse	- 136

En cas de compétition, il est donc possible que les COHV ne soient pas réduits à cause du manque de donneurs d'électrons, ayant déjà réagi avec les accepteurs précédents (nitrates, manganèse IV ou fer III). Dans une démarche maximaliste, aucune compétition entre les accepteurs d'électrons n'a été considérée afin d'obtenir la réduction maximale des COHV.

➤ Cinétique de la dégradation des COHV

Le protocole USEPA EPA/600/R-98/128 de 1998 intitulé « Technical Protocol for Evaluating Natural Attenuation of Chlorinated Solvents in Ground Water » décrit les cinétiques de réaction de biodégradation en conditions ferri-réductrices, sulfato-réductrices et méthanogènes – les principaux domaines redox de la dégradation des COHV – dans la phase aqueuse et pour des concentrations faibles en COHV. Le tableau suivant détaille les temps de demi-vie (temps mis pour atteindre une concentration égale à la moitié de la concentration initiale en composé étudié) pour les principaux COHV, obtenus en laboratoire dans des conditions optimales. Ces valeurs ne sont donc pas directement transposables sur un site pollué où de nombreux facteurs limitants modifient les constantes de réaction (disponibilité des donneurs d'électrons, proximité spatiale, ...) mais donne un ordre de grandeur pour les principaux COHV.

Tableau n°47 : Temps de demi-vie obtenus en laboratoire pour les principaux COHV

	Dégradation du 1 ^{er} ordre - Temps de demi-vie (j)	
	minimum	maximum
Tétrachloroéthylène	358	721
Trichloroéthylène	321	1 654
1,1-dichloroéthylène	56	358
Cis-1,2-dichloroéthylène	27	1 386
Trans-1,2-dichloroéthylène	77	139
Chlorure de vinyle	56	2 875

On remarquera notamment une possible accumulation de chlorure de vinyle, composé organochloré présent en bout de chaîne et possédant un temps de demi-vie maximum beaucoup plus important que les composés « parents ».

¹ d'après *Biodégradation des solvants chlorés en conditions naturelles, mécanismes et caractérisation. Synthèse bibliographique*, S. DENYS, INERIS, 2004, p. 8

² Énergie libre de Gibbs représentant l'énergie libérée lors de la réaction. Une valeur négative correspond à une libération d'énergie vers le milieu extérieur.

³ Tétrachloroéthylène

⁴ Trichloroéthylène

⁵ Cis-1,2-dichloroéthylène

7.4.2 Prévision quantitative théorique de la dégradation des COHV

La modélisation de la dégradation utilise une approche maximaliste, c'est-à-dire qu'aucune compétition entre les COHV et les autres composés n'a été envisagée afin d'obtenir, à chaque étape de la dégradation, les concentrations maximales.

Dans une approche maximaliste, l'étude sanitaire doit donc tenir compte de la dégradation et de l'accumulation potentielle des composés organochlorés présents. Afin de maximiser les effets de chaque polluant présent initialement ou suite à la dégradation de composé « parent », il a été considéré une accumulation successive de chaque composé afin d'obtenir les concentrations maximales potentielles en COHV, compte tenu des données initiales.

Le tableau suivant détaille les concentrations maximales potentielles en COHV dans les gaz du sol en tenant compte de la dégradation des différents composés et en se basant sur les concentrations d'exposition maximales des COHV.

Tableau n°48 : Évaluation quantitative de la dégradation des COHV – Gaz du sol

		PCE	TCE	cis-DCE	trans-DCE	1,1-DCE	CV
Investigations mars et juillet 2016 - maximal	mg/m ³	1,94.10 ⁻²	1,77.10 ⁻²	0	0	0	0
Accumulation de TCE		-	3,31.10 ⁻²	-	-	-	-
Accumulation de cis-DCE		-	-	2,44.10 ⁻²	-	-	-
Accumulation de CV		-	-	-	-	-	1,57.10 ⁻²

Remarque : Il a été considéré que 100% du TCE se dégrade en cis-1,2-DCE, compte tenu du taux de dégradation du trichloroéthylène en isomères du dichloroéthylène.

Les concentrations en COHV à chaque étape de la dégradation ont été déterminées à partir de la formule suivante et des masses molaires suivantes :

$$C_F = C_P * M_F / M_P$$

- avec : C_F : concentration en produit fils de la dégradation
 C_P : concentration en produit parent de la dégradation
 M_F : masse molaire du produit fils
 M_P : masse molaire du produit parent

Tableau n°49 : Masses molaires des principaux COHV

Composé	Masse molaire (g/mol)
Tétrachloroéthylène	165,83
Trichloroéthylène	131,39
Dichloroéthylène	96,95
Chlorure de vinyle	62,50

7.4.3 Évaluation sanitaire théorique dans le cas de la dégradation complète des COHV

La dégradation des COHV dans les sols peut avoir une incidence sanitaire sur le devenir du site. C'est pourquoi une modélisation des concentrations en COHV, tenant compte des différentes étapes de la dégradation, a été réalisée afin d'assurer la compatibilité du site avec le projet d'aménagement à chaque étape de la dégradation.

Les tableaux ci-après présentent les valeurs des quotients de danger et des excès de risque individuel, déterminées à chaque étape de la dégradation comme détaillée au paragraphe précédent.

Les concentrations en polluants dans l'air intérieur ont été estimées à partir des concentrations sources maximales par modélisation de la volatilisation des substances à l'aide du logiciel RISC4 (Risk-Integrated Software for Clean-ups) version 2001 développé par Lynn R. Spence et B.P. Oil et distribué par Waterloo Hydrogeologic.

Les paramètres d'entrée utilisés pour la modélisation de la volatilisation des substances présentes dans les gaz du sol sont identiques à ceux présentés précédemment.

➤ Accumulation du trichloroéthylène

Les tableaux suivants présentent les résultats des quotients de danger et des excès de risque individuel dans le cas d'une accumulation du trichloroéthylène pour le cas extrême d'une personne vivant 70 ans 24h/24 sur le site.

Tableau n°50 : Résultats des quotients de danger – Habitants des logements – Cas majorant avec accumulation du trichloroéthylène

Paramètre	Enfant			Adulte			Valeur de référence
	Inhalation intérieure	Ingestion d'eau	Somme	Inhalation intérieure	Ingestion d'eau	Somme	
Hydrocarbures aliphatiques C5-C6 (2) (5) (b) (c)	1,58.10 ⁻⁵	3,75.10 ⁻⁷	1,62.10 ⁻⁵	1,58.10 ⁻⁵	1,61.10 ⁻⁷	1,60.10 ⁻⁵	1
Hydrocarbures aliphatiques C6-C8 (2) (5) (b) (c)	1,58.10 ⁻⁵	2,50.10 ⁻⁷	1,61.10 ⁻⁵	1,58.10 ⁻⁵	1,07.10 ⁻⁷	1,59.10 ⁻⁵	
Hydrocarbures aliphatiques C8-C10 (2) (5) (b) (c)	2,37.10 ⁻⁴	6,22.10 ⁻⁸	2,37.10 ⁻⁴	2,37.10 ⁻⁴	2,67.10 ⁻⁸	2,37.10 ⁻⁴	
Hydrocarbures aliphatiques C10-C12 (2) (5) (b) (c)	2,37.10 ⁻⁴	3,93.10 ⁻⁸	2,37.10 ⁻⁴	2,37.10 ⁻⁴	1,68.10 ⁻⁸	2,37.10 ⁻⁴	
Hydrocarbures aromatiques C6-C7 (2) (5) (b) (c)	1,19.10 ⁻⁴	1,11.10 ⁻⁵	1,30.10 ⁻⁴	1,19.10 ⁻⁴	4,75.10 ⁻⁶	1,23.10 ⁻⁴	
Hydrocarbures aromatiques C7-C8 (2) (5) (b) (c)	1,19.10 ⁻⁴	9,45.10 ⁻⁶	1,28.10 ⁻⁴	1,19.10 ⁻⁴	4,05.10 ⁻⁶	1,23.10 ⁻⁴	
Hydrocarbures aromatiques C8- C10 (2) (5) (b) (c)	9,48.10 ⁻⁴	3,47.10 ⁻⁵	9,83.10 ⁻⁴	9,48.10 ⁻⁴	1,49.10 ⁻⁵	9,63.10 ⁻⁴	
Hydrocarbures aromatiques C10-C12 (2) (5) (b) (c)	9,48.10 ⁻⁴	1,22.10 ⁻⁴	1,07.10 ⁻³	9,48.10 ⁻⁴	5,21.10 ⁻⁵	1,00.10 ⁻³	
Naphtalène (2) (6) (8) (d) (e) (f) (h)	5,78.10 ⁻⁵	1,53.10 ⁻⁵	7,32.10 ⁻⁵	5,78.10 ⁻⁵	6,58.10 ⁻⁶	6,44.10 ⁻⁵	
Trichlorométhane (1) (3) (5) (a) (c) (e)	9,32.10 ⁻⁵	2,01.10 ⁻⁵	1,13.10 ⁻⁴	9,32.10 ⁻⁵	8,60.10 ⁻⁶	1,02.10 ⁻⁴	
1,1,1-trichloroéthane	9,06.10 ⁻⁷	2,76.10 ⁻⁸	9,34.10 ⁻⁷	9,06.10 ⁻⁷	1,18.10 ⁻⁸	9,18.10 ⁻⁷	
Trichloroéthylène (5)	1,13.10 ⁻²	9,15.10 ⁻⁴	1,22.10 ⁻²	1,13.10 ⁻²	3,92.10 ⁻⁴	1,17.10 ⁻²	
PCB (a) (e) (g)	1,70.10 ⁻²	1,96.10 ⁻²	3,66.10 ⁻²	1,70.10 ⁻²	8,42.10 ⁻³	2,54.10 ⁻²	
Somme par organes cibles							
Foie (1) (a)	1,71.10 ⁻²	2,06.10 ⁻²	3,77.10 ⁻²	1,71.10 ⁻²	8,82.10 ⁻³	2,59.10 ⁻²	1
Poumons (2) (b)	1,97.10 ⁻²	1,09.10 ⁻³	2,08.10 ⁻²	1,97.10 ⁻²	4,68.10 ⁻⁴	2,02.10 ⁻²	
Reins (3) (c)	1,71.10 ⁻²	1,11.10 ⁻³	1,82.10 ⁻²	1,71.10 ⁻²	4,77.10 ⁻⁴	1,76.10 ⁻²	
Système gastro intestinal (4) (d)	1,70.10 ⁻²	9,30.10 ⁻⁴	1,79.10 ⁻²	1,70.10 ⁻²	3,99.10 ⁻⁴	1,74.10 ⁻²	
Système nerveux central (5) (e)	3,10.10 ⁻²	2,06.10 ⁻²	5,16.10 ⁻²	3,10.10 ⁻²	8,83.10 ⁻³	3,99.10 ⁻²	
Système sanguin (6) (f)	1,71.10 ⁻²	9,30.10 ⁻⁴	1,80.10 ⁻²	1,71.10 ⁻²	3,99.10 ⁻⁴	1,75.10 ⁻²	
Tissu adipeux (7) (g)	1,70.10 ⁻²	2,06.10 ⁻²	3,76.10 ⁻²	1,70.10 ⁻²	8,81.10 ⁻³	2,58.10 ⁻²	
Yeux (8) (h)	1,71.10 ⁻²	9,30.10 ⁻⁴	1,80.10 ⁻²	1,71.10 ⁻²	3,99.10 ⁻⁴	1,75.10 ⁻²	

Tableau n°51 : Résultats des excès de risque individuel – Habitants des logements – Cas majorant avec accumulation du trichloroéthylène

Paramètre	Enfant			Adulte			Valeur de référence
	Inhalation intérieure	Ingestion d'eau	Somme	Inhalation intérieure	Ingestion d'eau	Somme	
Naphtalène	1,03.10 ⁻⁹	3,16.10 ⁻⁹	4,18.10 ⁻⁹	1,10.10 ⁻⁸	1,44.10 ⁻⁸	2,54.10 ⁻⁸	1.10 ⁻⁵
Trichlorométhane	1,16.10 ⁻⁸	3,27.10 ⁻¹⁰	1,19.10 ⁻⁸	1,23.10 ⁻⁷	1,49.10 ⁻⁹	1,25.10 ⁻⁷	
Trichloroéthylène	7,94.10 ⁻⁹	1,80.10 ⁻⁹	9,75.10 ⁻⁹	8,47.10 ⁻⁸	8,25.10 ⁻⁹	9,30.10 ⁻⁸	
PCB	1,46.10 ⁻⁷	6,74.10 ⁻⁸	2,13.10 ⁻⁷	1,55.10 ⁻⁶	3,08.10 ⁻⁷	1,86.10 ⁻⁶	
Somme	1,66.10 ⁻⁷	7,27.10 ⁻⁸	2,39.10 ⁻⁷	1,77.10 ⁻⁶	3,32.10 ⁻⁷	2,11.10 ⁻⁶	
Somme enfant+adulte	2,34.10 ⁻⁶						

➤ Accumulation du cis-1,2-dichloroéthylène

Les tableaux suivants présentent les résultats des quotients de danger et des excès de risque individuel dans le cas d'une accumulation du cis-1,2-dichloroéthylène pour le cas extrême d'une personne vivant 70 ans 24h/24 sur le site.

Tableau n°52 : Résultats des quotients de danger – Habitants des logements – Cas majorant avec accumulation du cis-1,2-dichloroéthylène

Paramètre	Enfant			Adulte			Valeur de référence
	Inhalation intérieure	Ingestion d'eau	Somme	Inhalation intérieure	Ingestion d'eau	Somme	
Hydrocarbures aliphatiques C5-C6 (2) (5) (b) (c)	$1,58.10^{-5}$	$3,75.10^{-7}$	$1,62.10^{-5}$	$1,58.10^{-5}$	$1,61.10^{-7}$	$1,60.10^{-5}$	1
Hydrocarbures aliphatiques C6-C8 (2) (5) (b) (c)	$1,58.10^{-5}$	$2,50.10^{-7}$	$1,61.10^{-5}$	$1,58.10^{-5}$	$1,07.10^{-7}$	$1,59.10^{-5}$	
Hydrocarbures aliphatiques C8-C10 (2) (5) (b) (c)	$2,37.10^{-4}$	$6,22.10^{-8}$	$2,37.10^{-4}$	$2,37.10^{-4}$	$2,67.10^{-8}$	$2,37.10^{-4}$	
Hydrocarbures aliphatiques C10-C12 (2) (5) (b) (c)	$2,37.10^{-4}$	$3,93.10^{-8}$	$2,37.10^{-4}$	$2,37.10^{-4}$	$1,68.10^{-8}$	$2,37.10^{-4}$	
Hydrocarbures aromatiques C6-C7 (2) (5) (b) (c)	$1,19.10^{-4}$	$1,11.10^{-5}$	$1,30.10^{-4}$	$1,19.10^{-4}$	$4,75.10^{-6}$	$1,23.10^{-4}$	
Hydrocarbures aromatiques C7-C8 (2) (5) (b) (c)	$1,19.10^{-4}$	$9,45.10^{-6}$	$1,28.10^{-4}$	$1,19.10^{-4}$	$4,05.10^{-6}$	$1,23.10^{-4}$	
Hydrocarbures aromatiques C8- C10 (2) (5) (b) (c)	$9,48.10^{-4}$	$3,47.10^{-5}$	$9,83.10^{-4}$	$9,48.10^{-4}$	$1,49.10^{-5}$	$9,63.10^{-4}$	
Hydrocarbures aromatiques C10-C12 (2) (5) (b) (c)	$9,48.10^{-4}$	$1,22.10^{-4}$	$1,07.10^{-3}$	$9,48.10^{-4}$	$5,21.10^{-5}$	$1,00.10^{-3}$	
Naphtalène (2) (6) (8) (d) (e) (f) (h)	$5,78.10^{-5}$	$1,53.10^{-5}$	$7,32.10^{-5}$	$5,78.10^{-5}$	$6,58.10^{-6}$	$6,44.10^{-5}$	
Trichlorométhane (1) (3) (5) (a) (c) (e)	$9,32.10^{-5}$	$2,01.10^{-5}$	$1,13.10^{-4}$	$9,32.10^{-5}$	$8,60.10^{-6}$	$1,02.10^{-4}$	
1,1,1-trichloroéthane	$9,06.10^{-7}$	$2,76.10^{-8}$	$9,34.10^{-7}$	$9,06.10^{-7}$	$1,18.10^{-8}$	$9,18.10^{-7}$	
Cis-1,2-dichloroéthylène (1) (5) (a) (e)	$2,73.10^{-4}$	$5,60.10^{-4}$	$8,33.10^{-4}$	$2,73.10^{-4}$	$2,40.10^{-4}$	$5,13.10^{-4}$	
PCB (a) (e) (g)	$1,70.10^{-2}$	$1,96.10^{-2}$	$3,66.10^{-2}$	$1,70.10^{-2}$	$8,42.10^{-3}$	$2,54.10^{-2}$	
Somme par organes cibles							
Foie (1) (a)	$1,74.10^{-2}$	$2,02.10^{-2}$	$3,76.10^{-2}$	$1,74.10^{-2}$	$8,67.10^{-3}$	$2,60.10^{-2}$	1
Poumons (2) (b)	$1,97.10^{-2}$	$1,78.10^{-4}$	$1,99.10^{-2}$	$1,97.10^{-2}$	$7,61.10^{-5}$	$1,98.10^{-2}$	
Reins (3) (c)	$1,71.10^{-2}$	$1,98.10^{-4}$	$1,73.10^{-2}$	$1,71.10^{-2}$	$8,47.10^{-5}$	$1,72.10^{-2}$	
Système gastro intestinal (4) (d)	$1,70.10^{-2}$	$1,54.10^{-5}$	$1,70.10^{-2}$	$1,70.10^{-2}$	$6,59.10^{-6}$	$1,70.10^{-2}$	
Système nerveux central (5) (e)	$2,00.10^{-2}$	$2,02.10^{-2}$	$4,03.10^{-2}$	$2,00.10^{-2}$	$8,68.10^{-3}$	$2,87.10^{-2}$	
Système sanguin (6) (f)	$1,71.10^{-2}$	$1,54.10^{-5}$	$1,71.10^{-2}$	$1,71.10^{-2}$	$6,59.10^{-6}$	$1,71.10^{-2}$	
Tissu adipeux (7) (g)	$1,70.10^{-2}$	$1,96.10^{-2}$	$3,66.10^{-2}$	$1,70.10^{-2}$	$8,42.10^{-3}$	$2,54.10^{-2}$	
Yeux (8) (h)	$1,71.10^{-2}$	$1,54.10^{-5}$	$1,71.10^{-2}$	$1,71.10^{-2}$	$6,59.10^{-6}$	$1,71.10^{-2}$	

Tableau n°53 : Résultats des excès de risque individuel – Habitants des logements – Cas majorant avec accumulation du cis-1,2-dichloroéthylène

Paramètre	Enfant			Adulte			Valeur de référence
	Inhalation intérieure	Ingestion d'eau	Somme	Inhalation intérieure	Ingestion d'eau	Somme	
Naphtalène	$1,03.10^{-9}$	$3,16.10^{-9}$	$4,18.10^{-9}$	$1,10.10^{-8}$	$1,44.10^{-8}$	$2,54.10^{-8}$	1.10 ⁻⁵
Trichlorométhane	$1,16.10^{-8}$	$3,27.10^{-10}$	$1,19.10^{-8}$	$1,23.10^{-7}$	$1,49.10^{-9}$	$1,25.10^{-7}$	
PCB	$1,46.10^{-7}$	$6,74.10^{-8}$	$2,13.10^{-7}$	$1,55.10^{-6}$	$3,08.10^{-7}$	$1,86.10^{-6}$	
Somme	$1,58.10^{-7}$	$7,09.10^{-8}$	$2,29.10^{-7}$	$1,69.10^{-6}$	$3,24.10^{-7}$	$2,01.10^{-6}$	
Somme enfant+adulte	$2,24.10^{-6}$						

➤ Accumulation du chlorure de vinyle

Les tableaux suivants présentent les résultats des quotients de danger et des excès de risque individuel dans le cas d'une accumulation du chlorure de vinyle pour le cas extrême d'une personne vivant 70 ans 24h/24 sur le site.

Tableau n°54 : Résultats des quotients de danger – Habitants des logements – Cas majorant avec accumulation du chlorure de vinyle

Paramètre	Enfant			Adulte			Valeur de référence
	Inhalation intérieure	Ingestion d'eau	Somme	Inhalation intérieure	Ingestion d'eau	Somme	
Hydrocarbures aliphatiques C5-C6 (2) (5) (b) (c)	$1,58.10^{-5}$	$3,75.10^{-7}$	$1,62.10^{-5}$	$1,58.10^{-5}$	$1,61.10^{-7}$	$1,60.10^{-5}$	1
Hydrocarbures aliphatiques C6-C8 (2) (5) (b) (c)	$1,58.10^{-5}$	$2,50.10^{-7}$	$1,61.10^{-5}$	$1,58.10^{-5}$	$1,07.10^{-7}$	$1,59.10^{-5}$	
Hydrocarbures aliphatiques C8-C10 (2) (5) (b) (c)	$2,37.10^{-4}$	$6,22.10^{-8}$	$2,37.10^{-4}$	$2,37.10^{-4}$	$2,67.10^{-8}$	$2,37.10^{-4}$	
Hydrocarbures aliphatiques C10-C12 (2) (5) (b) (c)	$2,37.10^{-4}$	$3,93.10^{-8}$	$2,37.10^{-4}$	$2,37.10^{-4}$	$1,68.10^{-8}$	$2,37.10^{-4}$	
Hydrocarbures aromatiques C6-C7 (2) (5) (b) (c)	$1,19.10^{-4}$	$1,11.10^{-5}$	$1,30.10^{-4}$	$1,19.10^{-4}$	$4,75.10^{-6}$	$1,23.10^{-4}$	
Hydrocarbures aromatiques C7-C8 (2) (5) (b) (c)	$1,19.10^{-4}$	$9,45.10^{-6}$	$1,28.10^{-4}$	$1,19.10^{-4}$	$4,05.10^{-6}$	$1,23.10^{-4}$	
Hydrocarbures aromatiques C8- C10 (2) (5) (b) (c)	$9,48.10^{-4}$	$3,47.10^{-5}$	$9,83.10^{-4}$	$9,48.10^{-4}$	$1,49.10^{-5}$	$9,63.10^{-4}$	
Hydrocarbures aromatiques C10-C12 (2) (5) (b) (c)	$9,48.10^{-4}$	$1,22.10^{-4}$	$1,07.10^{-3}$	$9,48.10^{-4}$	$5,21.10^{-5}$	$1,00.10^{-3}$	
Naphtalène (2) (6) (8) (d) (e) (f) (h)	$5,78.10^{-5}$	$1,53.10^{-5}$	$7,32.10^{-5}$	$5,78.10^{-5}$	$6,58.10^{-6}$	$6,44.10^{-5}$	
Trichlorométhane (1) (3) (5) (a) (c) (e)	$9,32.10^{-5}$	$2,01.10^{-5}$	$1,13.10^{-4}$	$9,32.10^{-5}$	$8,60.10^{-6}$	$1,02.10^{-4}$	
1,1,1-trichloroéthane	$9,06.10^{-7}$	$2,76.10^{-8}$	$9,34.10^{-7}$	$9,06.10^{-7}$	$1,18.10^{-8}$	$9,18.10^{-7}$	
Chlorure de vinyle (1) (a)	$2,02.10^{-4}$	$1,72.10^{-5}$	$2,19.10^{-4}$	$2,02.10^{-4}$	$7,39.10^{-6}$	$2,09.10^{-4}$	
PCB (a) (e) (g)	$1,70.10^{-2}$	$1,96.10^{-2}$	$3,66.10^{-2}$	$1,70.10^{-2}$	$8,42.10^{-3}$	$2,54.10^{-2}$	
Somme par organes cibles							
Foie (1) (a)	$1,73.10^{-2}$	$1,97.10^{-2}$	$3,70.10^{-2}$	$1,73.10^{-2}$	$8,44.10^{-3}$	$2,57.10^{-2}$	1
Poumons (2) (b)	$1,97.10^{-2}$	$1,78.10^{-4}$	$1,99.10^{-2}$	$1,97.10^{-2}$	$7,61.10^{-5}$	$1,98.10^{-2}$	
Reins (3) (c)	$1,71.10^{-2}$	$1,98.10^{-4}$	$1,73.10^{-2}$	$1,71.10^{-2}$	$8,47.10^{-5}$	$1,72.10^{-2}$	
Système gastro intestinal (4) (d)	$1,70.10^{-2}$	$1,54.10^{-5}$	$1,70.10^{-2}$	$1,70.10^{-2}$	$6,59.10^{-6}$	$1,70.10^{-2}$	
Système nerveux central (5) (e)	$1,97.10^{-2}$	$1,97.10^{-2}$	$3,94.10^{-2}$	$1,97.10^{-2}$	$8,44.10^{-3}$	$2,82.10^{-2}$	
Système sanguin (6) (f)	$1,71.10^{-2}$	$1,54.10^{-5}$	$1,71.10^{-2}$	$1,71.10^{-2}$	$6,59.10^{-6}$	$1,71.10^{-2}$	
Tissu adipeux (7) (g)	$1,70.10^{-2}$	$1,96.10^{-2}$	$3,66.10^{-2}$	$1,70.10^{-2}$	$8,42.10^{-3}$	$2,54.10^{-2}$	
Yeux (8) (h)	$1,71.10^{-2}$	$1,54.10^{-5}$	$1,71.10^{-2}$	$1,71.10^{-2}$	$6,59.10^{-6}$	$1,71.10^{-2}$	

Tableau n°55 : Résultats des excès de risque individuel – Habitants des logements – Cas majorant avec accumulation du chlorure de vinyle

Paramètre	Enfant			Adulte			Valeur de référence
	Inhalation intérieure	Ingestion d'eau	Somme	Inhalation intérieure	Ingestion d'eau	Somme	
Naphtalène	$1,03.10^{-9}$	$3,16.10^{-9}$	$4,18.10^{-9}$	$1,10.10^{-8}$	$1,44.10^{-8}$	$2,54.10^{-8}$	1.10 ⁻⁵
Trichlorométhane	$1,16.10^{-8}$	$3,27.10^{-10}$	$1,19.10^{-8}$	$1,23.10^{-7}$	$1,49.10^{-9}$	$1,25.10^{-7}$	
Chlorure de vinyle	$3,68.10^{-9}$	$2,77.10^{-9}$	$6,45.10^{-9}$	$3,93.10^{-8}$	$1,27.10^{-8}$	$5,19.10^{-8}$	
PCB	$1,46.10^{-7}$	$6,74.10^{-8}$	$2,13.10^{-7}$	$1,55.10^{-6}$	$3,08.10^{-7}$	$1,86.10^{-6}$	
Somme	$1,62.10^{-7}$	$7,36.10^{-8}$	$2,36.10^{-7}$	$1,73.10^{-6}$	$3,37.10^{-7}$	$2,06.10^{-6}$	
Somme enfant+adulte	$2,3.10^{-6}$						

➤ Commentaires

Quelle que soit l'étape de dégradation des COHV considérée (accumulation du trichloroéthylène, accumulation du cis-1,2-dichloroéthylène et accumulation du chlorure de vinyle), l'analyse des risques pour les effets à seuil montre que les quotients de danger liés aux différents paramètres sont tous inférieurs à 1, valeur maximale définie par la circulaire du 8 février 2007, malgré la prise en compte des concentrations d'exposition maximales et des temps d'exposition maximaux.

En ce qui concerne les effets sans seuil, les excès de risques individuel sont tous inférieurs à 10^{-5} , valeur maximale définie par la circulaire du 8 février 2007, malgré la prise en compte des concentrations d'exposition maximales et des temps d'exposition maximaux.

8 ACTIONS A PREVOIR EN CAS DE CHANGEMENT D'USAGE D'AMENAGEMENT

En cas de changement d'usage ou d'aménagement, devront être mis à disposition du nouvel acquéreur ou de l'aménageur :

- Le présent cahier des charges ;
- Le dossier présentant les caractéristiques des différents ouvrages de confinement permanent présents sur le site.

Tout nouvel usage du site devra faire l'objet d'un nouveau plan de gestion.

9 CONCLUSION

La SEM Ville Renouvelée envisage d'aménager des logements collectifs au droit d'un site localisé rue de Lille à Marquette-lez-Lille.

Les investigations sur les sols, réalisées le 1^{er} mars et le 11 avril 2016, et sur les gaz du sol, réalisées le 3 mars et le 7 juillet 2016 ont principalement mis en évidence :

- La présence d'une pollution diffuse par des métaux peu lixiviables¹ dans les remblais de l'ensemble du site. Les investigations réalisées sur les gaz du sol confirment que le mercure, seul métal potentiellement volatil, détecté dans les sols n'est pas volatil ;
- L'absence de détection des composés analysés dans les gaz du sol à l'exception de traces de COHV en concentration du même ordre de grandeur que les valeurs de référence pour l'air ambiant.

Sur la base des résultats des investigations et du bilan coûts/avantages des différentes options de gestion possibles, le maître d'ouvrage doit mettre en œuvre une barrière physique entre les remblais actuellement présents et les futurs usagers du site constituée :

- Au droit des futurs espaces verts : de minimum 30 cm d'épaisseur de terres saines séparées des matériaux résiduels par un grillage avertisseur ou une membrane géotextile. Dans le cas où le projet d'aménagement prévoit l'aménagement de jardins potagers, la barrière physique devra être constituée de 1 m d'épaisseur de terres saines séparées des matériaux résiduels par un grillage avertisseur ou une membrane géotextile au droit des futurs jardins potagers ;
- Au droit des bâtiments, des voiries et des parkings : d'une dalle de béton ou d'un enrobé bitumineux.

Ces mesures de gestion pourront être actualisées une fois le plan d'aménagement défini plus précisément.

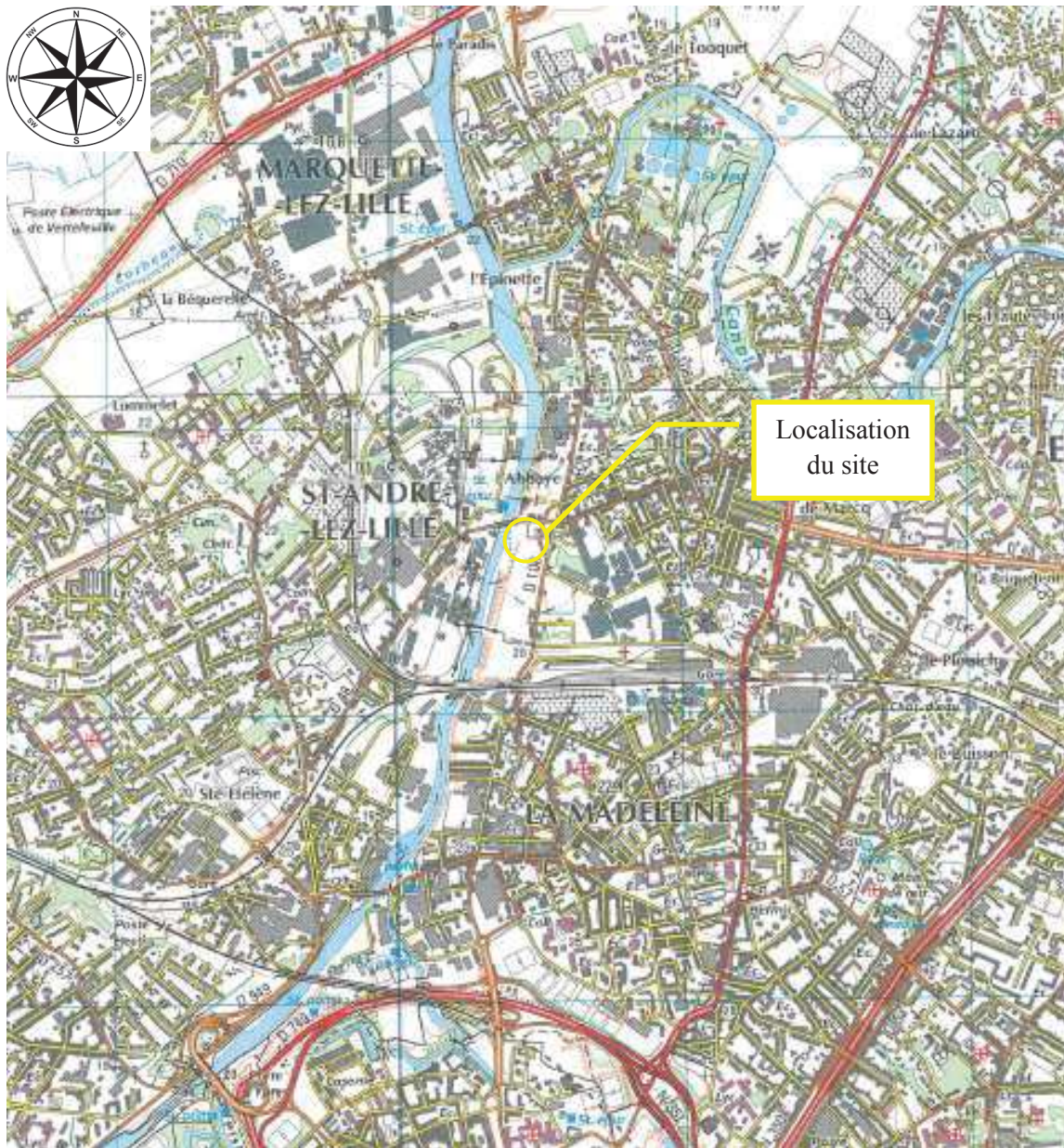
Afin de valider les différentes mesures de gestion proposées au stade du plan de gestion directeur et la compatibilité sanitaire de l'état résiduel du site avec l'usage futur de logements, une analyse des risques résiduels prédictive a été réalisée. Elle a conclu à la compatibilité sanitaire des teneurs et concentrations résiduelles avec l'usage projeté sur le site et permet à ce stade d'envisager une modification du PLU, sous réserve de la mise en œuvre des mesures de gestion décrites précédemment.

Nous recommandons à la SEM VR de prendre en compte les différentes contraintes liées à la gestion des remblais présentant des teneurs significatives en métaux et, dans une moindre mesure, des traces de composés organiques, dès la conception du projet afin d'optimiser l'équilibre déblais/remblais de l'aménagement.

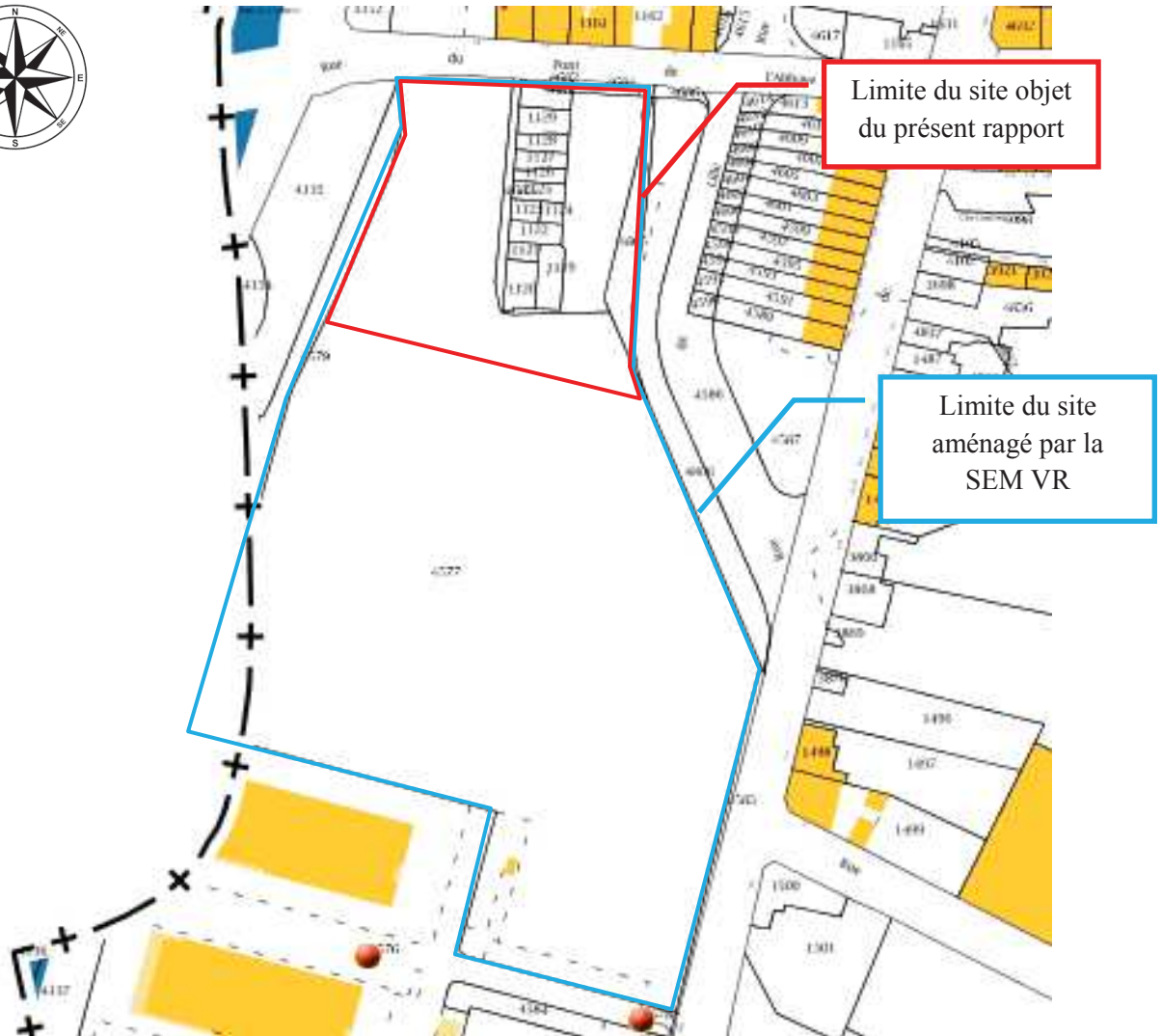
Par ailleurs, nous recommandons à la SEM VR d'être accompagnée par un bureau d'études spécialisé en gestion des sites et sols pollués lors des travaux d'aménagement du site, notamment pour la gestion des remblais du site rendue nécessaire par l'aménagement.

Toute modification d'usage du site devra faire l'objet d'un nouveau plan de gestion.

¹ Lors de la première campagne d'investigations (1^{er} mars 2016), des sondages ont été réalisés au droit de l'ensemble de la parcelle que la SEM VR envisage d'aménager. Une analyse des métaux sur lixiviat a été réalisée sur les remblais d'un sondage localisé hors de l'emprise faisant l'objet du présent rapport et a mis en évidence la présence de métaux peu voire pas lixiviables. Les remblais étant homogènes sur l'ensemble de la parcelle, les métaux présents au sein de l'emprise, objet du présent rapport, sont a priori également peu lixiviables.



SEM VR – Site rue de Lille à Marquette-lez-Lille	Échelle approximative : 1/25 000 ^{ème}
Investigations de sol et de gaz du sol et plan de gestion directeur – Août 2016	Figure n°1 : Plan de localisation du site



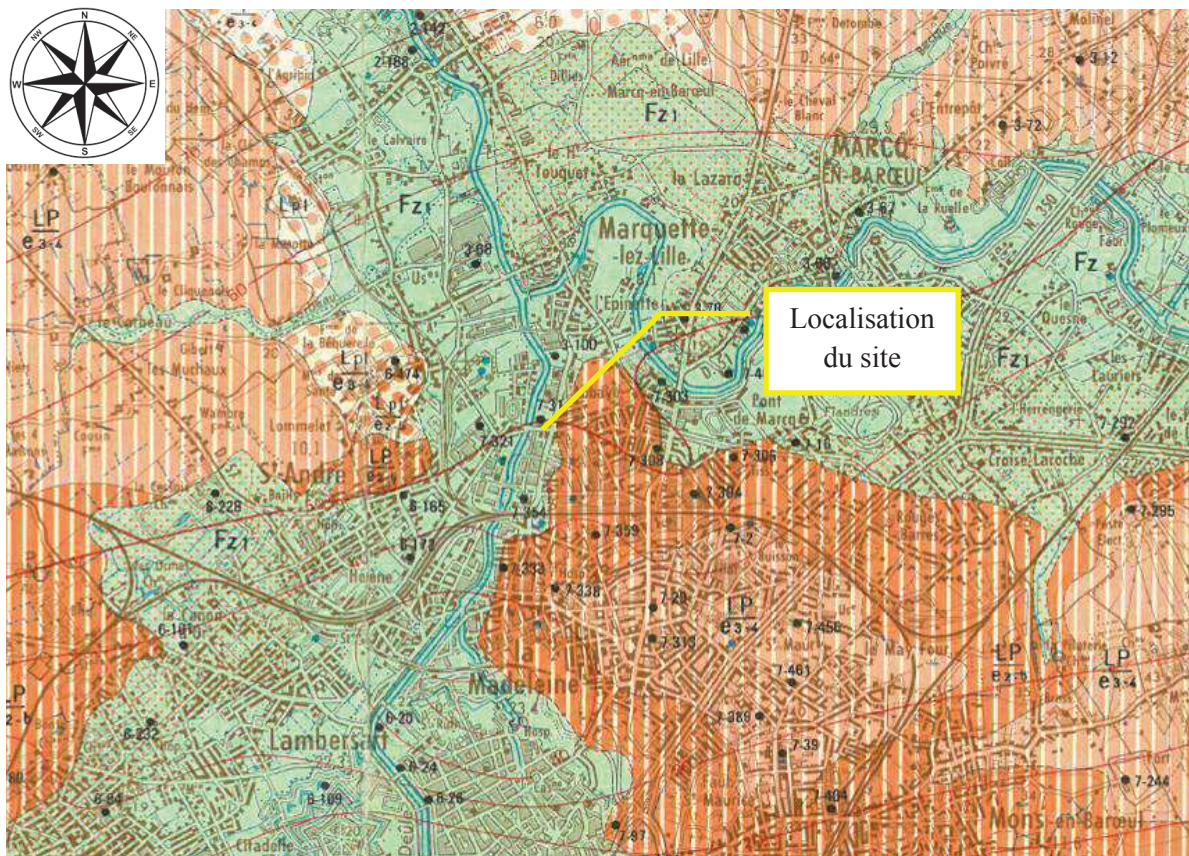
SEM VR – Site rue de Lille à Marquette-lez-Lille	Échelle approximative : 1/2 000^{ème}
Investigations de sol et de gaz du sol et plan de gestion directeur – Août 2016	Figure n°2 : Extrait du plan cadastral de Marquette-lez-Lille









Limite du site objet
du présent rapport

Limite du site
aménagé par la
SEM VR

SEM VR – Site rue de Lille à Marquette-lez-Lille	Échelle approximative : 1/2 000^{ème}
Investigations de sol et de gaz du sol et plan de gestion directeur – Août 2016	Figure n°3 : Plan de localisation de la zone que la SEM VR envisage d'aménager



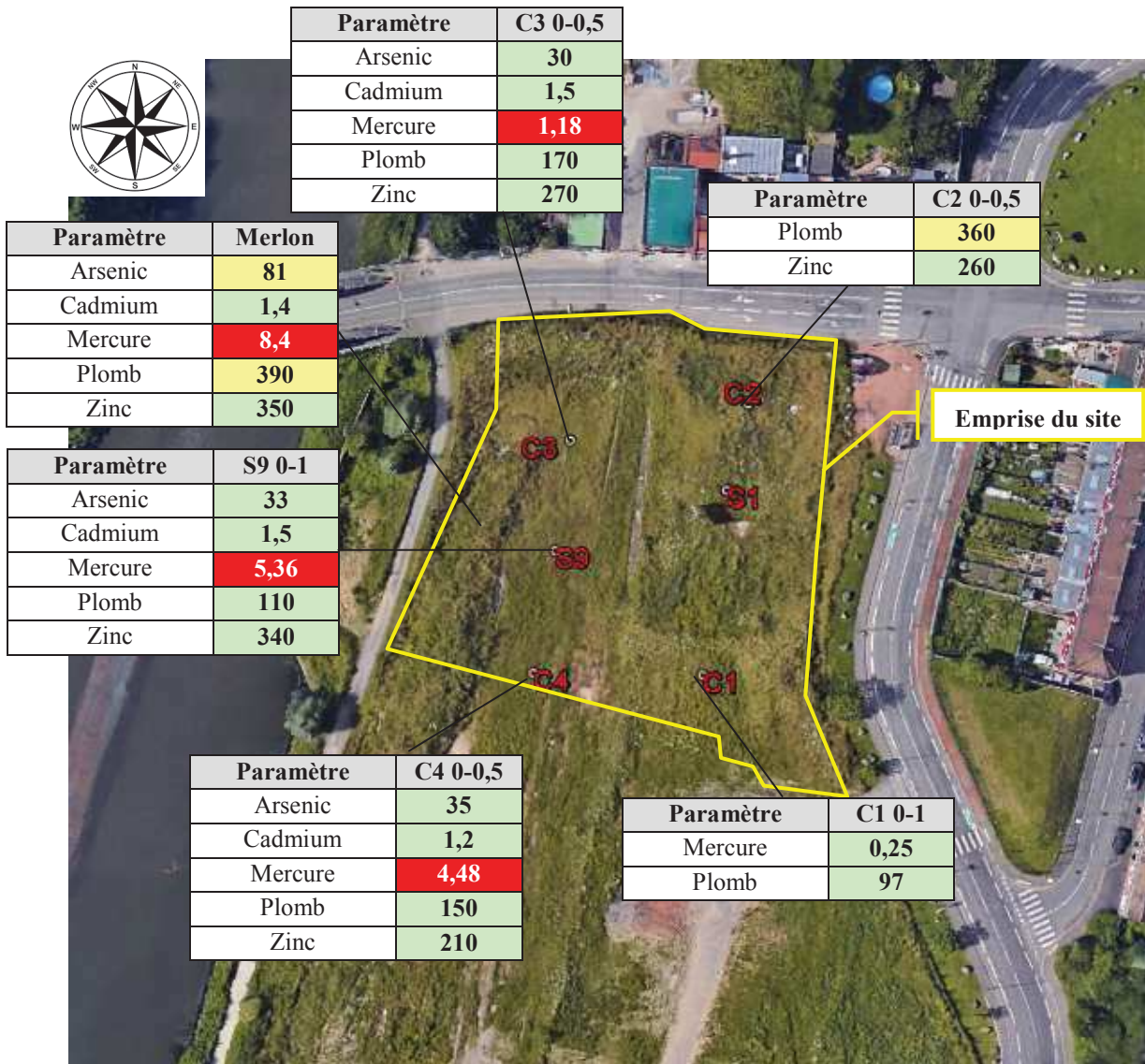
Légende :

-  Alluvions modernes
-  Zones péri-alluvionnaires
-  Limons de plateaux sur argile de Roncq, de Roubaix, d'Orchies de l'Yprésien (faciès argileux)
-  Limons de plateaux sur sables d'Ostercourt du Landénien
-  Limons de la plaine de la Lys sur sables d'Ostercourt du Landénien
-  Limons de la plaine de la Lys sur argile de Roncq, de Roubaix, d'Orchies de l'Yprésien (faciès argileux)

SEM VR – Site rue de Lille à Marquette-lez-Lille	Échelle approximative : 1/50 000 ^{ème}
Investigations de sol et de gaz du sol et plan de gestion directeur – Août 2016	Figure n°4 : Extrait de la carte géologique



SEM VR – Site rue de Lille à Marquette-lez-Lille	Échelle approximative : 1/1 200 ^{ème}
Investigations de sol et de gaz du sol et plan de gestion directeur – Août 2016	Figure n°5 : Plan de localisation des sondages réalisés en mars et avril 2016



Légende :

Toutes les teneurs sont indiquées en mg/kg.

- Teneur supérieure à deux fois la teneur maximale du fond géochimique
- Teneur supérieure à 5 fois la teneur maximale du fond géochimique
- Teneur supérieure à 10 fois la teneur maximale du fond géochimique

SEM VR – Site rue de Lille à Marquette-lez-Lille

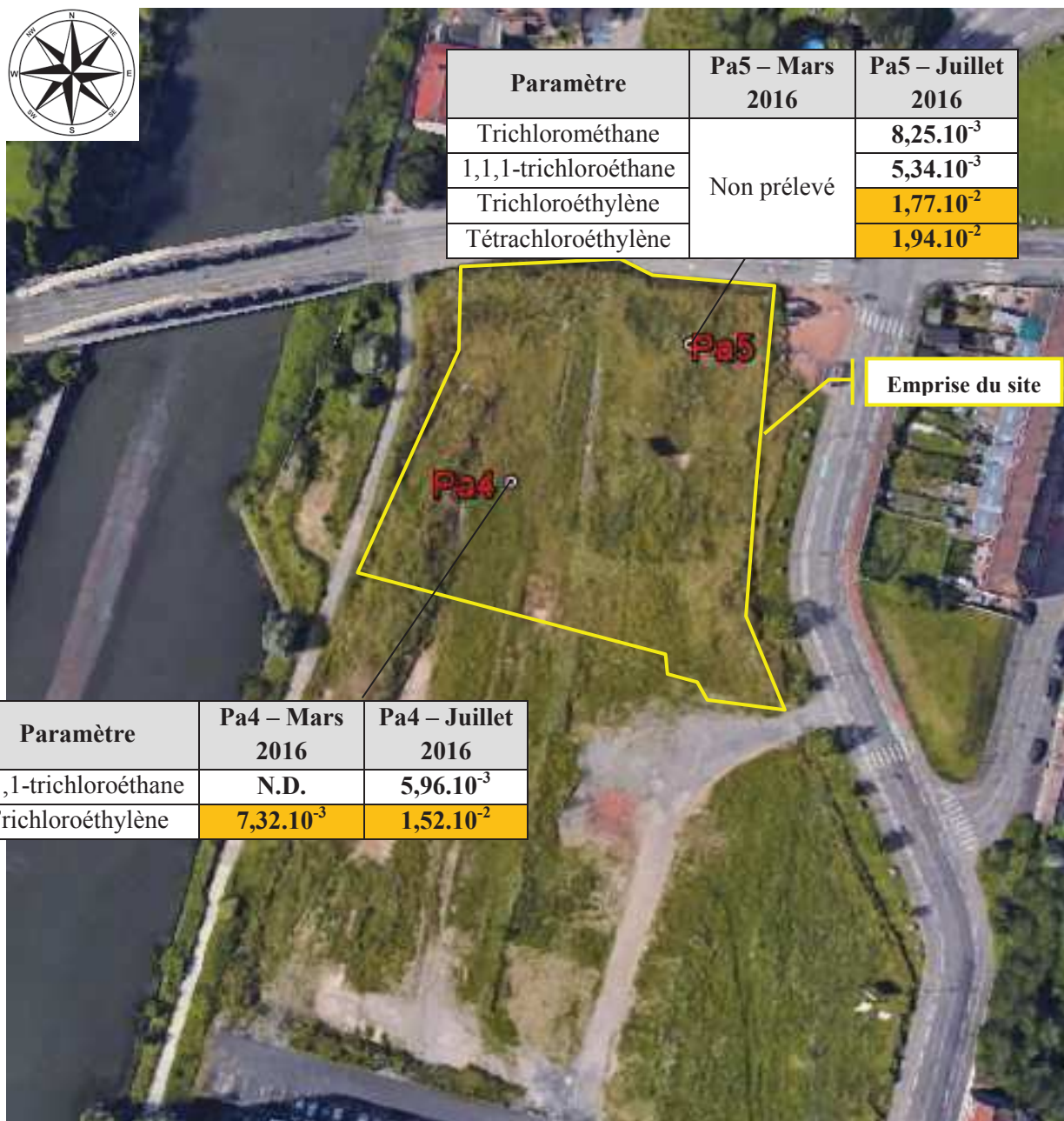
Échelle approximative : 1/1 200^{ème}

Investigations de sol et de gaz du sol et plan de gestion directeur – Août 2016

Figure n°6 : Cartographie des dépassements des valeurs de référence – sol



SEM VR – Site rue de Lille à Marquette-lez-Lille	Échelle approximative : 1/1 200 ^{ème}
Investigations de sol et de gaz du sol et plan de gestion directeur – Août 2016	Figure n°7 : Plan de localisation des piézais



Paramètre	Pa5 – Mars 2016	Pa5 – Juillet 2016
Trichlorométhane	Non prélevé	$8,25.10^{-3}$
1,1,1-trichloroéthane		$5,34.10^{-3}$
Trichloroéthylène		$1,77.10^{-2}$
Tétrachloroéthylène		$1,94.10^{-2}$

Emprise du site

Paramètre	Pa4 – Mars 2016	Pa4 – Juillet 2016
1,1,1-trichloroéthane	N.D.	$5,96.10^{-3}$
Trichloroéthylène	$7,32.10^{-3}$	$1,52.10^{-2}$

Légende :

Toutes les concentrations sont indiquées en mg/m^3 .

Concentration supérieure à la valeur de l'observatoire de la qualité de l'air intérieur mais inférieure à la valeur guide de qualité de l'air intérieur de l'ANSES

N.D. : non détecté

SEM VR – Site rue de Lille à Marquette-lez-Lille	Échelle approximative : 1/1 200 ^{ème}
Investigations de sol et de gaz du sol et plan de gestion directeur – Août 2016	Figure n°8 : Cartographie des dépassements des valeurs de référence – gaz du sol

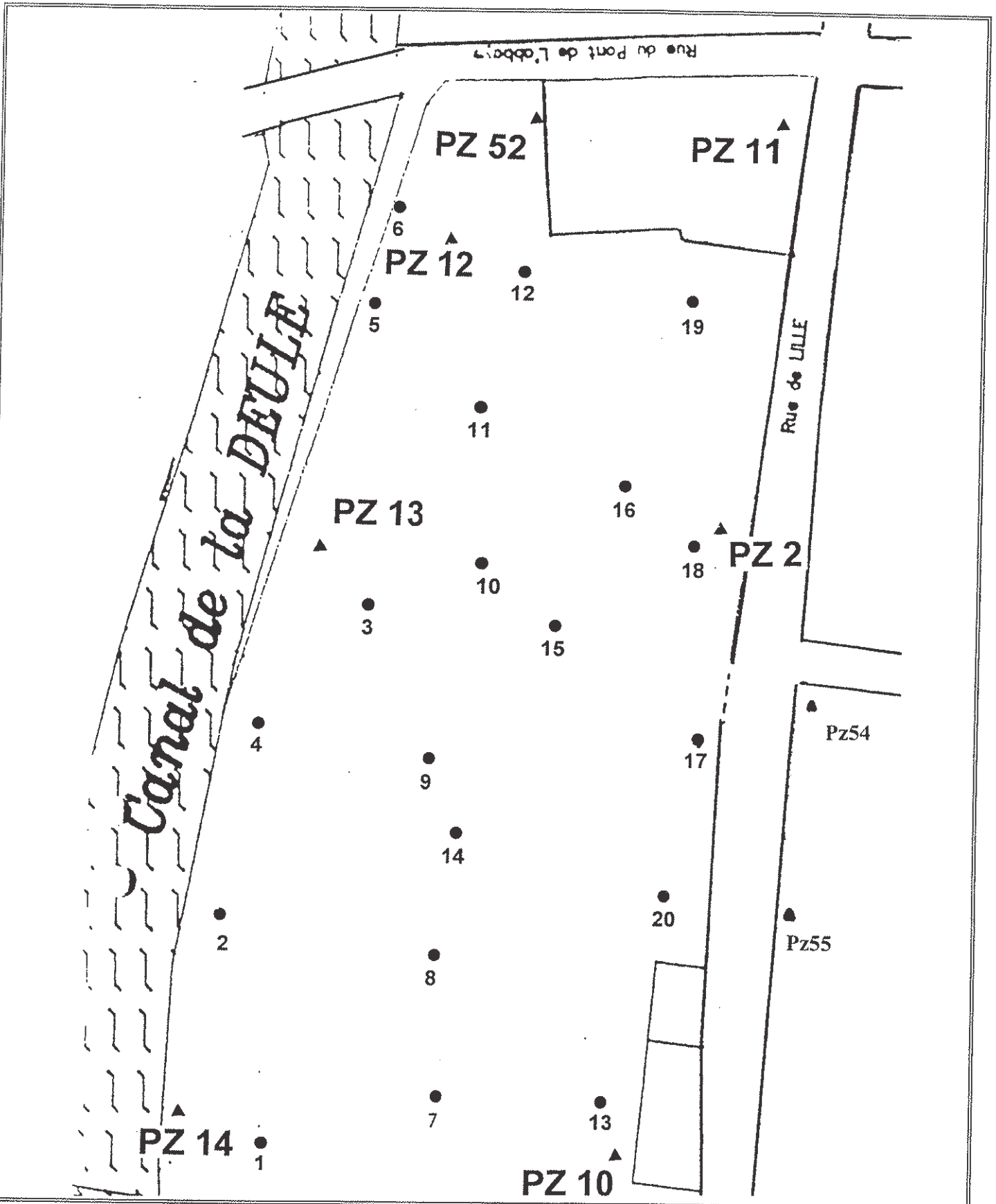
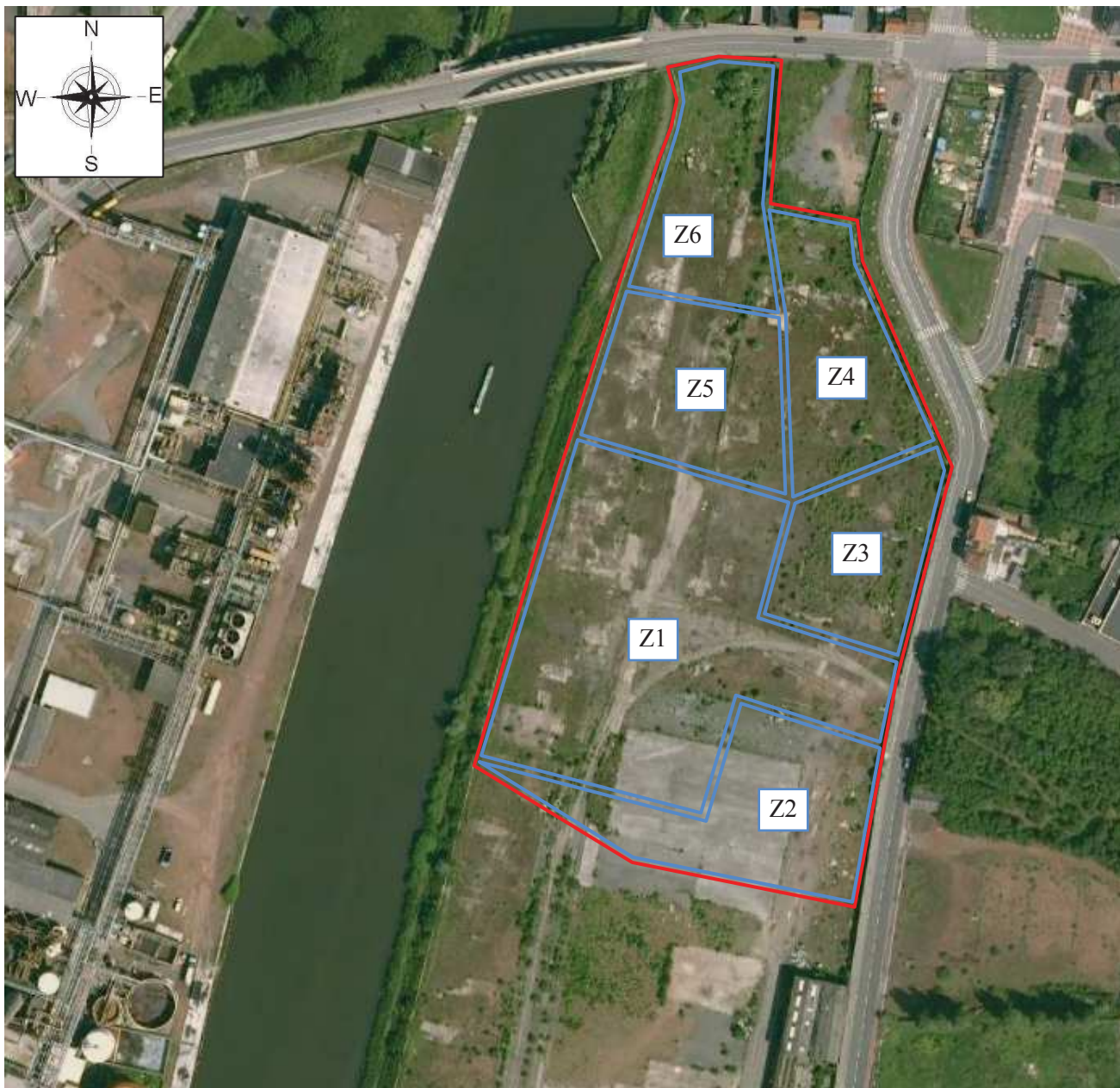


Figure 9

Localisation des investigations réalisées en 1998 et en 1999





Légende :

- Limite du site de la SEM VR
- Limites des zones échantillonnées par EACM en avril 2009

SEM Ville Renouvelée – Ancien site Rhodia de Marquette-lez-Lille	Échelle approximative : 1 / 2 150 ^e
Étude quantitative du risque sanitaire	Figure 2 : Plan de localisation des zones échantillonnées

Paramètre	Unité	5 0-1	5 1-2	5 2-3	5 3-4	6 0-1	6 1-2	6 2-3	6 3-4	12 0-1	12 1-2	12 2-3	12 3-4,2	Pz12 0-1,8	Pz12 1,8-3,2	Pz12 3,2-4,3	Pz12 4,3-5,1	Pz12 5,1-5,5	Pz12 5,5-6,5	Z4 0-0,1	Z6 0-0,1	Fond géochimique local			
		1993												1998					Avril 2009		(Min-Max)	V2	V5	V10	
Métaux																									
Arsenic		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14,8	5,4	3,4	5,1	1,5	1,9	29,4	716	(6,4 - 11,5)	23	57,5	115
Cadmium		1	-	-	1	3	1	1	-	0	0	-	-	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	2,4	6,29	(0,21 - 0,57)	1,14	2,85	5,7
Chrome		66	37	28	26	36	30	22	26	21	23	26	26	39	47	32	30	37	34	30,6	52,9	(46,8 - 60,4)	121	302	604
Cr VI		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39	<1,2	<1,2	<1,2	<1,2	<1,2	-	-	-	-	-	-
Cuivre	mg/kg	145	-	-	27	338	237	82	-	38	11	-	-	19	11	10	9	4	5	109	636	(9,2 - 74)	148	370	740
Mercurure		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	2,95	1120	(0,041 - 0,113)	0,23	0,57	1,1
Nickel		23	-	-	23	38	8	17	-	21	6	-	-	37	28	28	23	12	12	12,6	42,3	(15,3 - 23,1)	46,2	116	231
Plomb		235	-	-	60	458	207	118	-	28	8	-	-	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	220	8890	(21,1 - 43,2)	86,4	216	432
Zinc		189	-	-	76	787	477	85	-	32	36	-	-	49	44	35	30	30	29	502	1200	(49,3 - 78,3)	157	392	783

Paramètre	Unité	5 0-1	5 1-2	5 2-3	5 3-4	6 0-1	6 1-2	6 2-3	6 3-4	12 0-1	12 1-2	12 2-3	12 3-4,2	Pz12 0-1,8	Pz12 1,8-3,2	Pz12 3,2-4,3	Pz12 4,3-5,1	Pz12 5,1-5,5	Pz12 5,5-6,5	Z4 0-0,1	Z6 0-0,1	Seuil d'acceptation en ISDI	
		1993												1998					Avril 2009				
Ions																							
Ammonium		1176	928	1103	830	259	516	611	355	462	503	277	492	-	-	-	-	-	-	<0,56	0,86	-	
Potassium		4184	3133	2036	1941	6258	5290	5538	4818	3482	3912	4171	3515	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Nitrates	mg/kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<20	37,4	-
Sulfates		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	91,9	220	-
Polychlorobiphényles																							
PCB	mg/kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,44	1,31	1

	FICHE DE SONDAGE	Identification : ET-002-003-IV
		Version n°4 de 30 août 2013
		Enregistrement

Affaire : Ea3123 Préleveur : AdV Sondeur : FC Client : SEM VR Date : 01/03/2016	N° du Sondage : S1	Coordonnées GPS : X : 7063188,486 Y : 704492,806 Z : 21,313
---	----------------------------------	---

Profondeur (m/sol)	Etage lithologique	Description des faciès	Odeurs	Visuel / granulométrie	Échantillons	
					Référence	heure de prélèvement
0		Remblais noirs et terre végétale	Non	Hétérogène	S1 0-0,6	10h30
1		Limon marron	Non	Homogène	S1 0,6-1,2	10h40
		Limon marron	Non	Homogène	S1 1,2-2,2	10h50
2		Limon marron	Non	Homogène	S1 2,2-3,2	11h
3		Limon marron	Non	Homogène		

Observations :

	FICHE DE SONDAGE	Identification : ET-002-003-IV
		Version n°4 de 30 août 2013
		Enregistrement

Affaire : Ea3123 Préleveur : AdV Sondeur : FC Client : SEM VR Date : 01/03/2016	N° du Sondage : S9	Coordonnées GPS : X : 7063178,25 Y : 704463,238 Z : 17,995
---	----------------------------------	--

Profondeur (m/sol)	Etage lithologique	Description des faciès	Odeurs	Visuel / granulométrie	Échantillons	
					Référence	heure de prélèvement
0						
		Remblais noirs + briques rouges	Non	Hétérogène	S9 0-1	17h30
1		Limons marron	Non	Homogène	S9 1-2	17h45
2		Limons marron	Non	Homogène	S9 2-3	18h
3		Limons marron	Non	Homogène	S9 3-3,6	18h15

Observations :

Paramètre		Norme de référence	Limite de quantification du laboratoire (LQi)
Indice hydrocarbures avec répartition des fractions		ISO 16703	20 mg/kg
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)		ISO 13877	0,05 mg/kg
Bilan 8 métaux (arsenic, cadmium, cuivre, chrome, mercure, nickel, plomb, zinc)		NF ISO 11465 NF EN 13657 NF EN 11885 NF ISO 16772	0,05 à 5 mg/kg
Composés organiques halogénés volatils (COHV)		NF ISO 22155	0,03 à 0,5 mg/kg
BTEX (Benzène, Toluène, Ethylbenzène, Xylènes)		NF ISO 22155	0,05 mg/kg
Sulfates		Méthode interne	25 mg/kg
Chlorures		Méthode interne	25 mg/kg
Nitrates		Méthode interne	5 mg/kg
Nitrites		Méthode interne	5 mg/kg
Potassium		EN-ISO 11885	60 mg/kg
Sodium		EN-ISO 11885	30 mg/kg
Pack ISDI	Matière sèche sur sol brut	NF ISO 11465	0,01% en poids
	Métaux lourds sur sol	EN ISO 11885 et NF ISO 16772	0,05 à 5 mg/kg
	HCT sur brut	NF ISO 16703	20 mg/kg
	BTEX sur brut	NF ISO 22155	0,05 mg/kg
	HAP sur brut	NF ISO 13877	0,05 mg/kg
	Polychlorobiphényles (PCB)	NF EN 1948	1 à 10 ng/kg
	COT sur brut	NF EN 10694	0,2% de C en poids en MS
	Lixiviation	NF EN 12457-2	/
	Métaux lourds sur éluât	NF EN ISO 11885	0,1-70 µg/l
	Indice phénol	NF EN ISO 13370	70 µg phénol/l
	Mercure sur éluât	NF EN 1483	0,03 µg/l
	Fluorures	ISO 10359-1	0,02 mg/l
	COT sur éluât	NF EN 1484	0,3 mgC/l
	Sulfates sur éluât	NF ISO 22743	1 mg SO4/l
	Chlorures sur éluât	NF EN ISO 15682	0,2 mg de Cl/l
	Résidu à sec sur éluât	NF EN 15216 eq. EN 12880	50 mg/l

AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Postbus 693, 7400 AR Deventer
Tel. +31(0)570 788110, Fax +31(0)570 788108
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

EACM
7 rue Gustave Delory
59000 LILLE
FRANCE

Date 18.04.2016

N° Client 35004888

RAPPORT D'ANALYSES 568480 / 2 - 497722 / 2

La barre oblique après la commande et/ou le numéro de l'analyse correspond à la version actuelle du rapport d'essai. Cette version remplace toutes les versions précédentes de ce rapport d'essai.

N° Cde **568480 / 2 Ea3123**
N° échant. **497722 / 2 Solide / Eluat**
Date de validation **02.03.2016**
Prélèvement **01.03.2016**
Prélèvement par: **Client**
Spécification des échantillons **S1 0-0.6**

	Unité	Résultat	Limit d. Quant.	Incert. Résultat %	Méthode
Prétraitement des échantillons					
Broyeur à mâchoires					méthode interne
Matière sèche	%	* 83,5	0,01	+/- 1	ISO11465; EN12880
Prétraitement pour analyses des métaux					
Minéralisation à l'eau régale		*			Conform 6961 /NF-EN 16174
Métaux					
Arsenic (As)	mg/kg Ms	6,8	1	+/- 15	EN-ISO 11885
Cadmium (Cd)	mg/kg Ms	0,2	0,1	+/- 21	EN-ISO 11885
Chrome (Cr)	mg/kg Ms	40	0,2	+/- 12	EN-ISO 11885
Cuivre (Cu)	mg/kg Ms	29	0,2	+/- 20	EN-ISO 11885
Mercure (Hg)	mg/kg Ms	0,22	0,05	+/- 20	ISO 16772
Nickel (Ni)	mg/kg Ms	26	0,5	+/- 11	EN-ISO 11885
Plomb (Pb)	mg/kg Ms	73	0,5	+/- 11	EN-ISO 11885
Zinc (Zn)	mg/kg Ms	140	1	+/- 22	EN-ISO 11885
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (ISO)					
Naphtalène	mg/kg Ms	<0,50^{m)}	0,5		équivalent à ISO 13877
Acénaphthylène	mg/kg Ms	<0,50^{m)}	0,5		équivalent à ISO 13877
Acénaphthène	mg/kg Ms	<0,50^{m)}	0,5		équivalent à ISO 13877
Fluorène	mg/kg Ms	<0,50^{m)}	0,5		équivalent à ISO 13877
Phénanthrène	mg/kg Ms	0,56	0,05	+/- 20	équivalent à ISO 13877
Anthracène	mg/kg Ms	<0,50^{m)}	0,5		équivalent à ISO 13877
Fluoranthène	mg/kg Ms	2,6	0,05	+/- 17	équivalent à ISO 13877
Pyrène	mg/kg Ms	3,7	0,05	+/- 19	équivalent à ISO 13877
Benzo(a)anthracène	mg/kg Ms	2,4	0,05	+/- 14	équivalent à ISO 13877
Chrysène	mg/kg Ms	2,4	0,05	+/- 14	équivalent à ISO 13877
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg Ms	8,5	0,05	+/- 12	équivalent à ISO 13877
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg Ms	3,7	0,05	+/- 14	équivalent à ISO 13877
Benzo(a)pyrène	mg/kg Ms	8,9	0,05	+/- 14	équivalent à ISO 13877
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg Ms	1,1	0,05	+/- 15	équivalent à ISO 13877
Benzo(g,h,i)pérylène	mg/kg Ms	4,7	0,05	+/- 14	équivalent à ISO 13877
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	mg/kg Ms	7,3	0,05	+/- 17	équivalent à ISO 13877
HAP (6 Borneff) - somme	mg/kg Ms	35,7			équivalent à ISO 13877
Somme HAP (VROM)	mg/kg Ms	32,6^{x)}			équivalent à ISO 13877

AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Postbus 693, 7400 AR Deventer
Tel. +31(0)570 788110, Fax +31(0)570 788108
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

Date 18.04.2016
N° Client 35004888

RAPPORT D'ANALYSES 568480 / 2 - 497722 / 2

Spécification des échantillons **S1 0-0.6**

	Unité	Résultat	Limit d. Quant.	Incert. Résultat %	Méthode
HAP (EPA) - somme	mg/kg Ms	45,9 ^{x)}			équivalent à ISO 13877

Composés aromatiques

Benzène	mg/kg Ms	<0,05	0,05		ISO 22155
Toluène	mg/kg Ms	<0,05	0,05		ISO 22155
Ethylbenzène	mg/kg Ms	<0,05	0,05		ISO 22155
<i>m,p</i> -Xylène	mg/kg Ms	<0,10	0,1		ISO 22155
<i>o</i> -Xylène	mg/kg Ms	<0,050	0,05		ISO 22155
Somme Xylènes	mg/kg Ms	n.d.			ISO 22155

COHV

Chlorure de Vinyle	mg/kg Ms	<0,02	0,02		ISO 22155
Dichlorométhane	mg/kg Ms	<0,05	0,05		ISO 22155
Trichlorométhane	mg/kg Ms	<0,05	0,05		ISO 22155
Tétrachlorométhane	mg/kg Ms	<0,05	0,05		ISO 22155
Trichloroéthylène	mg/kg Ms	<0,05	0,05		ISO 22155
Tétrachloroéthylène	mg/kg Ms	<0,05	0,05		ISO 22155
1,1,1-Trichloroéthane	mg/kg Ms	<0,05	0,05		ISO 22155
1,1,2-Trichloroéthane	mg/kg Ms	<0,05	0,05		ISO 22155
1,1-Dichloroéthane	mg/kg Ms	<0,10	0,1		ISO 22155
1,2-Dichloroéthane	mg/kg Ms	<0,05	0,05		ISO 22155
<i>cis</i> -1,2-Dichloroéthène	mg/kg Ms	<0,025	0,025		ISO 22155
1,1-Dichloroéthylène	mg/kg Ms	<0,10	0,1		ISO 22155
<i>Trans</i> -1,2-Dichloroéthylène	mg/kg Ms	<0,025	0,025		ISO 22155
Somme cis/trans-1,2-Dichloroéthylènes	mg/kg Ms	n.d.			ISO 22155

Hydrocarbures totaux (ISO)

Hydrocarbures totaux C10-C40	mg/kg Ms	490	20	+/- 21	ISO 16703
Fraction C10-C12	mg/kg Ms	<4,0	4		ISO 16703 ⁿ⁾
Fraction C12-C16	mg/kg Ms	6,7	4	+/- 21	ISO 16703 ⁿ⁾
Fraction C16-C20	mg/kg Ms	18,3	2	+/- 21	ISO 16703 ⁿ⁾
Fraction C20-C24	mg/kg Ms	43,5	2	+/- 21	ISO 16703 ⁿ⁾
Fraction C24-C28	mg/kg Ms	91,7	2	+/- 21	ISO 16703 ⁿ⁾
Fraction C28-C32	mg/kg Ms	120	2		ISO 16703 ⁿ⁾
Fraction C32-C36	mg/kg Ms	130	2	+/- 21	ISO 16703 ⁿ⁾
Fraction C36-C40	mg/kg Ms	81,1	2	+/- 21	ISO 16703 ⁿ⁾

x) Les résultats ne tiennent pas compte des teneurs en dessous des seuils de quantification.

m) Etant donné l'influence perturbatrice de l'échantillon, les limites de quantification ont été relevées.

Explication: dans la colonne de résultats "<" signifie inférieur à la limite de quantification; n.d. signifie non déterminé.

L'incertitude étendue et combinée donnée dans le rapport ci-dessus est généralement calculée selon les prescriptions du "Guide de l'expression des incertitudes de mesure" (GUM, JCGM 100: 2008), spécifié dans le Rapport Nordtest TR 537. Le facteur d'élargissement $k = 2$ correspond au niveau de confiance de 95% (intervalle de confiance). Les incertitudes rapportées sont valables pour différentes matrices et différentes concentrations. Certains échantillons très spécifiques peuvent néanmoins occasionner une incertitude de mesure différente de celle donnée ci-dessus.

Les résultats des analyses marqués par * sont rapportés à la quantité de matière brute. Tous les autres résultats sont rapportés à la quantité de matière sèche.

n) Non accrédité

AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Postbus 693, 7400 AR Deventer
Tel. +31(0)570 788110, Fax +31(0)570 788108
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

Date 18.04.2016
N° Client 35004888

RAPPORT D'ANALYSES 568480 / 2 - 497722 / 2

Spécification des échantillons **S1 0-0.6**

AL-West B.V. M. Claude Gautheron, Tel. +33/380680143
Chargé relation clientèle

Début des analyses: 03.03.2016
Fin des analyses: 09.03.2016

Les résultats d'analyses ne concernent que ces échantillons soumis à essai. La qualité du résultat rendu est contrôlée et validée, mais la pertinence en est difficilement vérifiable car le laboratoire n'a pas connaissance du contexte du site, de l'historique de l'échantillon. .

AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Postbus 693, 7400 AR Deventer
Tel. +31(0)570 788110, Fax +31(0)570 788108
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

EACM
7 rue Gustave Delory
59000 LILLE
FRANCE

Date 18.04.2016

N° Client 35004888

RAPPORT D'ANALYSES 568480 / 2 - 497764 / 2

La barre oblique après la commande et/ou le numéro de l'analyse correspond à la version actuelle du rapport d'essai. Cette version remplace toutes les versions précédentes de ce rapport d'essai.

N° Cde **568480 / 2 Ea3123**
N° échant. **497764 / 2 Solide / Eluat**
Date de validation **02.03.2016**
Prélèvement **01.03.2016**
Prélèvement par: **Client**
Spécification des échantillons **S9 0-1**

	Unité	Résultat	Limit d. Quant.	Incert. Résultat %	Méthode
Prétraitement des échantillons					
Homogénéisation		*			méthode interne
Matière sèche	%	83,9	0,01	+/- 1	ISO11465; EN12880
Prétraitement pour analyses des métaux					
Minéralisation à l'eau régale		*			Conform 6961 /NF-EN 16174
Métaux					
Arsenic (As)	mg/kg Ms	33	1	+/- 15	EN-ISO 11885
Cadmium (Cd)	mg/kg Ms	1,5	0,1	+/- 21	EN-ISO 11885
Chrome (Cr)	mg/kg Ms	49	0,2	+/- 12	EN-ISO 11885
Cuivre (Cu)	mg/kg Ms	130	0,2	+/- 20	EN-ISO 11885
Mercure (Hg)	mg/kg Ms	5,36	0,05	+/- 20	ISO 16772
Nickel (Ni)	mg/kg Ms	21	0,5	+/- 11	EN-ISO 11885
Plomb (Pb)	mg/kg Ms	110	0,5	+/- 11	EN-ISO 11885
Zinc (Zn)	mg/kg Ms	340	1	+/- 22	EN-ISO 11885
Hydrocarbures totaux (ISO)					
Hydrocarbures totaux C10-C40	mg/kg Ms	170	20	+/- 21	ISO 16703
Fraction C10-C12	mg/kg Ms	<4,0	4		ISO 16703 n)
Fraction C12-C16	mg/kg Ms	<4,0	4		ISO 16703 n)
Fraction C16-C20	mg/kg Ms	6,2	2	+/- 21	ISO 16703 n)
Fraction C20-C24	mg/kg Ms	18,5	2	+/- 21	ISO 16703 n)
Fraction C24-C28	mg/kg Ms	44,3	2	+/- 21	ISO 16703 n)
Fraction C28-C32	mg/kg Ms	52	2		ISO 16703 n)
Fraction C32-C36	mg/kg Ms	27,5	2	+/- 21	ISO 16703 n)
Fraction C36-C40	mg/kg Ms	12,4	2	+/- 21	ISO 16703 n)

Explication: dans la colonne de résultats "<" signifie inférieur à la limite de quantification; n.d. signifie non déterminé.

L'incertitude étendue et combinée donnée dans le rapport ci-dessus est généralement calculée selon les prescriptions du "Guide de l'expression des incertitudes de mesure" (GUM, JCGM 100: 2008), spécifié dans le Rapport Nordtest TR 537. Le facteur d'élargissement $k = 2$ correspond au niveau de confiance de 95% (intervalle de confiance). Les incertitudes rapportées sont valables pour différentes matrices et différentes concentrations. Certains échantillons très spécifiques peuvent néanmoins occasionner une incertitude de mesure différente de celle donnée ci-dessus.

Les résultats des analyses marqués par * sont rapportés à la quantité de matière brute. Tous les autres résultats sont rapportés à la quantité de matière sèche.

n) Non accrédité

AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Postbus 693, 7400 AR Deventer
Tel. +31(0)570 788110, Fax +31(0)570 788108
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

Date 18.04.2016
N° Client 35004888

RAPPORT D'ANALYSES 568480 / 2 - 497764 / 2

Spécification des échantillons **S9 0-1**

AL-West B.V. M. Claude Gautheron, Tel. +33/380680143
Chargé relation clientèle

Début des analyses: 03.03.2016

Fin des analyses: 09.03.2016

Les résultats d'analyses ne concernent que ces échantillons soumis à essai. La qualité du résultat rendu est contrôlée et validée, mais la pertinence en est difficilement vérifiable car le laboratoire n'a pas connaissance du contexte du site, de l'historique de l'échantillon. .

AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Postbus 693, 7400 AR Deventer
Tel. +31(0)570 788110, Fax +31(0)570 788108
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

EACM
7 rue Gustave Delory
59000 LILLE
FRANCE

Date 18.04.2016

N° Client 35004888

RAPPORT D'ANALYSES 568480 / 2 - 497765 / 2

La barre oblique après la commande et/ou le numéro de l'analyse correspond à la version actuelle du rapport d'essai. Cette version remplace toutes les versions précédentes de ce rapport d'essai.

N° Cde **568480 / 2 Ea3123**
N° échant. **497765 / 2 Solide / Eluat**
Date de validation **02.03.2016**
Prélèvement **01.03.2016**
Prélèvement par: **Client**
Spécification des échantillons **Merlon**

	Unité	Résultat	Limit d. Quant.	Incert. Résultat %	Méthode
Prétraitement des échantillons					
Matière sèche	%	* 80,0	0,01	+/- 1	ISO11465; EN12880
Prétraitement pour analyses des métaux					
Minéralisation à l'eau régale		*			Conform 6961 /NF-EN 16174
Métaux					
Arsenic (As)	mg/kg Ms	81	1	+/- 15	EN-ISO 11885
Cadmium (Cd)	mg/kg Ms	1,4	0,1	+/- 21	EN-ISO 11885
Chrome (Cr)	mg/kg Ms	33	0,2	+/- 12	EN-ISO 11885
Cuivre (Cu)	mg/kg Ms	130	0,2	+/- 20	EN-ISO 11885
Mercure (Hg)	mg/kg Ms	8,40	0,05	+/- 20	ISO 16772
Nickel (Ni)	mg/kg Ms	17	0,5	+/- 11	EN-ISO 11885
Plomb (Pb)	mg/kg Ms	390	0,5	+/- 11	EN-ISO 11885
Zinc (Zn)	mg/kg Ms	350	1	+/- 22	EN-ISO 11885
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (ISO)					
Naphtalène	mg/kg Ms	0,19	0,05	+/- 27	équivalent à ISO 13877
Acénaphtylène	mg/kg Ms	<0,050	0,05		équivalent à ISO 13877
Acénaphène	mg/kg Ms	0,34	0,05	+/- 11	équivalent à ISO 13877
Fluorène	mg/kg Ms	0,34	0,05	+/- 46	équivalent à ISO 13877
Phénanthrène	mg/kg Ms	3,0	0,05	+/- 20	équivalent à ISO 13877
Anthracène	mg/kg Ms	0,58	0,05	+/- 24	équivalent à ISO 13877
Fluoranthène	mg/kg Ms	3,6	0,05	+/- 17	équivalent à ISO 13877
Pyrène	mg/kg Ms	2,5	0,05	+/- 19	équivalent à ISO 13877
Benzo(a)anthracène	mg/kg Ms	1,8	0,05	+/- 14	équivalent à ISO 13877
Chrysène	mg/kg Ms	1,5	0,05	+/- 14	équivalent à ISO 13877
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg Ms	1,9	0,05	+/- 12	équivalent à ISO 13877
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg Ms	0,91	0,05	+/- 14	équivalent à ISO 13877
Benzo(a)pyrène	mg/kg Ms	1,6	0,05	+/- 14	équivalent à ISO 13877
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg Ms	0,18	0,05	+/- 15	équivalent à ISO 13877
Benzo(g,h,i)pérylène	mg/kg Ms	0,91	0,05	+/- 14	équivalent à ISO 13877
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	mg/kg Ms	1,4	0,05	+/- 17	équivalent à ISO 13877
HAP (6 Borneff) - somme	mg/kg Ms	10,3			équivalent à ISO 13877
Somme HAP (VROM)	mg/kg Ms	15,5			équivalent à ISO 13877
HAP (EPA) - somme	mg/kg Ms	20,8 ^{x)}			équivalent à ISO 13877

AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Postbus 693, 7400 AR Deventer
Tel. +31(0)570 788110, Fax +31(0)570 788108
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

Date 18.04.2016

N° Client 35004888

RAPPORT D'ANALYSES 568480 / 2 - 497765 / 2

Spécification des échantillons **Merlon**

	Unité	Résultat	Limit d. Quant.	Incert. Résultat %	Méthode
Composés aromatiques					
Benzène	mg/kg Ms	<0,05	0,05		ISO 22155
Toluène	mg/kg Ms	<0,05	0,05		ISO 22155
Ethylbenzène	mg/kg Ms	<0,05	0,05		ISO 22155
<i>m,p</i> -Xylène	mg/kg Ms	<0,10	0,1		ISO 22155
<i>o</i> -Xylène	mg/kg Ms	<0,050	0,05		ISO 22155
Somme Xylènes	mg/kg Ms	n.d.			ISO 22155

Hydrocarbures totaux (ISO)

Hydrocarbures totaux C10-C40	mg/kg Ms	96,4	20	+/- 21	ISO 16703
Fraction C10-C12	mg/kg Ms	<4,0	4		ISO 16703 n)
Fraction C12-C16	mg/kg Ms	5,4	4	+/- 21	ISO 16703 n)
Fraction C16-C20	mg/kg Ms	13,3	2	+/- 21	ISO 16703 n)
Fraction C20-C24	mg/kg Ms	16,8	2	+/- 21	ISO 16703 n)
Fraction C24-C28	mg/kg Ms	18,5	2	+/- 21	ISO 16703 n)
Fraction C28-C32	mg/kg Ms	20	2		ISO 16703 n)
Fraction C32-C36	mg/kg Ms	13,5	2	+/- 21	ISO 16703 n)
Fraction C36-C40	mg/kg Ms	6,8	2	+/- 21	ISO 16703 n)

Polychlorobiphényles

Somme 6 PCB	mg/kg Ms	0,88			ISO 10382
Somme 7 PCB (Ballschmiter)	mg/kg Ms	1,0			ISO 10382
PCB (28)	mg/kg Ms	0,001	0,001	+/- 27	ISO 10382
PCB (52)	mg/kg Ms	0,063	0,001	+/- 33	ISO 10382
PCB (101)	mg/kg Ms	0,20	0,001	+/- 34	ISO 10382
PCB (118)	mg/kg Ms	0,14	0,001	+/- 19	ISO 10382
PCB (138)	mg/kg Ms	0,25	0,001	+/- 30	ISO 10382
PCB (153)	mg/kg Ms	0,23	0,001	+/- 22	ISO 10382
PCB (180)	mg/kg Ms	0,14	0,001	+/- 12	ISO 10382

x) Les résultats ne tiennent pas compte des teneurs en dessous des seuils de quantification.

Explication: dans la colonne de résultats "<" signifie inférieur à la limite de quantification; n.d. signifie non déterminé.

L'incertitude étendue et combinée donnée dans le rapport ci-dessus est généralement calculée selon les prescriptions du "Guide de l'expression des incertitudes de mesure" (GUM, JCGM 100: 2008), spécifié dans le Rapport Nordtest TR 537. Le facteur d'élargissement $k = 2$ correspond au niveau de confiance de 95% (intervalle de confiance). Les incertitudes rapportées sont valables pour différentes matrices et différentes concentrations. Certains échantillons très spécifiques peuvent néanmoins occasionner une incertitude de mesure différente de celle donnée ci-dessus.

Les résultats des analyses marqués par * sont rapportés à la quantité de matière brute. Tous les autres résultats sont rapportés à la quantité de matière sèche.

n) Non accrédité

AL-West B.V. M. Claude Gautheron, Tel. +33/380680143

Chargé relation clientèle

Début des analyses: 03.03.2016

Fin des analyses: 09.03.2016

Les résultats d'analyses ne concernent que ces échantillons soumis à essai. La qualité du résultat rendu est contrôlée et validée, mais la pertinence en est difficilement vérifiable car le laboratoire n'a pas connaissance du contexte du site, de l'historique de l'échantillon. .

Kamer van Koophandel Directeur
Nr. 08110898 ppa. Elly van Bakergem
VAT/BTW-ID-Nr.: Dr. Paul Wimmer
NL 811132559 B01

page 2 de 2



AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Postbus 693, 7400 AR Deventer
Tel. +31(0)570 788110, Fax +31(0)570 788108
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

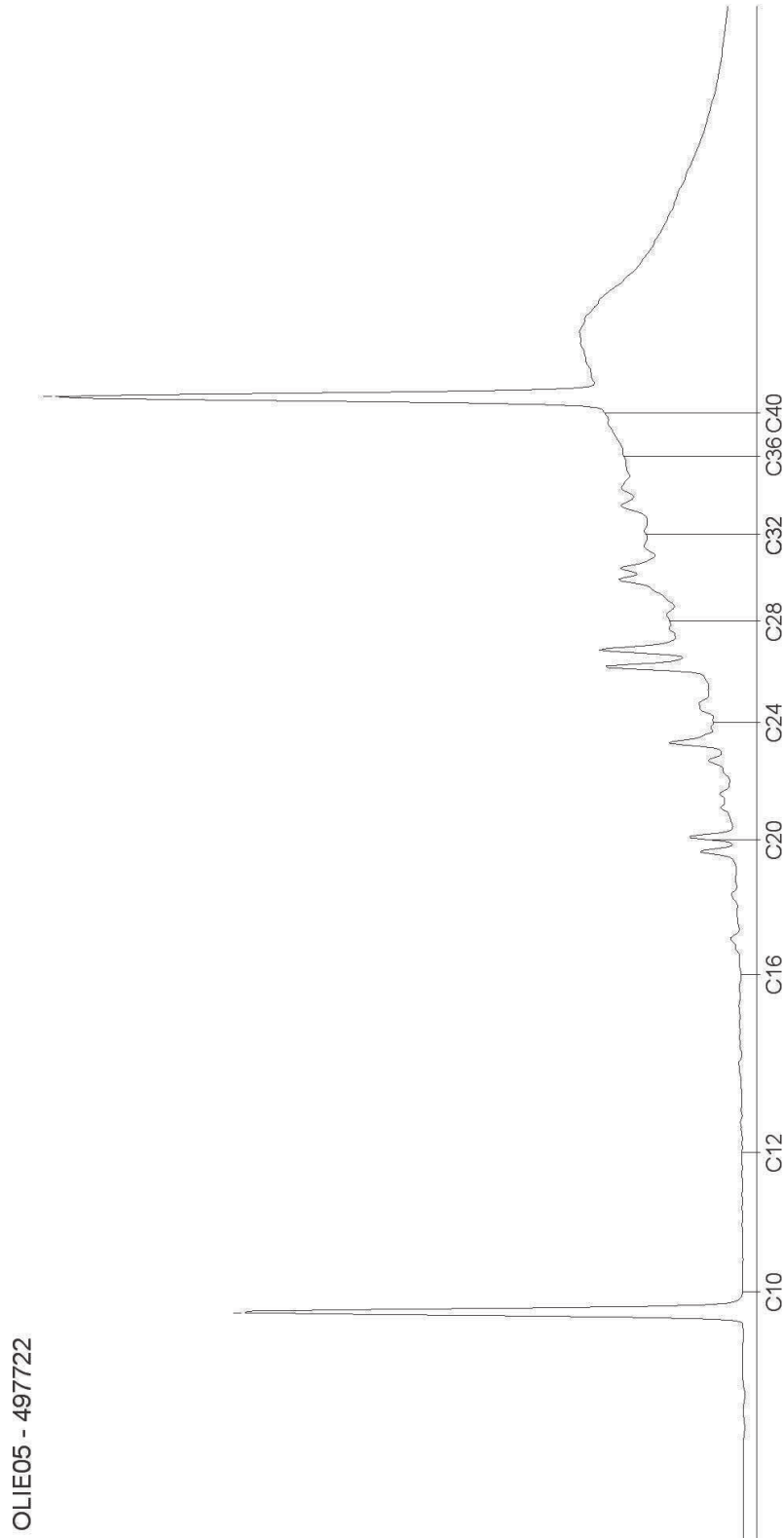


AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

Chromatogram for Order No. 568480, Analysis No. 497722, created at 8-mrt-2016 9:22:49

Nom d'échantillon: S1 0-0.6



DOC-15-839363-FR-P1

Kamer van Koophandel Directeur
Nr. 08110898 ppa. Elly van Bakergem
VAT/BTW-ID-Nr.: Dr. Paul Wimmer
NL 811132559 B01

AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Postbus 693, 7400 AR Deventer
Tel. +31(0)570 788110, Fax +31(0)570 788108
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

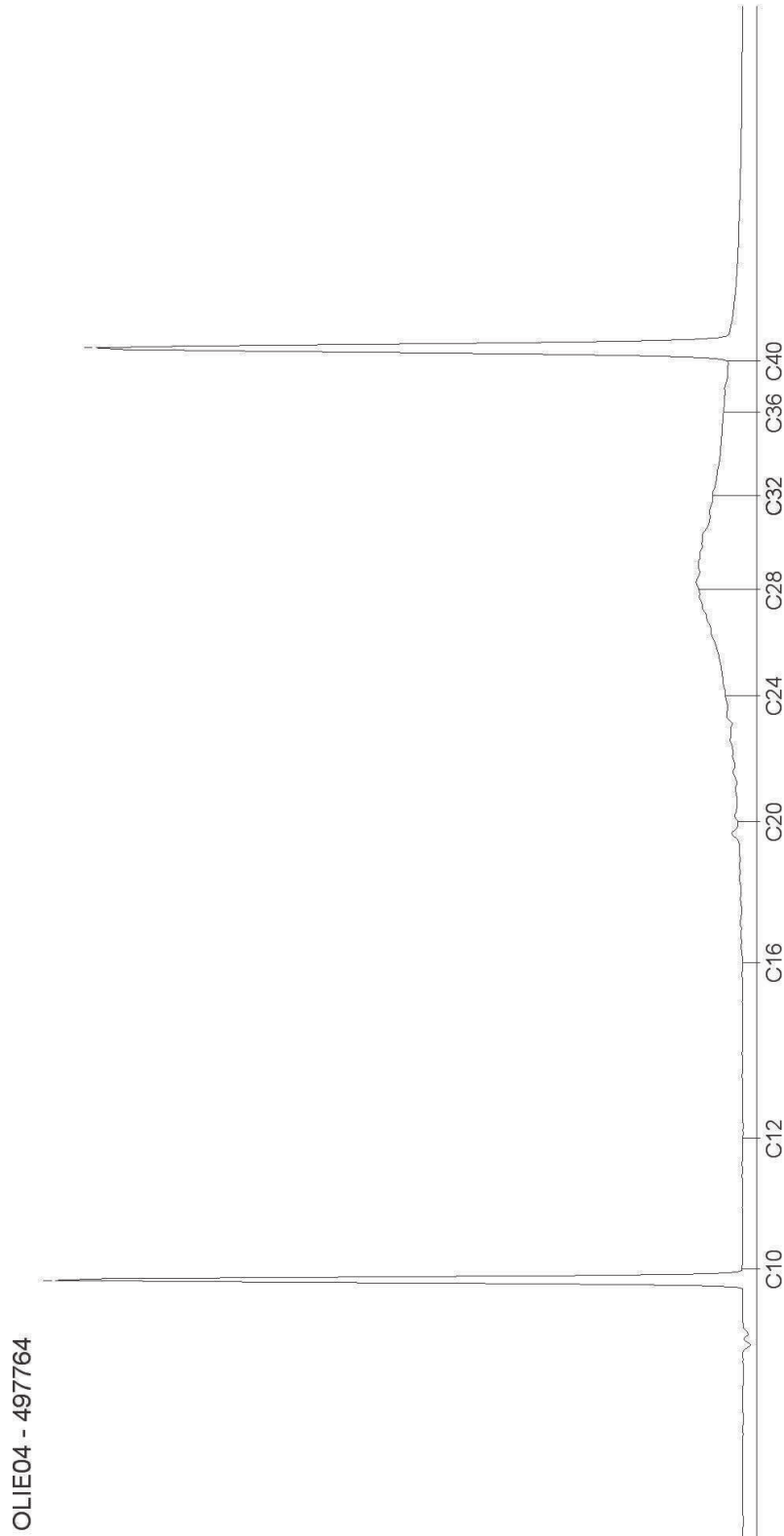


AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

Chromatogram for Order No. 568480, Analysis No. 497764, created at 7-mrt-2016 8:00:35

Nom d'échantillon: S9 0-1



DOC-15-639363-FR-P8

Kamer van Koophandel Directeur
Nr. 08110898 ppa. Elly van Bakergem
VAT/BTW-ID-Nr.: Dr. Paul Wimmer
NL 811132559 B01

AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Postbus 693, 7400 AR Deventer
Tel. +31(0)570 788110, Fax +31(0)570 788108
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

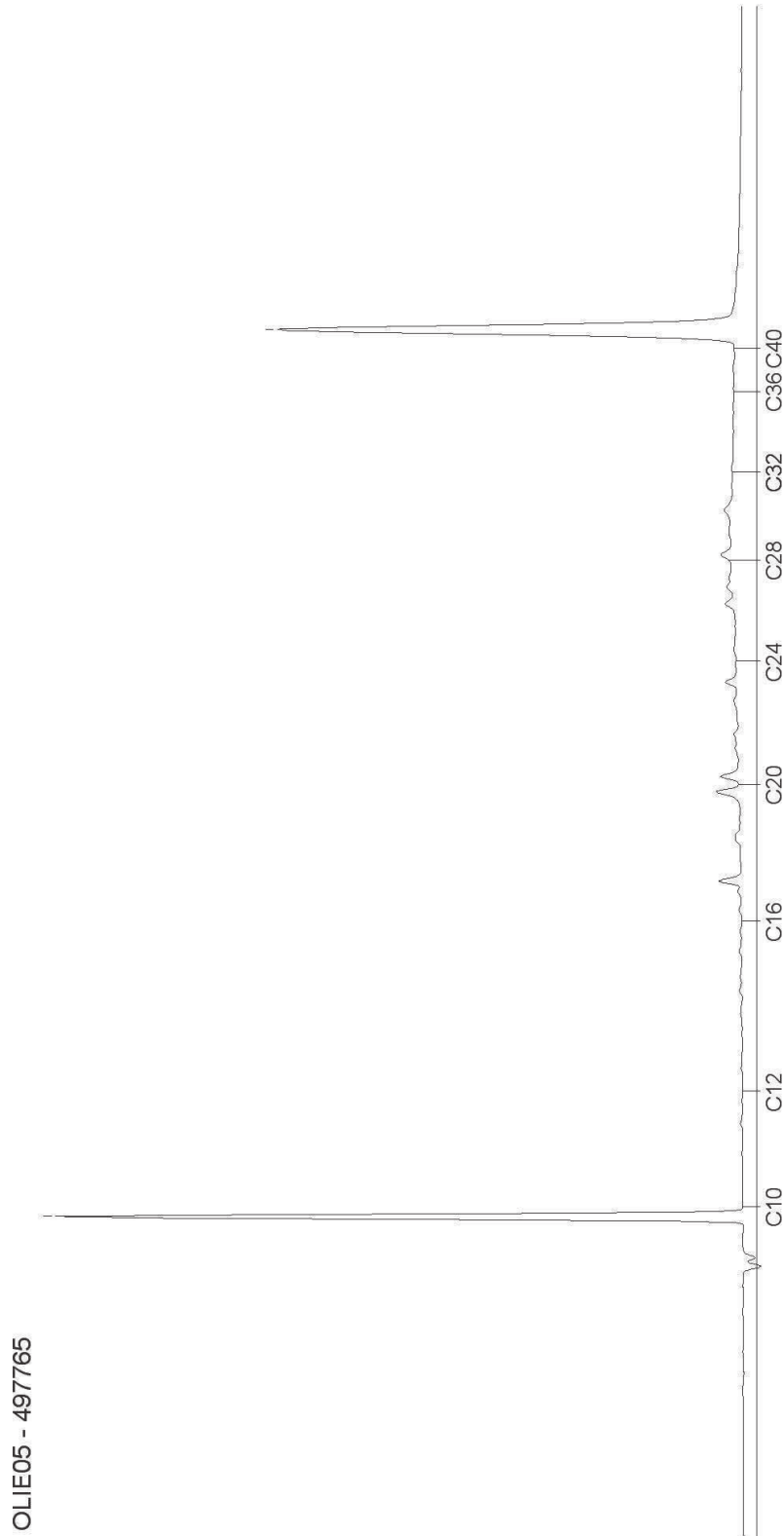


AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

Chromatogram for Order No. 568480, Analysis No. 497765, created at 7-mrt-2016 9:10:48

Nom d'échantillon: Merlon



DOC-15-6393663-FR-P9

Kamer van Koophandel Directeur
Nr. 08110898 ppa. Elly van Bakergem
VAT/BTW-ID-Nr.: Dr. Paul Wimmer
NL 811132559 B01

AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Postbus 693, 7400 AR Deventer
Tel. +31(0)570 788110, Fax +31(0)570 788108
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

EACM
Mademoiselle Amélie De VILMAREST
7 rue Gustave Delory
59000 LILLE
FRANCE

Date 18.04.2016

N° Client 35004888

RAPPORT D'ANALYSES 571057 / 3 - 510233 / 3

La barre oblique après la commande et/ou le numéro de l'analyse correspond à la version actuelle du rapport d'essai. Cette version remplace toutes les versions précédentes de ce rapport d'essai.

N° Cde **571057 / 3 Ea3123 - Mademoiselle Amélie De VILMAREST**
N° échant. **510233 / 3 Solide / Eluat**
Date de validation **11.03.2016**
Prélèvement **01.03.2016**
Prélèvement par: **Client**
Spécification des échantillons **Merlon**

	Unité	Résultat	Limit d. Quant.	Incert. Résultat %	Méthode	
Lixiviation						
Lixiviation (EN 12457-2)		*			EN 12457	
Prétraitement des échantillons						
Matière sèche	%	*	79,2	0,01	+/- 1	ISO11465; EN12880
Analyses sur éluat après lixiviation						
L/S cumulé	ml/g	10,0	0,1			selon norme lixiviation
Conductivité électrique	µS/cm	150	5	+/- 10		selon norme lixiviation
pH		8,1	0	+/- 5		selon norme lixiviation
Température	°C	18,9	0			selon norme lixiviation
Analyses Physico-chimiques sur éluats						
Résidu à sec	mg/l	100	100	+/- 22		Equivalent à NF EN ISO 15216
Indice phénol	mg/l	<0,010	0,01			EN-ISO 16192
Chlorures (Cl)	mg/l	1,4	0,1	+/- 10		Conforme NEN-ISO 15923-1; équivalent à EN ISO 10304-1 / équivalent à EN ISO 15682
Sulfates (SO4)	mg/l	<5,0	5			Conforme NEN-ISO 15923-1; Equivalent à ISO 22743
COT	mg/l	3,3	1	+/- 10		conforme EN 16192
Fluorures (F)	mg/l	1,6	0,1	+/- 10		Conforme ISO 10359-1et conforme NEN-EN 16192
Metaux sur éluats						
Antimoine (Sb)	µg/l	<5,0	5			Conforme NEN-EN-ISO 17924-2
Arsenic (As)	µg/l	40	5	+/- 10		Conforme NEN-EN-ISO 17924-2
Baryum (Ba)	µg/l	15	10	+/- 10		Conforme NEN-EN-ISO 17924-2
Cadmium (Cd)	µg/l	<0,1	0,1			Conforme NEN-EN-ISO 17924-2
Chrome (Cr)	µg/l	<2,0	2			Conforme NEN-EN-ISO 17924-2
Cuivre (Cu)	µg/l	16	2	+/- 10		Conforme NEN-EN-ISO 17924-2
Mercure (Hg)	µg/l	0,12	0,03	+/- 20		EN 16192
Molybdène (Mo)	µg/l	<5,0	5			Conforme NEN-EN-ISO 17924-2
Nickel (Ni)	µg/l	<5,0	5			Conforme NEN-EN-ISO 17924-2
Plomb (Pb)	µg/l	<5,0	5			Conforme NEN-EN-ISO 17924-2
Sélénium (Se)	µg/l	<5,0	5			Conforme NEN-EN-ISO 17924-2
Zinc (Zn)	µg/l	3,0	2	+/- 10		Conforme NEN-EN-ISO 17924-2

Autres analyses

Kamer van Koophandel Directeur
Nr. 08110898 ppa. Elly van Bakergem
VAT/BTW-ID-Nr.: Dr. Paul Wimmer
NL 811132559 B01

AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Postbus 693, 7400 AR Deventer
Tel. +31(0)570 788110, Fax +31(0)570 788108
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

Date 18.04.2016

N° Client 35004888

RAPPORT D'ANALYSES 571057 / 3 - 510233 / 3

Spécification des échantillons **Merlon**

	Unité	Résultat	Limit d. Quant.	Incert. Résultat %	Méthode
Antimoine cumulé (var. L/S- A)	mg/kg Ms	0 - 0,05	0,05		n)
Arsenic cumulé (var. L/S - A)	mg/kg Ms	0,40	0,05		n)
Baryum cumulé (var. L/S- A)	mg/kg Ms	0,15	0,1		n)
Cadmium cumulé (var. L/S- A)	mg/kg Ms	0 - 0,001	0,001		n)
Chlorures cumulé (var. L/S - A)	mg/kg Ms	14	10		n)
Chrome cumulé (var. L/S - A)	mg/kg Ms	0 - 0,02	0,02		n)
COT cumulé (var. L/S- A)	mg/kg Ms	33	10		n)
Cuivre cumulé (var. L/S- A)	mg/kg Ms	0,16	0,02		n)
Fluorures cumulé (var. L/S- A)	mg/kg Ms	16	1		n)
Fraction soluble cumulé (var. L/S- A)	mg/kg Ms	1000	1000		n)
Indice phénol cumulé (var. L/S- A)	mg/kg Ms	0 - 0,1	0,1		n)
Masse échantillon total < 2 kg	kg	* 0,52	0		
Mercure cumulé (var. L/S- A)	mg/kg Ms	0,0012	0,0003		n)
Molybdène cumulé (var. L/S- A)	mg/kg Ms	0 - 0,05	0,05		n)
Nickel cumulé (var. L/S- A)	mg/kg Ms	0 - 0,05	0,05		n)
Plomb cumulé (var. L/S- A)	mg/kg Ms	0 - 0,05	0,05		n)
Sélénium cumulé (var. L/S- A)	mg/kg Ms	0 - 0,05	0,05		n)
Sulfates cumulé (var. L/S- A)	mg/kg Ms	0 - 50	50		n)
Zinc cumulé (var. L/S- A)	mg/kg Ms	0,03	0,02		n)

Explication: dans la colonne de résultats "<" signifie inférieur à la limite de quantification; n.d. signifie non déterminé.

L'incertitude étendue et combinée donnée dans le rapport ci-dessus est généralement calculée selon les prescriptions du "Guide de l'expression des incertitudes de mesure" (GUM, JCGM 100: 2008), spécifié dans le Rapport Nordtest TR 537. Le facteur d'élargissement $k = 2$ correspond au niveau de confiance de 95% (intervalle de confiance). Les incertitudes rapportées sont valables pour différentes matrices et différentes concentrations. Certains échantillons très spécifiques peuvent néanmoins occasionner une incertitude de mesure différente de celle donnée ci-dessus.

Les résultats des analyses marqués par * sont rapportés à la quantité de matière brute. Tous les autres résultats sont rapportés à la quantité de matière sèche.

n) Non accrédité

Il existe une différence observée avec le guide méthodologique : le poids de l'échantillon est inférieur à 2 kg.

AL-West B.V. M. Claude Gautheron, Tel. +33/380680143

Chargé relation clientèle

Début des analyses: 11.03.2016

Fin des analyses: 18.03.2016

Les résultats d'analyses ne concernent que ces échantillons soumis à essai. La qualité du résultat rendu est contrôlée et validée, mais la pertinence en est difficilement vérifiable car le laboratoire n'a pas connaissance du contexte du site, de l'historique de l'échantillon. .

AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Postbus 693, 7400 AR Deventer
Tel. +31(0)570 788110, Fax +31(0)570 788108
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

Annexe de N° commande 571057

CONSERVATION, TEMPS DE CONSERVATION ET FLACONNAGE

Le délai de conservation des échantillons est expiré pour les analyses suivantes :

Conductivité électrique	510231, 510233
Fraction C24-C28	510231
Matière sèche	510231, 510233
Fraction C12-C16	510231
Température	510231, 510233
Fraction C16-C20	510231
Fraction C28-C32	510231
Fraction C32-C36	510231
pH	510231, 510233
Hydrocarbures totaux C10-C40	510231
Fraction C10-C12	510231
Fraction C20-C24	510231
Fraction C36-C40	510231

AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Postbus 693, 7400 AR Deventer
Tel. +31(0)570 788110, Fax +31(0)570 788108
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

EACM
Mademoiselle Amélie De VILMAREST
7 rue Gustave Delory
59000 LILLE
FRANCE

Date 18.04.2016
N° Client 35004888
N° commande 578704

RAPPORT D'ANALYSES

N° Cde 578704 Solide / Eluat

Client 35004888 EACM
Référence Ea3123 Mademoiselle Amélie De VILMAREST
Date de validation 12.04.16
Prélèvement par: Client

Madame, Monsieur

Nous avons le plaisir de vous adresser ci-joint le rapport définitif des analyses chimiques provenant du laboratoire pour votre dossier en référence.

Sauf avis contraire, les analyses accréditées selon la norme EN ISO CEI 17025 ont été effectuées conformément aux méthodes de recherche citées dans les versions les plus actuelles de nos listes de prestations des Comités d'Accréditation Néerlandais (RVA), reconnus Cofrac, sous les numéro L005.

Si vous désirez recevoir de plus amples informations concernant le degré d'incertitudes d'une méthode de mesure déterminée, nous pouvons vous les fournir sur demande.

Nous signalons que le certificat d'analyses ne pourra être reproduit que dans sa totalité.

Nous vous informons que seules les conditions générales de AL-West, déposées à la Chambre du Commerce et de l'Industrie de Deventer, sont en vigueur.

Au cas où vous souhaiteriez recevoir des renseignements complémentaires, nous vous prions de prendre contact avec le service après-vente.

En vous remerciant pour la confiance que vous nous témoignez, nous vous prions d'agréer, Madame, Monsieur l'expression de nos sincères salutations.

Respectueusement,



AL-West B.V. M. Claude Gautheron, Tel. +33/380680143
Chargé relation clientèle

AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Postbus 693, 7400 AR Deventer
Tel. +31(0)570 788110, Fax +31(0)570 788108
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

N° Cde 578704 Solide / Eluat

N° échant.	Prélèvement	Nom d'échantillon
545700	11.04.2016	C1 0-1
545701	11.04.2016	C2 0-0.5
545702	11.04.2016	C2 0.5-1.5
545703	11.04.2016	C3 0-0.5
545704	11.04.2016	C4 0-0.5

	Unité	545700 C1 0-1	545701 C2 0-0.5	545702 C2 0.5-1.5	545703 C3 0-0.5	545704 C4 0-0.5
--	-------	------------------	--------------------	----------------------	--------------------	--------------------

Prétraitement des échantillons

Homogénéisation		--	++	++	--	++
Matière sèche	%	83,6	85,5	81,9	81,1	86,0

Prétraitement pour analyses des métaux

Minéralisation à l'eau régale		++	++	++	++	++
-------------------------------	--	----	----	----	----	----

Métaux

Arsenic (As)	mg/kg Ms	12	11	11	30	35
Cadmium (Cd)	mg/kg Ms	0,4	0,4	<0,1	1,5	1,2
Chrome (Cr)	mg/kg Ms	27	24	33	24	41
Cuivre (Cu)	mg/kg Ms	32	28	14	110	70
Mercure (Hg)	mg/kg Ms	0,25	0,13	<0,05	1,18	4,48
Nickel (Ni)	mg/kg Ms	19	16	23	15	20
Plomb (Pb)	mg/kg Ms	97	360	24	170	150
Zinc (Zn)	mg/kg Ms	140	260	60	270	210

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (ISO)

Naphtalène	mg/kg Ms	0,13	--	--	<0,050	0,070
Acénaphthylène	mg/kg Ms	<0,050	--	--	<0,050	<0,050
Acénaphthène	mg/kg Ms	0,23	--	--	0,088	0,065
Fluorène	mg/kg Ms	0,23	--	--	0,063	<0,050
Phénanthrène	mg/kg Ms	2,5	--	--	0,70	0,50
Anthracène	mg/kg Ms	0,31	--	--	0,17	<0,050
Fluoranthène	mg/kg Ms	5,1	--	--	1,5	0,88
Pyrène	mg/kg Ms	3,3	--	--	0,74	0,52
Benzo(a)anthracène	mg/kg Ms	1,8	--	--	0,67	0,37
Chrysène	mg/kg Ms	1,7	--	--	0,57	0,44
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg Ms	2,4	--	--	0,81	0,59
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg Ms	1,1	--	--	0,33	0,24
Benzo(a)pyrène	mg/kg Ms	1,9	--	--	0,58	0,34
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg Ms	0,19	--	--	0,089	<0,050
Benzo(g,h,i)pérylène	mg/kg Ms	1,1	--	--	0,31	0,23
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	mg/kg Ms	1,7	--	--	0,54	0,36
HAP (6 Borneff) - somme	mg/kg Ms	13,3	--	--	4,07	2,64
Somme HAP (VROM)	mg/kg Ms	17,3	--	--	5,37 ^{xj}	3,43 ^{xj}
HAP (EPA) - somme	mg/kg Ms	23,7 ^{xj}	--	--	7,16 ^{xj}	4,61 ^{xj}

AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Postbus 693, 7400 AR Deventer
Tel. +31(0)570 788110, Fax +31(0)570 788108
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

N° Cde 578704 Solide / Eluat

N° échant.	Prélèvement	Nom d'échantillon
545705	11.04.2016	C4 0.5-1

Unité **545705**
C4 0.5-1

Prétraitement des échantillons

Homogénéisation		--
Matière sèche	%	83,1

Prétraitement pour analyses des métaux

Minéralisation à l'eau régale		--
-------------------------------	--	----

Métaux

Arsenic (As)	mg/kg Ms	--
Cadmium (Cd)	mg/kg Ms	--
Chrome (Cr)	mg/kg Ms	--
Cuivre (Cu)	mg/kg Ms	--
Mercure (Hg)	mg/kg Ms	--
Nickel (Ni)	mg/kg Ms	--
Plomb (Pb)	mg/kg Ms	--
Zinc (Zn)	mg/kg Ms	--

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (ISO)

Naphtalène	mg/kg Ms	<0,050
Acénaphthylène	mg/kg Ms	<0,050
Acénaphthène	mg/kg Ms	<0,050
Fluorène	mg/kg Ms	<0,050
Phénanthrène	mg/kg Ms	<0,050
Anthracène	mg/kg Ms	<0,050
Fluoranthène	mg/kg Ms	<0,050
Pyrène	mg/kg Ms	<0,050
Benzo(a)anthracène	mg/kg Ms	<0,050
Chrysène	mg/kg Ms	<0,050
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg Ms	<0,050
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg Ms	<0,050
Benzo(a)pyrène	mg/kg Ms	<0,050
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg Ms	<0,050
Benzo(g,h,i)pérylène	mg/kg Ms	<0,050
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	mg/kg Ms	<0,050
HAP (6 Borneff) - somme	mg/kg Ms	--
Somme HAP (VROM)	mg/kg Ms	--
HAP (EPA) - somme	mg/kg Ms	n.d.

AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Postbus 693, 7400 AR Deventer
Tel. +31(0)570 788110, Fax +31(0)570 788108
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

N° Cde 578704 Solide / Eluat

	Unité	545700 C1 0-1	545701 C2 0-0.5	545702 C2 0.5-1.5	545703 C3 0-0.5	545704 C4 0-0.5
Composés aromatiques						
Benzène	mg/kg Ms	<0,05	--	--	<0,05	--
Toluène	mg/kg Ms	<0,05	--	--	<0,05	--
Ethylbenzène	mg/kg Ms	<0,05	--	--	<0,05	--
<i>m,p</i> -Xylène	mg/kg Ms	<0,10	--	--	<0,10	--
<i>o</i> -Xylène	mg/kg Ms	<0,050	--	--	<0,050	--
Somme Xylènes	mg/kg Ms	n.d.	--	--	n.d.	--
COHV						
Chlorure de Vinyle	mg/kg Ms	<0,02	--	--	<0,02	--
Dichlorométhane	mg/kg Ms	<0,05	--	--	<0,05	--
Trichlorométhane	mg/kg Ms	<0,05	--	--	<0,05	--
Tétrachlorométhane	mg/kg Ms	<0,05	--	--	<0,05	--
Trichloroéthylène	mg/kg Ms	<0,05	--	--	<0,05	--
Tétrachloroéthylène	mg/kg Ms	<0,05	--	--	<0,05	--
1,1,1-Trichloroéthane	mg/kg Ms	<0,05	--	--	<0,05	--
1,1,2-Trichloroéthane	mg/kg Ms	<0,05	--	--	<0,05	--
1,1-Dichloroéthane	mg/kg Ms	<0,10	--	--	<0,10	--
1,2-Dichloroéthane	mg/kg Ms	<0,05	--	--	<0,05	--
1,1-Dichloroéthylène	mg/kg Ms	<0,10	--	--	<0,10	--
<i>cis</i> -1,2-Dichloroéthène	mg/kg Ms	<0,025	--	--	<0,025	--
<i>Trans</i> -1,2-Dichloroéthylène	mg/kg Ms	<0,025	--	--	<0,025	--
Somme cis/trans-1,2-Dichloroéthylènes	mg/kg Ms	n.d.	--	--	n.d.	--
Hydrocarbures totaux (ISO)						
Hydrocarbures totaux C10-C40	mg/kg Ms	100	140	<20,0	71,4	100
Fraction C10-C12	mg/kg Ms	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0
Fraction C12-C16	mg/kg Ms	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0
Fraction C16-C20	mg/kg Ms	16,6	9,9	<2,0	4,9	6,4
Fraction C20-C24	mg/kg Ms	20,3	15,1	<2,0	10,1	15,3
Fraction C24-C28	mg/kg Ms	18,7	22,1	<2,0	16,4	24,8
Fraction C28-C32	mg/kg Ms	18	32	<2,0	18	27
Fraction C32-C36	mg/kg Ms	14,6	32,9	<2,0	12,7	19,0
Fraction C36-C40	mg/kg Ms	8,3	25,8	<2,0	7,0	9,8

AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Postbus 693, 7400 AR Deventer
Tel. +31(0)570 788110, Fax +31(0)570 788108
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

N° Cde 578704 Solide / Eluat

Unité 545705
C4 0.5-1

Composés aromatiques

Benzène	mg/kg Ms	--
Toluène	mg/kg Ms	--
Ethylbenzène	mg/kg Ms	--
<i>m,p</i> -Xylène	mg/kg Ms	--
<i>o</i> -Xylène	mg/kg Ms	--
Somme Xylènes	mg/kg Ms	--

COHV

Chlorure de Vinyle	mg/kg Ms	--
Dichlorométhane	mg/kg Ms	--
Trichlorométhane	mg/kg Ms	--
Tétrachlorométhane	mg/kg Ms	--
Trichloroéthylène	mg/kg Ms	--
Tétrachloroéthylène	mg/kg Ms	--
1,1,1-Trichloroéthane	mg/kg Ms	--
1,1,2-Trichloroéthane	mg/kg Ms	--
1,1-Dichloroéthane	mg/kg Ms	--
1,2-Dichloroéthane	mg/kg Ms	--
1,1-Dichloroéthylène	mg/kg Ms	--
<i>cis</i> -1,2-Dichloroéthène	mg/kg Ms	--
<i>Trans</i> -1,2-Dichloroéthylène	mg/kg Ms	--
Somme cis/trans-1,2-Dichloroéthylènes	mg/kg Ms	--

Hydrocarbures totaux (ISO)

Hydrocarbures totaux C10-C40	mg/kg Ms	<20,0
Fraction C10-C12	mg/kg Ms	<4,0
Fraction C12-C16	mg/kg Ms	<4,0
Fraction C16-C20	mg/kg Ms	<2,0
Fraction C20-C24	mg/kg Ms	<2,0
Fraction C24-C28	mg/kg Ms	<2,0
Fraction C28-C32	mg/kg Ms	<2,0
Fraction C32-C36	mg/kg Ms	<2,0
Fraction C36-C40	mg/kg Ms	<2,0

Explication: dans la colonne de résultats "<" signifie inférieur à la limite de quantification; n.d. signifie non déterminé.

x) Les résultats ne tiennent pas compte des teneurs en dessous des seuils de quantification.

Début des analyses: 13.04.2016

Fin des analyses: 18.04.2016

Les résultats d'analyses ne concernent que ces échantillons soumis à essai. La qualité du résultat rendu est contrôlée et validée, mais la pertinence en est difficilement vérifiable car le laboratoire n'a pas connaissance du contexte du site, de l'historique de l'échantillon. .

AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Postbus 693, 7400 AR Deventer
Tel. +31(0)570 788110, Fax +31(0)570 788108
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

N° Cde 578704 Solide / Eluat



AL-West B.V. M. Claude Gautheron, Tel. +33/380680143
Chargé relation clientèle

Ce rapport transmis électroniquement a été vérifié et validé Ceci est en accord avec les prescriptions de la NF EN ISO/IEC 17025:2005 pour les rapports simplifiés. Il est valide avec la signature digitale.

Liste des méthodes

Matière solide

Conform 6961 /NF-EN 16174: Minéralisation à l'eau régale

EN-ISO 11885: Cuivre (Cu) Zinc (Zn) Arsenic (As) Plomb (Pb) Nickel (Ni) Chrome (Cr) Cadmium (Cd)

équivalent à ISO 13877: HAP (6 Borneff) - somme Somme HAP (VROM) HAP (EPA) - somme

ISO 16703: Hydrocarbures totaux C10-C40

ISO 16703: n) Fraction C10-C12 Fraction C12-C16 Fraction C16-C20 Fraction C20-C24 Fraction C24-C28 Fraction C28-C32
Fraction C32-C36 Fraction C36-C40

ISO 16772: Mercure (Hg)

ISO 22155: Benzène Toluène Ethylbenzène Somme Xylènes Chlorure de Vinyle Dichlorométhane Trichlorométhane
Tétrachlorométhane Trichloroéthylène Tétrachloroéthylène 1,1,1-Trichloroéthane 1,1,2-Trichloroéthane
1,1-Dichloroéthane 1,2-Dichloroéthane 1,1-Dichloroéthylène Somme cis/trans-1,2-Dichloroéthylènes

ISO11465; EN12880: Matière sèche

méthode interne: Homogénéisation

n) Non accrédité

AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Postbus 693, 7400 AR Deventer
Tel. +31(0)570 788110, Fax +31(0)570 788108
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

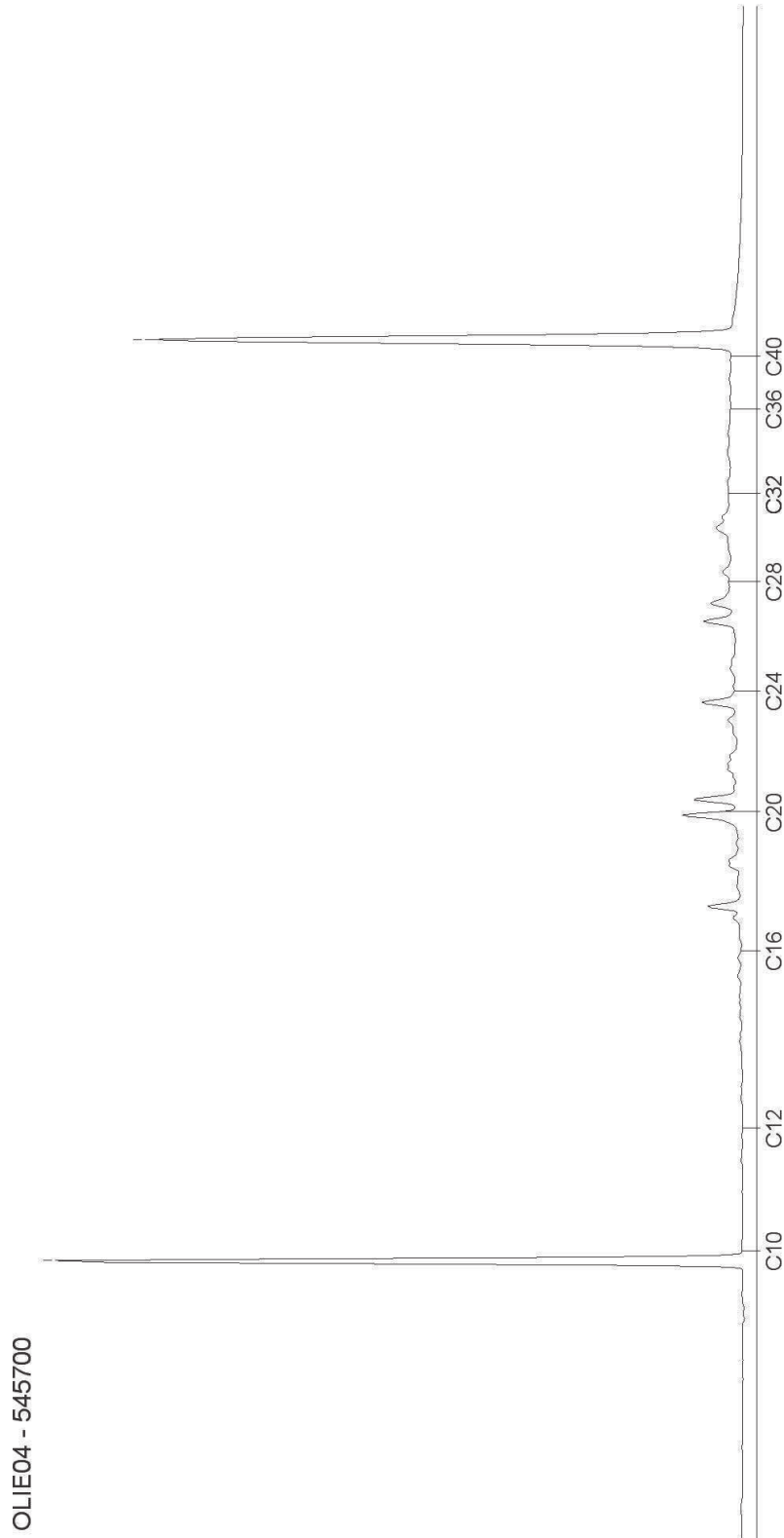


AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

Chromatogram for Order No. 578704, Analysis No. 545700, created at 15.04.2016 07:08:19

Nom d'échantillon: C1 0-1



DOC-15-6302320-FR-P1

Kamer van Koophandel Directeur
Nr. 08110898 ppa. Elly van Bakergem
VAT/BTW-ID-Nr.: Dr. Paul Wimmer
NL 811132559 B01

AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Postbus 693, 7400 AR Deventer
Tel. +31(0)570 788110, Fax +31(0)570 788108
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

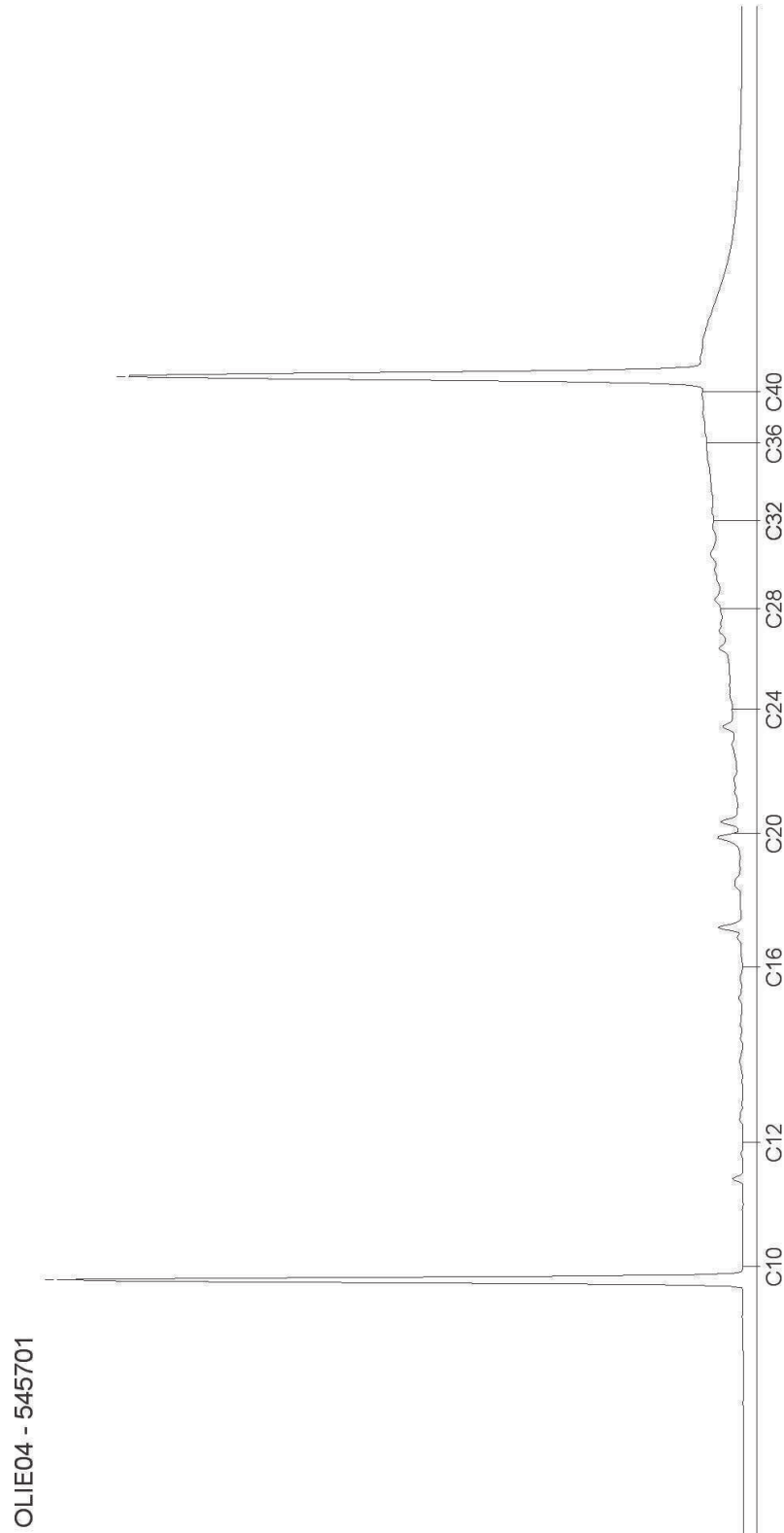


AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

Chromatogram for Order No. 578704, Analysis No. 545701, created at 15.04.2016 07:08:19

Nom d'échantillon: C2 0-0.5



DOC-15-630230-FR-P2

Kamer van Koophandel
Nr. 08110898
VAT/BTW-ID-Nr.:
NL 811132559 B01

Directeur
ppa. Elly van Bakergem
Dr. Paul Wimmer

page 2 de 6



AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Postbus 693, 7400 AR Deventer
Tel. +31(0)570 788110, Fax +31(0)570 788108
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

Chromatogram for Order No. 578704, Analysis No. 545702, created at 15.04.2016 07:38:22

Nom d'échantillon: C2 0.5-1.5



DOC-15-6302320-FR-P3

Kamer van Koophandel
Nr. 08110898
VAT/BTW-ID-Nr.:
NL 811132559 B01

Directeur
ppa. Elly van Bakergem
Dr. Paul Wimmer

page 3 de 6



AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Postbus 693, 7400 AR Deventer
Tel. +31(0)570 788110, Fax +31(0)570 788108
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

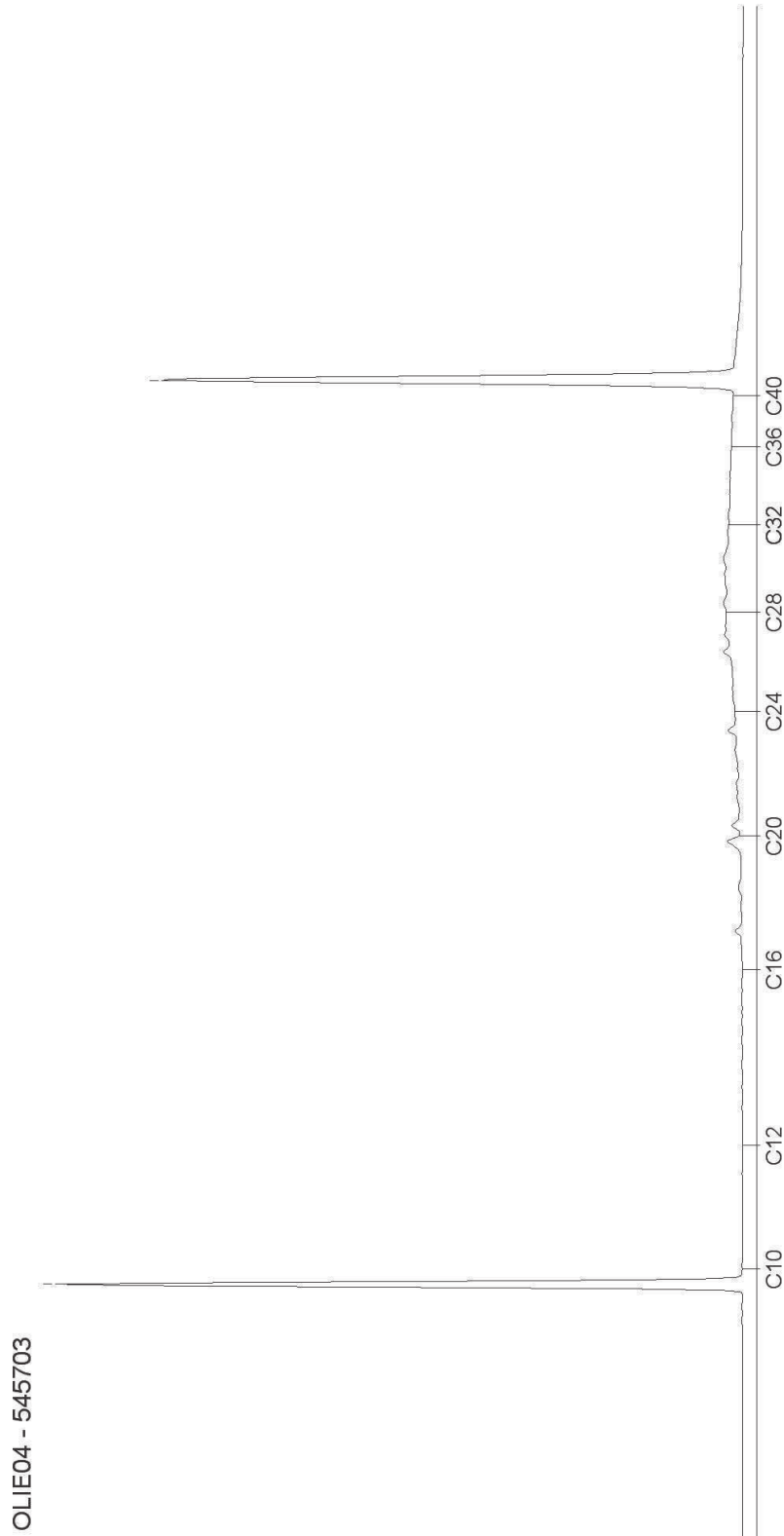


AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

Chromatogram for Order No. 578704, Analysis No. 545703, created at 15.04.2016 07:08:19

Nom d'échantillon: C3 0-0.5



DOC-15-630230-FR-P4

Kamer van Koophandel
Nr. 08110898
VAT/BTW-ID-Nr.:
NL 811132559 B01

Directeur
ppa. Elly van Bakergem
Dr. Paul Wimmer

page 4 de 6



AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Postbus 693, 7400 AR Deventer
Tel. +31(0)570 788110, Fax +31(0)570 788108
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

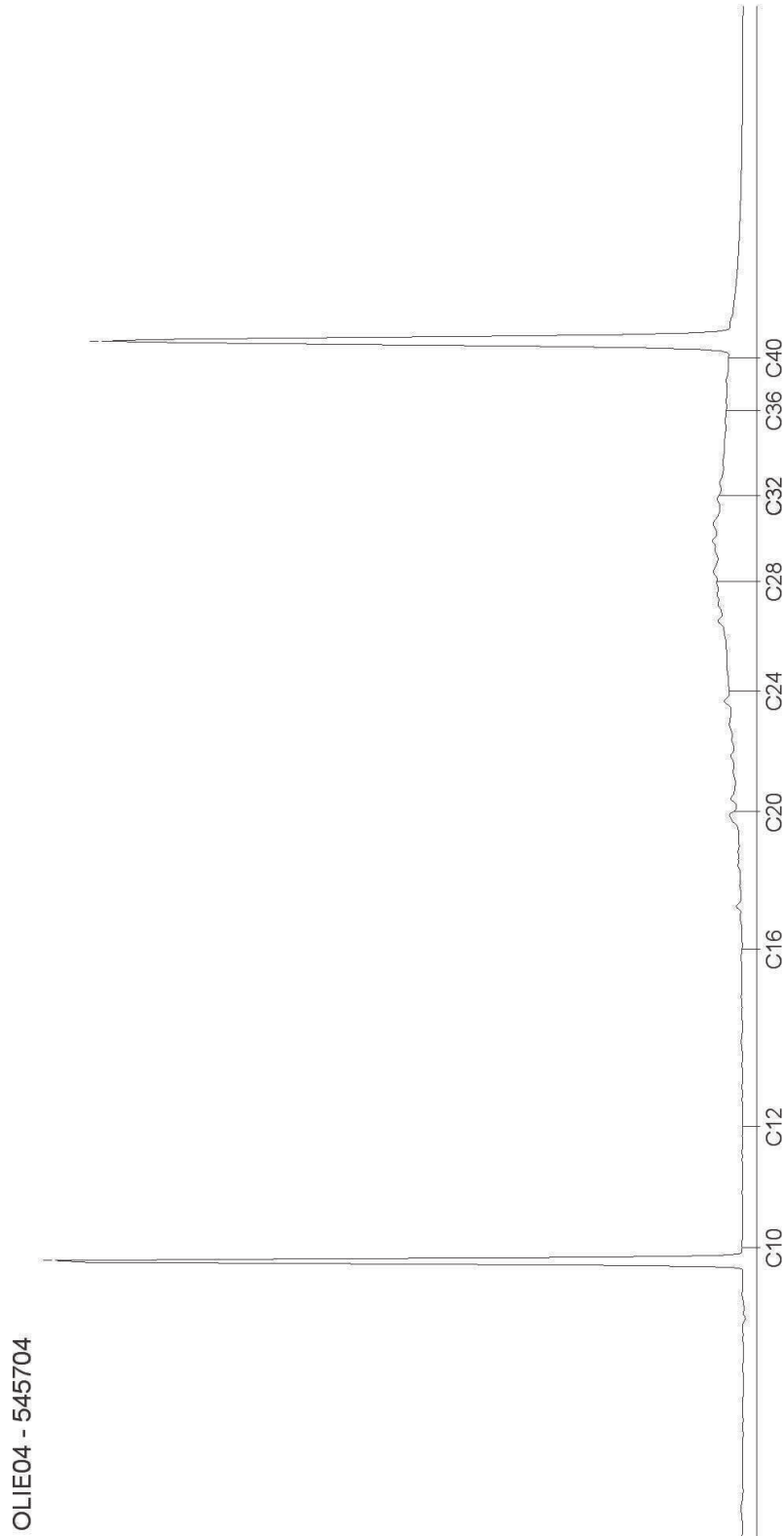


AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

Chromatogram for Order No. 578704, Analysis No. 545704, created at 15.04.2016 07:08:19

Nom d'échantillon: C4 0-0.5



DOC-15-6302320-FR-P5

Kamer van Koophandel
Nr. 08110898
VAT/BTW-ID-Nr.:
NL 811132559 B01

Directeur
ppa. Elly van Bakergem
Dr. Paul Wimmer

page 5 de 6



AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Postbus 693, 7400 AR Deventer
Tel. +31(0)570 788110, Fax +31(0)570 788108
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

Chromatogram for Order No. 578704, Analysis No. 545705, created at 15.04.2016 07:08:19

Nom d'échantillon: C4 0.5-1

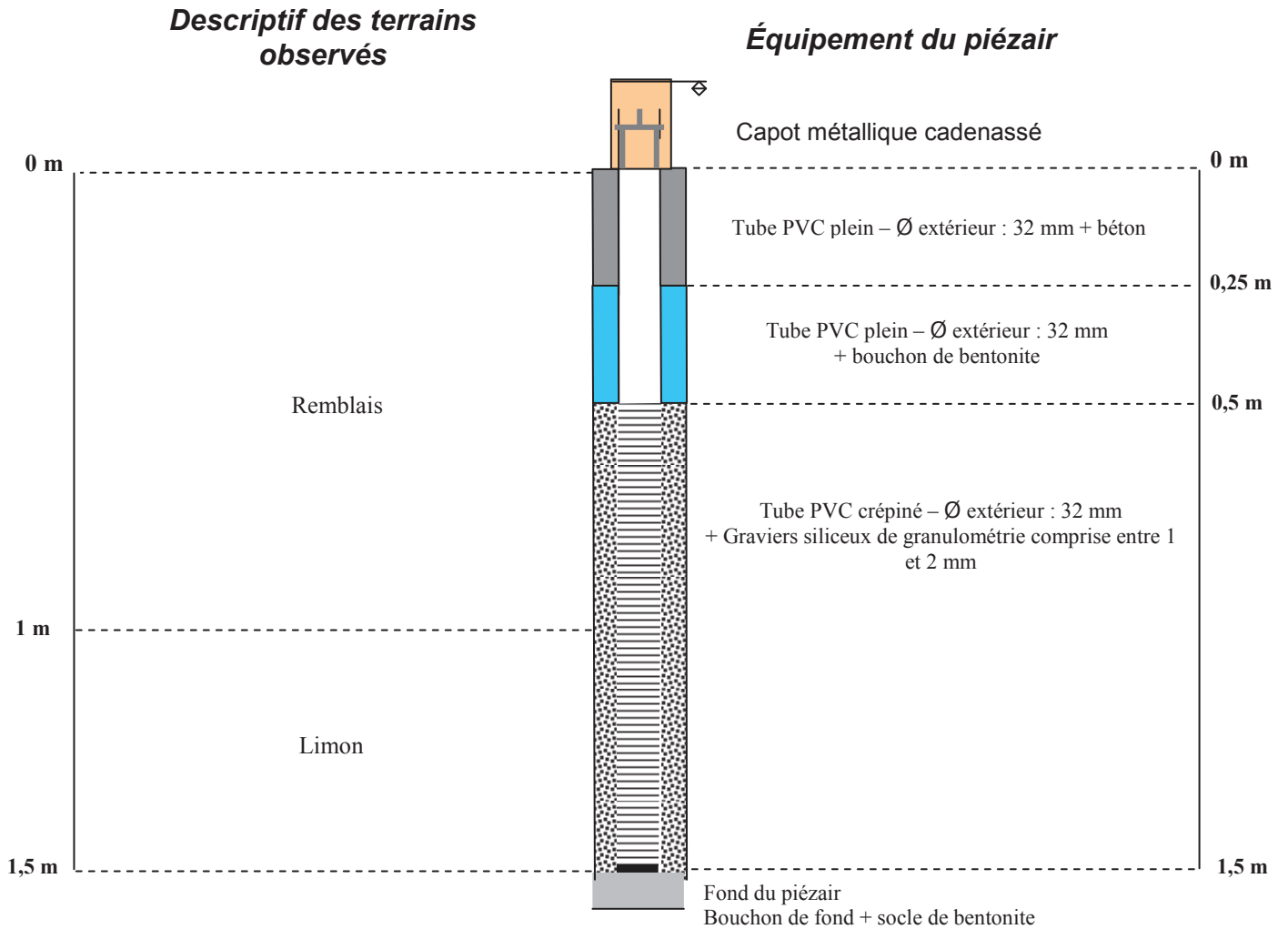


DOC-15-6302320-FR-P6

Kamer van Koophandel Directeur
Nr. 08110898 ppa. Elly van Bakergem
VAT/BTW-ID-Nr.: Dr. Paul Wimmer
NL 811132559 B01

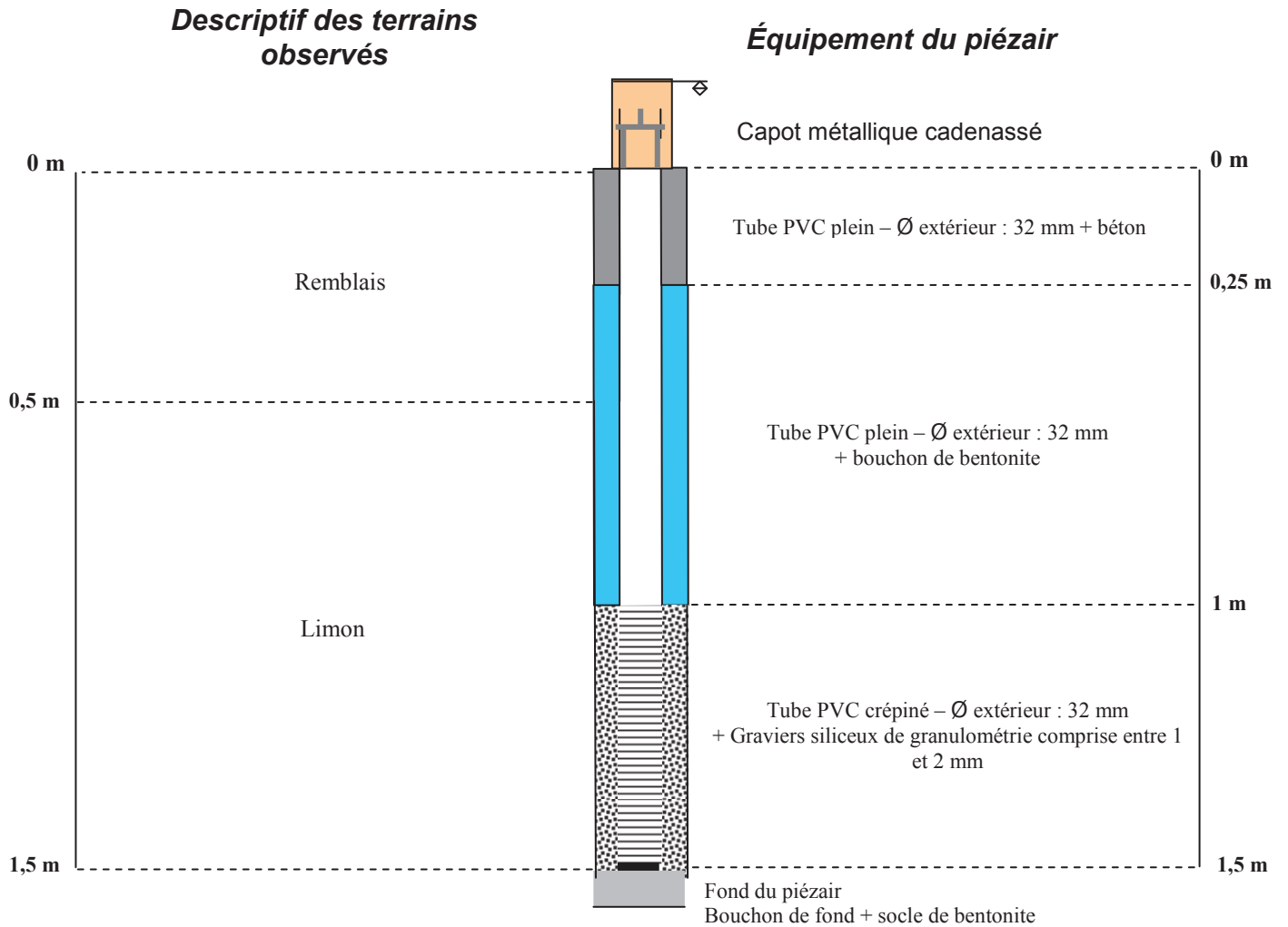
	POSE DE PIEZAIR PROJET : EA3123	Identification : ET-006-003-IV
		Date : 26 avr. 2007
		Indice : 1

Intervenant EACM : François Cantarutti Société de forage : Gramont Client : SEM Ville Renouvelée Date : 01/03/2016	Site : Rue de Lille à Marquette-lez-Lille	Référence du piézair <u>PA4</u>
---	--	--



	POSE DE PIEZAIR PROJET : EA3123	Identification : ET-006-003-IV
		Date : 26 avr. 2007
		Indice : 1

Intervenant EACM : François Cantarutti Société de forage : EACM Client : SEM Ville Renouvelée Date : 11/04/2016	Site : Rue de Lille à Marquette-lez-Lille	Référence du piézair <u>PA5</u>
--	--	--



	Fiche prélèvement des gaz du sol	Identification : ET-005-003-IV
		Version n°2 du 30 août 2013
		Enregistrement

n° affaire : Ea3123

Préleveur : AdV

Référence du piézair : Pa4

Coordonnées GPS : X : 7063178,250

Y : 704463,238

Z : 17,995

Client : SEM VR

Référence de la pompe : PO-CHE 22 puis pompe 1

Date : 03/03/2016

Vérifications préliminaires

Action	Effectuée le	Commentaire/problèmes rencontrés
Contrôle de l'équipement – alimentation électrique, pompes, afficheurs	03/03/2016	RAS
Contrôle du débit (en fonction du débit indiqué dans les données du prélèvement) pour le prélèvement sur charbon actif	03-mars-16	Débit obtenu avant le prélèvement : 0,209 L/min
		Débit obtenu après le prélèvement : 0,2113
Contrôle du débit (en fonction du débit indiqué dans les données du prélèvement) pour le début du prélèvement sur tube hopkalite	3 et 4 mars 2016	Débit obtenu avant le prélèvement : 0,2295
		Débit obtenu après le prélèvement : 0,2274
Contrôle du débit (en fonction du débit indiqué dans les données du prélèvement) pour la fin du prélèvement sur tube hopkalite	3 et 4 mars 2016	Débit obtenu avant le prélèvement : 0,518
		Débit obtenu après le prélèvement : 0,5497
Contrôle de l'étanchéité du système	03/03/2016	RAS

Conditions météorologiques

Paramètres mesurés sur site	A l'arrivée sur le site	Au départ du site
Condition météorologique (pluie, temps sec,...)	humide (soleil et nuage)	Sec et ensoleillé
Température de l'air (°C)	9,5	7,7
Paramètres mesurés par Météo France	Données mesurées le : 3/03/2016 à 15h à la station Lille-Lesquin	
Pression atmosphérique	100030 Pa	
Vitesse et direction du vent	5,7 m/s à 310 °	

Calcul du temps de purge du piézair

Diamètre de la colonne d'air (m)	Surface de la colonne d'air (m ²)	Profondeur de l'ouvrage (m)	Volume de l'ouvrage (m ³)	Renouvellement du volume mort (m ³)		Débit de ventilation (m ³ /min)	Durée (min)
				3 fois	5 fois		
0,165	0,021	2	0,043	0,1282	0,21	0,117	1,83

Prélèvement

Paramètres	Type et n° de support	Débit de pompage (l/min)	Heure de début	Heure de fin	Durée de pompage (min)	Volume pompé (l)
Hydrocarbures volatils C5-C12+ BTEXN+COHV	CA - 5682095674	0,2101	13:52	16:45 mais arrêt de la pompe pendant 0 à 30 min	au minimum 143	au minimum 30,04
Mercure	Hopkalite - 5991201049	0,2284	17:00	17:48	48	10,9632
Mercure	Hopkalite - 5991201049	0,518	17:48	18:20	32	16,576

Commentaires : La pompe PO-CHE 22 n'a pas pu être calibré à environ 0,5 L/min. Ainsi, un changement de pompe a été réalisé.

	Fiche prélèvement des gaz du sol	Identification : ET-005-003-IV
		Version n°2 du 30 août 2013
		Enregistrement

n° affaire : Ea3123

Préleveur : AdV

Référence du piézair : Pa 4

Coordonnées GPS : X : 7063178,250

Y : 704463,238

Z : 17,995

Client : SEM VR

Référence de la pompe (en cas de location) : pompe 2

Date : 07/07/2016

Vérifications préliminaires

Action	Effectuée le	Commentaire/problèmes rencontrés
Contrôle de l'équipement – alimentation électrique, pompes, afficheurs	07/07/2016	RAS
Contrôle du débit (en fonction du débit indiqué dans les données du prélèvement)	06/07/2016 et 07/07/2016	Débit obtenu avant le prélèvement : 0,325L/min
		Débit obtenu après le prélèvement : 0,346L/min
Contrôle de l'étanchéité du système	07/07/2016	RAS

Conditions météorologiques

Paramètres mesurés sur site	A l'arrivée sur le site	Au départ du site
Condition météorologique (pluie, temps sec,...)	Soleil et nuages	Soleil et nuages
Température de l'air (°C)	20,7	27,9
Paramètres mesurés par Météo France	Données mesurées le :	
Pression atmosphérique	1015hPa à 9h00 et 1029hPa à 12h00	
Vitesse et direction du vent	Pas de vent	

Calcul du temps de purge du piézair

Diamètre de la colonne d'air (m)	Surface de la colonne d'air (m ²)	Profondeur de l'ouvrage (m)	Volume de l'ouvrage (m ³)	Renouvellement du volume mort (m ³)		Débit de ventilation (m ³ /min)	Durée (min)
				3 fois	5 fois		
0,165	0,021	2	0,043	0,1282	0,21	0,117	1,83

Prélèvement

Paramètres	Type et n° de support	Débit de pompage (l/min)	Heure de début	Heure de fin	Durée de pompage (min)	Volume pompé
Hydrocarbures volatils C5-C12+ BTEXN+COHV	Charbon actif	0,3355	09h02	10h42	100	33,55L
Mercure	hopkalite - 56912021166	0,3355	10h47	11h57	70	23,5L

	Fiche prélèvement des gaz du sol	Identification : ET-005-003-IV
		Version n°2 du 30 août 2013
		Enregistrement

n° affaire : Ea3123

Préleveur : AdV

Référence du piézair : Pa 5

Coordonnées GPS : X : 7063203,244

Y : 704496,504

Z : 20,978

Client : SEM VR

Référence de la pompe (en cas de location) : pompe 1

Date : 07/07/2016

Vérifications préliminaires

Action	Effectuée le	Commentaire/problèmes rencontrés
Contrôle de l'équipement – alimentation électrique, pompes, afficheurs	07/07/2016	RAS
Contrôle du débit (en fonction du débit indiqué dans les données du prélèvement)	06/07/2016 et 07/07/2016	Débit obtenu avant le prélèvement : 0,2614L/min
		Débit obtenu après le prélèvement : 0,271L/min
Contrôle de l'étanchéité du système	07/07/2016	RAS

Conditions météorologiques

Paramètres mesurés sur site	A l'arrivée sur le site	Au départ du site
Condition météorologique (pluie, temps sec,...)	Soleil et nuages	Soleil et nuages
Température de l'air (°C)	20,7	27,9
Paramètres mesurés par Météo France	Données mesurées le :	
Pression atmosphérique	1015hPa à 9h00 et 1029hPa à 12h00	
Vitesse et direction du vent	Pas de vent	

Calcul du temps de purge du piézair

Diamètre de la colonne d'air (m)	Surface de la colonne d'air (m ²)	Profondeur de l'ouvrage (m)	Volume de l'ouvrage (m ³)	Renouvellement du volume mort (m ³)		Débit de ventilation (m ³ /min)	Durée (min)
				3 fois	5 fois		
0,165	0,021	2	0,043	0,1282	0,21	0,117	1,83

Prélèvement

Paramètres	Type et n° de support	Débit de pompage (l/min)	Heure de début	Heure de fin	Durée de pompage (min)	Volume pompé
Hydrocarbures volatils C5-C12+ BTEXN+COHV	Charbon actif - 5815816382	0,266	09h18	11h53	155	41,23L

Paramètre	Norme de référence / méthode utilisée	Limite de quantification du laboratoire (LQi)
Hydrocarbures volatils avec répartition des fractions	CPG/SM	10 µg/tube
Naphtalène	Méthode reconnue COFRAC	0,1 µg/tube
Mercure	NIOSH 6009	0,005 µg/set
Composés organiques halogénés volatils (COHV)	CPG/SM	0,1 à 0,5 µg/tube
BTEX (Benzène, Toluène, Ethylbenzène, Xylènes)	CPG/SM	0,1 µg/tube

AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Postbus 693, 7400 AR Deventer
Tel. +31(0)570 788110, Fax +31(0)570 788108
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

Date 19.04.2016

N° Client 35004888

RAPPORT D'ANALYSES 569102 / 2 - 500734 / 2

	Unité	Résultat	Méthode
Somme fractions aliphatiques C5-C12 (tube)	µg/tube	<2,0 ^{x)}	méthode interne ⁿ⁾
Somme fractions aromatiques C6-C12 (tube)	µg/tube	<2,0 ^{x)}	méthode interne ⁿ⁾

x) Les résultats ne tiennent pas compte des teneurs en dessous des seuils de quantification.

Explication: dans la colonne de résultats "<" signifie inférieur à la limite de quantification; n.d. signifie non déterminé.

n) Non accrédité

AL-West B.V. M. Claude Gautheron, Tel. 33/380680143

Chargé relation clientèle

Début des analyses: 05.03.2016

Fin des analyses: 08.03.2016

Les résultats d'analyses ne concernent que ces échantillons soumis à essai. La qualité du résultat rendu est contrôlée et validée, mais la pertinence en est difficilement vérifiable car le laboratoire n'a pas connaissance du contexte du site, de l'historique de l'échantillon. .

AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Postbus 693, 7400 AR Deventer
Tel. +31(0)570 788110, Fax +31(0)570 788108
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

Date 19.04.2016

N° Client 35004888

RAPPORT D'ANALYSES 569102 / 2 - 500735 / 2

	Unité	Résultat	Méthode
Somme fractions aliphatiques C5-C12 (tube)	µg/tube	<2,0 ^{x)}	méthode interne ⁿ⁾
Somme fractions aromatiques C6-C12 (tube)	µg/tube	<2,0 ^{x)}	méthode interne ⁿ⁾

x) Les résultats ne tiennent pas compte des teneurs en dessous des seuils de quantification.

Explication: dans la colonne de résultats "<" signifie inférieur à la limite de quantification; n.d. signifie non déterminé.

n) Non accrédité

AL-West B.V. M. Claude Gautheron, Tel. 33/380680143

Chargé relation clientèle

Début des analyses: 05.03.2016

Fin des analyses: 08.03.2016

Les résultats d'analyses ne concernent que ces échantillons soumis à essai. La qualité du résultat rendu est contrôlée et validée, mais la pertinence en est difficilement vérifiable car le laboratoire n'a pas connaissance du contexte du site, de l'historique de l'échantillon. .

AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Postbus 693, 7400 AR Deventer
Tel. +31(0)570 788110, Fax +31(0)570 788108
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

Date 19.04.2016

N° Client 35004888

RAPPORT D'ANALYSES 569102 / 2 - 500736 / 2

	Unité	Résultat	Méthode
Somme fractions aliphatiques C5-C12 (tube)	µg/tube	<2,0 ^{x)}	méthode interne ⁿ⁾
Somme fractions aromatiques C6-C12 (tube)	µg/tube	<2,0 ^{x)}	méthode interne ⁿ⁾

x) Les résultats ne tiennent pas compte des teneurs en dessous des seuils de quantification.

Explication: dans la colonne de résultats "<" signifie inférieur à la limite de quantification; n.d. signifie non déterminé.

n) Non accrédité

AL-West B.V. M. Claude Gautheron, Tel. 33/380680143

Chargé relation clientèle

Début des analyses: 05.03.2016

Fin des analyses: 08.03.2016

Les résultats d'analyses ne concernent que ces échantillons soumis à essai. La qualité du résultat rendu est contrôlée et validée, mais la pertinence en est difficilement vérifiable car le laboratoire n'a pas connaissance du contexte du site, de l'historique de l'échantillon. .

Labo Wessling, 5/1 avenue Georges Hannard, 59170 Croix
EACM
Madame Amélie de Vilmaress
7 rue Gustave Delory
59800 Lille

Rapport d'essai n°:	ULI16-000727-1
Commande n°:	ULI-00401-16
Interlocuteur:	D. Paris
Téléphone:	33 328 342 332
eMail:	d.paris@wessling.fr
Date:	19.04.2016

Rapport d'essai

ANALYSE MERCURE AIR EA3123 Prélèvement du 03.03.2016

Les résultats ne se rapportent qu'aux échantillons soumis à l'essai, sous réserve du flaconnage reçu (hors flaconnage Wessling), du respect des conditions de conservation des échantillons jusqu'au laboratoire d'analyses et du temps imparti entre le prélèvement et l'analyse préconisée dans les normes suivies.

Les méthodes couvertes par l'accréditation EN ISO 17025 sont marquées d'un A dans le tableau récapitulatif en fin de rapport au niveau des normes.

Le site WESSLING de Lille n'est pas couvert par l'accréditation ISO 17025.

Les résultats obtenus par ces méthodes sont accrédités sauf avis contraire en remarque.

La portée d'accréditation COFRAC n°1-1364 essais est disponible sur www.cofrac.fr pour les résultats accrédités par les laboratoires Wessling de Lyon.

Les essais effectués par les laboratoires allemands, hongrois et polonais sont accrédités respectivement par le DAKKS D-PL-14162-01-00, le NAT-1-1009/2012 et le PCA Nr AB 918. Ces documents d'accréditation sont disponibles sur demande.

Ce rapport d'essai ne peut-être reproduit que sous son intégralité et avec l'autorisation des laboratoires WESSLING (EN ISO 17025).

Rapport d'essai n°.: ULI16-000727-1
Projet : ANALYSE MERCURE AIR
EA3123
Prélèvement du 03.03.2016

Laboratoires WESSLING S.A.R.L.
5/1 Avenue Georges Hannart · 59170 Croix
Tel. +33 (0)3 28 34 23 32 · Fax +33 (0)9 72 52 80 90
labo.lille@wessling.fr · www.wessling.fr

Croix, le 19.04.2016

N° d'échantillon		16-033952-04	16-033952-05
Désignation d'échantillon	Unité	Pa4	Blanc
Mercury (Hg)	µg G	<0,005	<0,005

Rapport d'essai n°.: ULI16-000727-1
Projet : ANALYSE MERCURE AIR
EA3123
Prélèvement du 03.03.2016

Laboratoires WESSLING S.A.R.L.
5/1 Avenue Georges Hannart · 59170 Croix
Tel. +33 (0)3 28 34 23 32 · Fax +33 (0)9 72 52 80 90
labo.lille@wessling.fr · www.wessling.fr

Croix, le 19.04.2016

Informations sur les échantillons

N° d'échantillon :	16-033952-04	16-033952-05
Date de réception :	07.03.2016	07.03.2016
Désignation :	Pa4	Blanc
Type d'échantillon :	Gaz	Gaz
Date de prélèvement :	03.03.2016	03.03.2016
Récipient :	tube hopkalite	tube hopkalite
Température à réception (C°) :		
Début des analyses :	07.03.2016	07.03.2016
Fin des analyses :	11.03.2016	11.03.2016

Rapport d'essai n°.: ULI16-000727-1
Projet : ANALYSE MERCURE AIR
EA3123
Prélèvement du 03.03.2016

Laboratoires WESSLING S.A.R.L.
5/1 Avenue Georges Hannart · 59170 Croix
Tel. +33 (0)3 28 34 23 32 · Fax +33 (0)9 72 52 80 90
labo.lille@wessling.fr · www.wessling.fr

Croix, le 19.04.2016

Informations sur les méthodes d'analyses

Paramètre
Mercure total (Emission)

Norme
EN 13211(A)

Laboratoire
Wessling Budapest (HU)

Commentaires :

Les résultats fournis et les limites de quantification indiquées ne prennent pas en compte le rendement de désorption du support.
Les seuils sont susceptibles d'être augmentés en fonction d'interférences chimiques.

Signataire Technique

Rémy FOURNIER

Chargé de Clientèle



AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Postbus 693, 7400 AR Deventer
Tel. +31(0)570 788110, Fax +31(0)570 788108
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

EACM
7 rue Gustave Delory
59000 LILLE
FRANCE

Date 13.07.2016
N° Client 35004888
N° commande 596891

RAPPORT D'ANALYSES

N° Cde 596891 Air

Client 35004888 EACM
Référence Ea3123
Date de validation 08.07.16
Prélèvement par: Client

Madame, Monsieur

Nous avons le plaisir de vous adresser ci-joint le rapport définitif des analyses chimiques provenant du laboratoire pour votre dossier en référence.

Sauf avis contraire, les analyses accréditées selon la norme EN ISO CEI 17025 ont été effectuées conformément aux méthodes de recherche citées dans les versions les plus actuelles de nos listes de prestations des Comités d'Accréditation Néerlandais (RVA), reconnus Cofrac, sous les numéro L005.

Si vous désirez recevoir de plus amples informations concernant le degré d'incertitudes d'une méthode de mesure déterminée, nous pouvons vous les fournir sur demande.

Nous signalons que le certificat d'analyses ne pourra être reproduit que dans sa totalité.

Nous vous informons que seules les conditions générales de AL-West, déposées à la Chambre du Commerce et de l'Industrie de Deventer, sont en vigueur.

Au cas où vous souhaiteriez recevoir des renseignements complémentaires, nous vous prions de prendre contact avec le service après-vente.

En vous remerciant pour la confiance que vous nous témoignez, nous vous prions d'agréer, Madame, Monsieur l'expression de nos sincères salutations.

Respectueusement,

AL-West B.V. M. Claude Gautheron, Tel. 33/380680143
Chargé relation clientèle

AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Postbus 693, 7400 AR Deventer
Tel. +31(0)570 788110, Fax +31(0)570 788108
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

N° Cde 596891 Air

N° échant.	Nom d'échantillon	Prélèvement	Site du prélèvement
642607	Pa4 - ZM	07.07.2016	
642608	Pa4 - ZC	07.07.2016	
642609	Pa5 - ZM	07.07.2016	
642610	Pa5 - ZC	07.07.2016	
642611	Blanc - ZM	07.07.2016	

	Unité	642607 Pa4 - ZM	642608 Pa4 - ZC	642609 Pa5 - ZM	642610 Pa5 - ZC	642611 Blanc - ZM
--	-------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	----------------------

Composés aromatiques

Naphtalène (tube)	µg/tube	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Benzène (tube)	µg/tube	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Toluène (tube)	µg/tube	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Ethylbenzène (tube)	µg/tube	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
<i>m,p</i> -Xylène (tube)	µg/tube	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
<i>o</i> -Xylène (tube)	µg/tube	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Somme Xylènes (tube)	µg/tube	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

COHV

1,1-Dichloroéthène (tube)	µg/tube	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Chlorure de Vinyle (tube)	µg/tube	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Somme cis/trans-1,2-Dichloroéthylènes (tube)	µg/tube	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Dichlorométhane (tube)	µg/tube	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
<i>Trans</i> -1,2-Dichloroéthylène (tube)	µg/tube	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
1,1-Dichloroéthane (tube)	µg/tube	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
<i>cis</i> -1,2-Dichloroéthène (tube)	µg/tube	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Trichlorométhane (tube)	µg/tube	<0,20	<0,20	0,34	<0,20	<0,20
1,2-Dichloroéthane (tube)	µg/tube	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
1,1,1-Trichloroéthane (tube)	µg/tube	0,20	<0,20	0,22	<0,20	<0,20
Tétrachlorométhane (tube)	µg/tube	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Trichloroéthylène (tube)	µg/tube	0,51	<0,10	0,73	<0,10	<0,10
1,1,2-Trichloroéthane (tube)	µg/tube	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Tétrachloroéthylène (tube)	µg/tube	<0,20	<0,20	0,80	<0,20	<0,20

TPH

Hydrocarbures aliphatiques >C5-C6 (tube)	µg/tube	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
Hydrocarbures aliphatiques >C6-C8 (tube)	µg/tube	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
Hydrocarbures aliphatiques >C8-C10 (tube)	µg/tube	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
Hydrocarbures aliphatiques >C10-C12 (tube)	µg/tube	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
Hydrocarbures aromatiques >C6-C7 (tube)	µg/tube	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
Hydrocarbures aromatiques >C7-C8 (tube)	µg/tube	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0

AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Postbus 693, 7400 AR Deventer
Tel. +31(0)570 788110, Fax +31(0)570 788108
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

N° Cde 596891 Air

Unité	642607 Pa4 - ZM	642608 Pa4 - ZC	642609 Pa5 - ZM	642610 Pa5 - ZC	642611 Blanc - ZM
TPH					
Hydrocarbures aromatiques >C8- C10 (tube) µg/tube	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
Hydrocarbures aromatiques >C10- C12 (tube) µg/tube	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
Autres analyses					
Somme fractions aliphatiques C5-C12 (tube) µg/tube	<2,0 ^{x)}	<2,0 ^{x)}	<2,0 ^{x)}	<2,0 ^{x)}	<2,0 ^{x)}
Somme fractions aromatiques C6-C12 (tube) µg/tube	<2,0 ^{x)}	<2,0 ^{x)}	<2,0 ^{x)}	<2,0 ^{x)}	<2,0 ^{x)}

Explication: dans la colonne de résultats "<" signifie inférieur à la limite de quantification; n.d. signifie non déterminé.

x) Les résultats ne tiennent pas compte des teneurs en dessous des seuils de quantification.

Début des analyses: 09.07.2016

Fin des analyses: 12.07.2016

Les résultats d'analyses ne concernent que ces échantillons soumis à essai. La qualité du résultat rendu est contrôlée et validée, mais la pertinence en est difficilement vérifiable car le laboratoire n'a pas connaissance du contexte du site, de l'historique de l'échantillon. .

AL-West B.V. M. Claude Gautheron, Tel. 33/380680143
Chargé relation clientèle

Ce rapport transmis électroniquement a été vérifié et validé Ceci est en accord avec les prescriptions de la NF EN ISO/IEC 17025:2005 pour les rapports simplifiés. Il est valide avec la signature digitale.

Liste des méthodes

Méthode interne: 1,1-Dichloroéthène (tube) Naphtalène (tube) Chlorure de Vinyle (tube) Somme cis/trans-1,2-Dichloroéthylènes (tube) Benzène (tube) Toluène (tube) Ethylbenzène (tube) Somme Xylènes (tube) Dichlorométhane (tube) 1,1-Dichloroéthane (tube) Trichlorométhane (tube) 1,2-Dichloroéthane (tube) 1,1,1-Trichloroéthane (tube) Tétrachlorométhane (tube) Trichloroéthylène (tube) 1,1,2-Trichloroéthane (tube) Tétrachloroéthylène (tube)

Méthode interne: n) Somme fractions aromatiques C6-C12 (tube) Somme fractions aliphatiques C5-C12 (tube)

n) Non accrédité

Labo Wessling, 5/1 avenue Georges Hannard, 59170 Croix
EACM
Madame Amélie de Vilmarest
7 rue Gustave Delory
59800 Lille

Rapport d'essai n°:	ULI16-001351-1
Commande n°:	ULI-01283-16
Interlocuteur:	D. Paris
Téléphone:	33 328 342 332
eMail:	d.paris@wessling.fr
Date:	18.07.2016

Rapport d'essai

ANALYSE MERCURE AIR Ea 3123

Les résultats ne se rapportent qu'aux échantillons soumis à l'essai, sous réserve du flaconnage reçu (hors flaconnage Wessling), du respect des conditions de conservation des échantillons jusqu'au laboratoire d'analyses et du temps imparti entre le prélèvement et l'analyse préconisé dans les normes suivies. Les méthodes couvertes par l'accréditation EN ISO 17025 sont marquées d'un A dans le tableau récapitulatif en fin de rapport au niveau des normes.

Le site WESSLING de Lille n'est pas couvert par l'accréditation ISO 17025.

Les résultats obtenus par ces méthodes sont accrédités sauf avis contraire en remarque.

La portée d'accréditation COFRAC n°1-1364 essais est disponible sur www.cofrac.fr pour les résultats accrédités par les laboratoires Wessling de Lyon. Les essais effectués par les laboratoires allemands, hongrois et polonais sont accrédités respectivement par le DAKKS D-PL-14162-01-00, le NAT-1-1009/2012 et le PCA Nr AB 918. Ces documents d'accréditation sont disponibles sur demande.

Ce rapport d'essai ne peut-être reproduit que sous son intégralité et avec l'autorisation des laboratoires WESSLING (EN ISO 17025).

Rapport d'essai n°.: ULI16-001351-1
Projet : ANALYSE MERCURE AIR
Ea 3123

Laboratoires WESSLING S.A.R.L.
5/1 Avenue Georges Hannart · 59170 Croix
Tel. +33 (0)3 28 34 23 32 · Fax +33 (0)9 72 52 80 90
labo.lille@wessling.fr · www.wessling.fr

Croix, le 18.07.2016

N° d'échantillon

16-106622-01

16-106622-02

5691202166 -

5691202174 -

Désignation d'échantillon

Unité

Pa4

Blanc

Mercure (Hg)

µg G

<0,005

<0,005

Rapport d'essai n°.: ULI16-001351-1
Projet : ANALYSE MERCURE AIR
Ea 3123

Laboratoires WESSLING S.A.R.L.
5/1 Avenue Georges Hannart · 59170 Croix
Tel. +33 (0)3 28 34 23 32 · Fax +33 (0)9 72 52 80 90
labo.lille@wessling.fr · www.wessling.fr

Croix, le 18.07.2016

Informations sur les échantillons

N° d'échantillon :	16-106622-01	16-106622-02
Date de réception :	08.07.2016	08.07.2016
Désignation :	5691202166 - Pa4	5691202174 - Blanc
Type d'échantillon :	Air	Air
Date de prélèvement :	07.07.2016	07.07.2016
Récipient :	1 tube carulite	1 tube carulite
Température à réception (C°) :		
Début des analyses :	08.07.2016	08.07.2016
Fin des analyses :	14.07.2016	14.07.2016

Rapport d'essai n°.: ULI16-001351-1
Projet : ANALYSE MERCURE AIR
Ea 3123

Laboratoires WESSLING S.A.R.L.
5/1 Avenue Georges Hannart · 59170 Croix
Tel. +33 (0)3 28 34 23 32 · Fax +33 (0)9 72 52 80 90
labo.lille@wessling.fr · www.wessling.fr

Croix, le 18.07.2016

Informations sur les méthodes d'analyses

Paramètre
Mercure total (Emission)

Norme
DIN EN 13211(A)

Laboratoire
Wessling Budapest (HU)

Commentaires :

Les résultats fournis et les limites de quantification indiquées ne prennent pas en compte le rendement de désorption du support.
Les seuils sont susceptibles d'être augmentés en fonction d'interférences chimiques.

Signataire Technique

Rémy FOURNIER

Chargé de Clientèle





CI liée à une exposition par transfert des substances à travers les canalisations : $CI = C_w \cdot 2 \cdot D \cdot t_s \cdot \pi \cdot r^2 \cdot L / (r \cdot d \cdot Q)$

avec CI = concentration de polluant dans les eaux dans la canalisation (mg/l) L = longueur de la canalisation (m)
 Cw = concentration de la substance dans la phase eau du sol (mg/l) Q = consommation d'eau par jour (m3/j)
 D = coefficient de perméation du polluant spécifique à chaque substance (m2/j)
 ts = durée de stagnation de l'eau dans la canalisation = 1jour
 r = rayon de la canalisation (m)
 d = épaisseur de la canalisation (m)

Calcul de Cw

$$C_w = C_s \cdot \rho \cdot P_w / T_{es}$$

avec Cs = concentration de polluant dans les sols (mg/kg)
 ρ = masse volumique des sols (kg/dm3 ou g/cm3)
 Pw = fraction massique dans l'eau du sol
 Tes = teneur en eau du sol

Calcul de Pw

$$P_w = Z_e \cdot T_{es} / (Z_a \cdot T_{as} + Z_e \cdot T_{es} + Z_s \cdot FVS)$$

avec Z = constante de fugacité pour le milieu e (eau), a (air), s (sol) et Ze = 1/Hs Za = 1/RT Zs = Kd * ρ * Ze / FVs
 FVs = fraction volumique de la phase solide du sol
 Tas = teneur en air du sol
 Tes = teneur en eau du sol
 Hs = Coefficient d'Henry à température du sol
 R = constante des gaz parfaits (Pa.m3/mole.K)
 T = Température (°K)
 Kd = coefficient de partage eau-sol (l/kg)

Paramètres à déterminer	Symbole	Unité	Valeur
Constante des gaz parfaits	R	Pa.m3/mole.K	8,3143
Caractéristiques du sol			
masse volumique du sol	ρ	kg/l ou g/cm3	1,7
fraction volumique de la phase solide	FVs	-	1
teneur en air	Tas	-	0,2
teneur en eau	Tes	-	0,2
T° du sol	T	°K	283
Caractéristiques de la canalisation			
rayon de la canalisation	r	m	0,098
épaisseur de la canalisation	d	m	0,0027
longueur de la canalisation	L	m	120
consommation d'eau par jour	Q	m3/j	0,5
Paramètres liés aux substances			PCB
Concentration de la substance dans les sols	Cs	mg/kg	1,25
Constante d'Henry	Hs	m3.Pa/mole	19,19
Solubilité	S	mg/l	1,20E-02
Pression de vapeur	Vp	Pa	1,00E-02
coefficient de partage eau-sol	Kd	l/kg	8626,16
coefficient de perméation	D	m2/j	2,00E-07
Paramètres calculés			
constante de fugacité eau	Ze	mole/m3.Pa	5,21E-02
constante de fugacité air	Za	mole/m3.Pa	4,25E-04
constante de fugacité sol	Zs	mole/m3.Pa	7,64E+02
fraction massique dans l'eau du sol	Pw	-	1,36E-05
concentration de la substance dans la phase eau du sol	Cw	mg/l	1,45E-04
concentration de la substance dans les eaux de canalisation	CI	mg/l	1,59E-06

CI liée à une exposition par transfert des substances à travers les canalisation : $CI = Cw \cdot 2 \cdot D \cdot ts \cdot \pi \cdot r^2 \cdot L / (r \cdot d \cdot Q)$

avec CI = concentration de polluant dans les eaux dans la canalisation (mg/l)
 Cw = concentration de la substance dans la phase eau du sol (mg/l)
 D = coefficient de perméation du polluant spécifique à chaque substance (m2/j)
 ts = durée de stagnation de l'eau dans la canalisation = 1jour
 r = rayon de la canalisation (m)
 d = épaisseur de la canalisation (m)

L = longueur de la canalisation (m)
 Q = consommation d'eau par jour (m3/j)

Calcul de Cw

$Cw = C_{gaz}/H$

avec Cgaz = concentration de polluant dans les gaz du sols (mg/m3)
 Hs = Coefficient d'Henry à température du sol

Kd = coefficient de partage eau-sol (l/kg)

Paramètres à déterminer	Symbole	Unité	Valeur													
Caractéristiques de la canalisation																
rayon de la canalisation	r	m	0,098													
épaisseur de la canalisation	d	m	0,0027													
longueur de la canalisation	L	m	120													
consommation d'eau par jour	Q	m3/j	0,5													
Paramètres liés aux substances			Hyd. Al. C5-C6	Hyd. Al. C5-C6	Hyd. Al. C5-C6	Hyd. Al. C5-C6	Hyd. Ar. C6-C7	Hyd. Ar. C6-C7	Hyd. Ar. C6-C7	Hyd. Ar. C6-C7	Hyd. Ar. C6-C7	Naphtalène	Trichlorométhane	1,1,1-trichloroéthane	TCE	PCE
Concentration de la substance dans les gaz de sols	Cs	mg/m3	2,91E-02	2,91E-02	2,91E-02	2,91E-02	2,91E-02	2,91E-02	2,91E-02	2,91E-02	2,91E-02	1,46E-03	4,85E-03	4,88E-03	1,34E-02	8,57E-03
Constante d'Henry	Hs	-	3,40E+01	5,10E+01	8,20E+01	1,30E+02	2,30E-01	2,70E-01	4,90E-01	1,40E-01	1,98E-02	1,50E-01	7,05E-01	4,22E-01	7,54E-01	
coefficient de perméation	D	m2/j	2,10E-06	2,10E-06	2,10E-06	2,10E-06	2,10E-06	2,10E-06	2,10E-06	2,10E-06	2,10E-06	5,00E-07	1,00E-06	1,60E-06	1,60E-06	7,70E-07
Paramètres calculés																
concentration de la substance dans la phase eau du sol	Cw	mg/l	8,56E-07	5,71E-07	3,55E-07	2,24E-07	1,27E-04	1,08E-04	5,94E-05	2,08E-04	7,37E-05	3,23E-05	6,92E-06	3,18E-05	1,14E-05	
concentration de la substance dans les eaux de canalisation	CI	mg/l	9,84E-08	6,56E-08	4,08E-08	2,57E-08	1,45E-05	1,24E-05	6,83E-06	2,39E-05	2,02E-06	1,77E-06	6,06E-07	2,78E-06	4,79E-07	

FATE AND TRANSPORT MODEL INPUT SUMMARY FILE

Model Description:
Johnson and Ettinger Indoor air model
with volatile emissions from soil gas

Title:
New Project

Simulation time (years). 30

Unsaturated Zone Properties for Vapor Model

Total porosity (cm3/cm3) 0.25
Water content (cm3/cm3) 0.15
Distance from source to building (m) 5.00E-02

Building Parameters

Cross-sect. area of basement (m2). 9.0
Volume of building (m3). 22.
Number of air changes per day. 12.
Foundation thickness (m) 0.20
Length of foundation perimeter (m) 12.
Depth of foundation (m). 0.20
Pressure difference (g/cm-s2). 40.
Fraction of cracks (cm3/cm3) 1.00E-03
Porosity in cracks (-) 0.25
Water content in cracks (-). 0.15
Permeability of soil to vapors (cm2) 1.00E-08
Viscosity of air is assumed to be [g/cm-s] 1.80E-04

***Volumetric flow rate of soil gas into building
***will be estimated from above input parameters.

Calculated crack width (cm). 7.50E-02
Flow rate of soil gas into building (cm3/s) 2.7

CHEMICAL DATA FOR: Chloroform

Diffusion coefficient in air (cm2/s) 0.10
Diffusion coefficient in water (cm2/s) 1.00E-05
Solubility (mg/l) 7.92E+03
Vapor pressure (mmHg) 2.00E+02
KOC (L/kg). 40.
Henry's Law coefficient (-). 0.15
Molecular weight (g/mol). 1.19E+02

Source Concentrations:

Source conc. for vapor model (mg/m3) 4.85E-03

CHEMICAL DATA FOR: Naphthalene

Diffusion coefficient in air (cm2/s) 5.90E-02
Diffusion coefficient in water (cm2/s) 7.50E-06
Solubility (mg/l) 31.
Vapor pressure (mmHg) 8.50E-02
KOC (L/kg). 2.00E+03
Henry's Law coefficient (-). 1.98E-02
Molecular weight (g/mol). 1.28E+02

Source Concentrations:

Source conc. for vapor model (mg/m3) 1.46E-03

CHEMICAL DATA FOR: Tetrachloroethylene (PCE)

Diffusion coefficient in air (cm2/s) 7.20E-02
Diffusion coefficient in water (cm2/s) 8.20E-06
Solubility (mg/l) 2.00E+02
Vapor pressure (mmHg) 19.
KOC (L/kg). 1.60E+02
Henry's Law coefficient (-). 0.75
Molecular weight (g/mol). 1.66E+02

Source Concentrations:

Source conc. for vapor model (mg/m3) 8.57E-03

CHEMICAL DATA FOR: TPH Aliphatic C5-6

Diffusion coefficient in air (cm2/s) 0.10
Diffusion coefficient in water (cm2/s) 1.00E-05
Solubility (mg/l) 36.
Vapor pressure (mmHg) 2.70E+02
KOC (L/kg). 7.90E+02
Henry's Law coefficient (-). 34.
Molecular weight (g/mol). 81.

Source Concentrations:

Source conc. for vapor model (mg/m3) 2.91E-02

CHEMICAL DATA FOR: TPH Aliphatic C6-8

Diffusion coefficient in air (cm2/s) 0.10
Diffusion coefficient in water (cm2/s) 1.00E-05
Solubility (mg/l) 5.4
Vapor pressure (mmHg) 48.
KOC (L/kg). 4.00E+03
Henry's Law coefficient (-). 51.
Molecular weight (g/mol). 1.00E+02

Source Concentrations:

Source conc. for vapor model (mg/m3) 2.91E-02

CHEMICAL DATA FOR: TPH Aliphatic C8-10

Diffusion coefficient in air (cm2/s) 0.10
Diffusion coefficient in water (cm2/s) 1.00E-05
Solubility (mg/l) 0.43
Vapor pressure (mmHg) 4.8
KOC (L/kg). 3.20E+04
Henry's Law coefficient (-). 82.
Molecular weight (g/mol). 1.30E+02

Source Concentrations:

Source conc. for vapor model (mg/m3) 2.91E-02

CHEMICAL DATA FOR: TPH Aliphatic C10-12

Diffusion coefficient in air (cm2/s) 0.10
Diffusion coefficient in water (cm2/s) 1.00E-05
Solubility (mg/l) 3.40E-02
Vapor pressure (mmHg) 0.49
KOC (L/kg). 2.50E+05
Henry's Law coefficient (-). 1.30E+02
Molecular weight (g/mol). 1.60E+02

Source Concentrations:

Source conc. for vapor model (mg/m3) 2.91E-02

CHEMICAL DATA FOR: TPH Aromatic C5-7

Diffusion coefficient in air (cm2/s) 0.10
Diffusion coefficient in water (cm2/s) 1.00E-05
Solubility (mg/l) 1.80E+03
Vapor pressure (mmHg) 99.
KOC (L/kg). 79.
Henry's Law coefficient (-). 0.23
Molecular weight (g/mol). 78.

Source Concentrations:

Source conc. for vapor model (mg/m3) 2.91E-02

CHEMICAL DATA FOR: TPH Aromatic C7-8

Diffusion coefficient in air (cm2/s)	0.10
Diffusion coefficient in water (cm2/s)	1.00E-05
Solubility (mg/l)	5.20E+02
Vapor pressure (mmHg)	29.
KOC (L/kg).	2.50E+02
Henry's Law coefficient (-).	0.27
Molecular weight (g/mol).	92.

Source Concentrations:

Source conc. for vapor model (mg/m3)	2.91E-02
--------------------------------------	----------

CHEMICAL DATA FOR: TPH Aromatic C8-10

Diffusion coefficient in air (cm2/s)	0.10
Diffusion coefficient in water (cm2/s)	1.00E-05
Solubility (mg/l)	65.
Vapor pressure (mmHg)	4.8
KOC (L/kg).	1.60E+03
Henry's Law coefficient (-).	0.49
Molecular weight (g/mol).	1.20E+02

Source Concentrations:

Source conc. for vapor model (mg/m3)	2.91E-02
--------------------------------------	----------

CHEMICAL DATA FOR: TPH Aromatic C10-12

Diffusion coefficient in air (cm2/s)	0.10
Diffusion coefficient in water (cm2/s)	1.00E-05
Solubility (mg/l)	25.
Vapor pressure (mmHg)	0.48
KOC (L/kg).	2.50E+03
Henry's Law coefficient (-).	0.14
Molecular weight (g/mol).	1.30E+02

Source Concentrations:

Source conc. for vapor model (mg/m3)	2.91E-02
--------------------------------------	----------

CHEMICAL DATA FOR: Trichloroethane (1,1,1)

Diffusion coefficient in air (cm2/s)	7.80E-02
Diffusion coefficient in water (cm2/s)	8.80E-06
Solubility (mg/l)	1.33E+03
Vapor pressure (mmHg)	1.20E+02
KOC (L/kg).	1.10E+02
Henry's Law coefficient (-).	0.70
Molecular weight (g/mol).	1.33E+02

Source Concentrations:

Source conc. for vapor model (mg/m3)	4.88E-03
--------------------------------------	----------

CHEMICAL DATA FOR: Trichloroethylene (TCE)

Diffusion coefficient in air (cm2/s)	7.90E-02
Diffusion coefficient in water (cm2/s)	9.10E-06
Solubility (mg/l)	1.10E+03
Vapor pressure (mmHg)	69.
KOC (L/kg).	1.70E+02
Henry's Law coefficient (-).	0.42
Molecular weight (g/mol).	1.31E+02

Source Concentrations:

Source conc. for vapor model (mg/m3)	1.34E-02
--------------------------------------	----------

CONCENTRATION IN BUILDING (annual average)
Chloroform

Time (yr)	Flux into Building (mg/m ² /day)	Concentration in Building (mg/m ³)	Soil Gas Conc. at Building (mg/m ³)
1.0	1.04E-04	3.45E-06	4.04E-03

The concentration is constant (steady-state model)

CONCENTRATION IN BUILDING (annual average)
Naphthalene

Time (yr)	Flux into Building (mg/m ² /day)	Concentration in Building (mg/m ³)	Soil Gas Conc. at Building (mg/m ³)
1.0	2.81E-05	9.37E-07	1.10E-03

The concentration is constant (steady-state model)

CONCENTRATION IN BUILDING (annual average)
Tetrachloroethylene (PCE)

Time (yr)	Flux into Building (mg/m ² /day)	Concentration in Building (mg/m ³)	Soil Gas Conc. at Building (mg/m ³)
1.0	1.72E-04	5.73E-06	6.71E-03

The concentration is constant (steady-state model)

CONCENTRATION IN BUILDING (annual average)
TPH Aliphatic C5-6

Time (yr)	Flux into Building (mg/m ² /day)	Concentration in Building (mg/m ³)	Soil Gas Conc. at Building (mg/m ³)
1.0	6.21E-04	2.07E-05	2.43E-02

The concentration is constant (steady-state model)

CONCENTRATION IN BUILDING (annual average)
TPH Aliphatic C6-8

Time (yr)	Flux into Building (mg/m ² /day)	Concentration in Building (mg/m ³)	Soil Gas Conc. at Building (mg/m ³)
1.0	6.21E-04	2.07E-05	2.43E-02

The concentration is constant (steady-state model)

CONCENTRATION IN BUILDING (annual average)
TPH Aliphatic C8-10

Time (yr)	Flux into Building (mg/m ² /day)	Concentration in Building (mg/m ³)	Soil Gas Conc. at Building (mg/m ³)
1.0	6.21E-04	2.07E-05	2.43E-02

The concentration is constant (steady-state model)

CONCENTRATION IN BUILDING (annual average)
TPH Aliphatic C10-12

Time (yr)	Flux into Building (mg/m ² /day)	Concentration in Building (mg/m ³)	Soil Gas Conc. at Building (mg/m ³)
1.0	6.21E-04	2.07E-05	2.43E-02

The concentration is constant (steady-state model)

CONCENTRATION IN BUILDING (annual average)
TPH Aromatic C5-7

Time (yr)	Flux into Building (mg/m ² /day)	Concentration in Building (mg/m ³)	Soil Gas Conc. at Building (mg/m ³)
1.0	6.22E-04	2.07E-05	2.43E-02

The concentration is constant (steady-state model)

CONCENTRATION IN BUILDING (annual average)
TPH Aromatic C7-8

Time (yr)	Flux into Building (mg/m ² /day)	Concentration in Building (mg/m ³)	Soil Gas Conc. at Building (mg/m ³)
1.0	6.22E-04	2.07E-05	2.43E-02

The concentration is constant (steady-state model)

CONCENTRATION IN BUILDING (annual average)
TPH Aromatic C8-10

Time (yr)	Flux into Building (mg/m ² /day)	Concentration in Building (mg/m ³)	Soil Gas Conc. at Building (mg/m ³)
1.0	6.21E-04	2.07E-05	2.43E-02

The concentration is constant (steady-state model)

CONCENTRATION IN BUILDING (annual average)
TPH Aromatic C10-12

Time (yr)	Flux into Building (mg/m ² /day)	Concentration in Building (mg/m ³)	Soil Gas Conc. at Building (mg/m ³)
1.0	6.22E-04	2.07E-05	2.43E-02

The concentration is constant (steady-state model)

CONCENTRATION IN BUILDING (annual average)
Trichloroethane (1,1,1)

Time (yr)	Flux into Building (mg/m ² /day)	Concentration in Building (mg/m ³)	Soil Gas Conc. at Building (mg/m ³)
1.0	9.95E-05	3.32E-06	3.89E-03

The concentration is constant (steady-state model)

CONCENTRATION IN BUILDING (annual average)
Trichloroethylene (TCE)

Time (yr)	Flux into Building (mg/m ² /day)	Concentration in Building (mg/m ³)	Soil Gas Conc. at Building (mg/m ³)
1.0	2.74E-04	9.14E-06	1.07E-02

The concentration is constant (steady-state model)

FATE AND TRANSPORT MODEL INPUT SUMMARY FILE

Model Description:

Johnson and Ettinger Indoor air model
with volatile emissions from soil

Title:

New Project

Simulation time (years). 30

Soil Source for Vapor Model

Total porosity in source (cm3/cm3). 0.25
Water content in source (cm3/cm3) 0.15
Fraction organic carbon in source (mg/mg) 7.00E-03
Soil bulk density in source (g/cm3). 1.7

Unsaturated Zone Properties for Vapor Model

Total porosity (cm3/cm3) 0.25
Water content (cm3/cm3) 0.15
Distance from source to building (m) 5.00E-02

Building Parameters

Cross-sect. area of basement (m2). 9.0
Volume of building (m3). 22.
Number of air changes per day. 12.
Foundation thickness (m) 0.20
Length of foundation perimeter (m) 12.
Depth of foundation (m). 0.20
Pressure difference (g/cm-s2). 40.
Fraction of cracks (cm3/cm3) 1.00E-03
Porosity in cracks (-) 0.25
Water content in cracks (-). 0.15
Permeability of soil to vapors (cm2) 1.00E-08
Viscosity of air is assumed to be [g/cm-s] 1.80E-04

***Volumetric flow rate of soil gas into building
***will be estimated from above input parameters.

Calculated crack width (cm). 7.50E-02
Flow rate of soil gas into building (cm3/s) 2.7

TPH Data for Vapor Model Source

Concentration of TPH (mg/kg) 0.0
Molecular weight of TPH (g/mol). 0.0

CHEMICAL DATA FOR: PCBs

Diffusion coefficient in air (cm2/s) 0.10
Diffusion coefficient in water (cm2/s) 1.00E-05
Solubility (mg/l) 0.42
Vapor pressure (mmHg) 8.00E-05
KOC (L/kg). 3.10E+05
Henry's Law coefficient (-). 1.11E-02
Molecular weight (g/mol). 2.25E+02

Source Concentrations:

Source conc. in soil for vapor model (mg/kg) 1.2

CONCENTRATION IN BUILDING (annual average)

PCBs

Time (yr)	Flux into Building (mg/m ² /day)	Concentration in Building (mg/m ³)	Soil Gas Conc. at Building (mg/m ³)
1.0	1.37E-04	4.58E-06	5.36E-03

The concentration is constant (steady-state model)

Model Description:

Johnson and Ettinger model for outdoor air
with volatile emissions from soil gas

Title:

New Project

Simulation time (years). 30

Unsaturated Zone Properties for Vapor Model

Total porosity (cm3/cm3)	0.25
Water content (cm3/cm3)	0.15
Distance from source to surface (m)	5.00E-02

OUTDOOR AIR PARAMETERS

Height of box (breathing zone) (m)	1.0
Length of box (m)	2.10E+02
Wind speed (m/s)	4.0

CHEMICAL DATA FOR: Chloroform

Diffusion coefficient in air (cm2/s)	0.10
Diffusion coefficient in water (cm2/s)	1.00E-05
Solubility (mg/l)	7.92E+03
Vapor pressure (mmHg)	2.00E+02
KOC (L/kg)	40.
Henry's Law coefficient (-)	0.15
Molecular weight (g/mol)	1.19E+02

Source Concentrations:

Source conc. for outdoor air model (mg/m3)	4.85E-03
--	----------

CHEMICAL DATA FOR: Naphthalene

Diffusion coefficient in air (cm2/s)	5.90E-02
Diffusion coefficient in water (cm2/s)	7.50E-06
Solubility (mg/l)	31.
Vapor pressure (mmHg)	8.50E-02
KOC (L/kg)	2.00E+03
Henry's Law coefficient (-)	1.98E-02
Molecular weight (g/mol)	1.28E+02

Source Concentrations:

Source conc. for outdoor air model (mg/m3)	1.46E-03
--	----------

CHEMICAL DATA FOR: Tetrachloroethylene (PCE)

Diffusion coefficient in air (cm2/s)	7.20E-02
Diffusion coefficient in water (cm2/s)	8.20E-06
Solubility (mg/l)	2.00E+02
Vapor pressure (mmHg)	19.
KOC (L/kg)	1.60E+02
Henry's Law coefficient (-)	0.75
Molecular weight (g/mol)	1.66E+02

Source Concentrations:

Source conc. for outdoor air model (mg/m3)	8.57E-03
--	----------

CHEMICAL DATA FOR: TPH Aliphatic C5-6

Diffusion coefficient in air (cm2/s)	0.10
Diffusion coefficient in water (cm2/s)	1.00E-05
Solubility (mg/l)	36.
Vapor pressure (mmHg)	2.70E+02
KOC (L/kg)	7.90E+02
Henry's Law coefficient (-)	34.

Molecular weight (g/mol). 81.

Source Concentrations:

Source conc. for outdoor air model (mg/m3)	2.91E-02
--	----------

CHEMICAL DATA FOR: TPH Aliphatic C6-8

Diffusion coefficient in air (cm2/s)	0.10
Diffusion coefficient in water (cm2/s)	1.00E-05
Solubility (mg/l)	5.4
Vapor pressure (mmHg)	48.
KOC (L/kg)	4.00E+03
Henry's Law coefficient (-)	51.
Molecular weight (g/mol)	1.00E+02

Source Concentrations:

Source conc. for outdoor air model (mg/m3)	2.91E-02
--	----------

CHEMICAL DATA FOR: TPH Aliphatic C8-10

Diffusion coefficient in air (cm2/s)	0.10
Diffusion coefficient in water (cm2/s)	1.00E-05
Solubility (mg/l)	0.43
Vapor pressure (mmHg)	4.8
KOC (L/kg)	3.20E+04
Henry's Law coefficient (-)	82.
Molecular weight (g/mol)	1.30E+02

Source Concentrations:

Source conc. for outdoor air model (mg/m3)	2.91E-02
--	----------

CHEMICAL DATA FOR: TPH Aliphatic C10-12

Diffusion coefficient in air (cm2/s)	0.10
Diffusion coefficient in water (cm2/s)	1.00E-05
Solubility (mg/l)	3.40E-02
Vapor pressure (mmHg)	0.49
KOC (L/kg)	2.50E+05
Henry's Law coefficient (-)	1.30E+02
Molecular weight (g/mol)	1.60E+02

Source Concentrations:

Source conc. for outdoor air model (mg/m3)	2.91E-02
--	----------

CHEMICAL DATA FOR: TPH Aromatic C5-7

Diffusion coefficient in air (cm2/s)	0.10
Diffusion coefficient in water (cm2/s)	1.00E-05
Solubility (mg/l)	1.80E+03
Vapor pressure (mmHg)	99.
KOC (L/kg)	79.
Henry's Law coefficient (-)	0.23
Molecular weight (g/mol)	78.

Source Concentrations:

Source conc. for outdoor air model (mg/m3)	2.91E-02
--	----------

CHEMICAL DATA FOR: TPH Aromatic C7-8

Diffusion coefficient in air (cm2/s)	0.10
Diffusion coefficient in water (cm2/s)	1.00E-05
Solubility (mg/l)	5.20E+02
Vapor pressure (mmHg)	29.
KOC (L/kg)	2.50E+02
Henry's Law coefficient (-)	0.27
Molecular weight (g/mol)	92.

Source Concentrations:

Source conc. for outdoor air model (mg/m3) 2.91E-02

CHEMICAL DATA FOR: TPH Aromatic C8-10

Diffusion coefficient in air (cm2/s) 0.10
Diffusion coefficient in water (cm2/s) 1.00E-05
Solubility (mg/l) 65.
Vapor pressure (mmHg) 4.8
KOC (L/kg) 1.60E+03
Henry's Law coefficient (-) 0.49
Molecular weight (g/mol) 1.20E+02

Source Concentrations:

Source conc. for outdoor air model (mg/m3) 2.91E-02

CHEMICAL DATA FOR: TPH Aromatic C10-12

Diffusion coefficient in air (cm2/s) 0.10
Diffusion coefficient in water (cm2/s) 1.00E-05
Solubility (mg/l) 25.
Vapor pressure (mmHg) 0.48
KOC (L/kg) 2.50E+03
Henry's Law coefficient (-) 0.14
Molecular weight (g/mol) 1.30E+02

Source Concentrations:

Source conc. for outdoor air model (mg/m3) 2.91E-02

CHEMICAL DATA FOR: Trichloroethane (1,1,1)

Diffusion coefficient in air (cm2/s) 7.80E-02
Diffusion coefficient in water (cm2/s) 8.80E-06
Solubility (mg/l) 1.33E+03
Vapor pressure (mmHg) 1.20E+02
KOC (L/kg) 1.10E+02
Henry's Law coefficient (-) 0.70
Molecular weight (g/mol) 1.33E+02

Source Concentrations:

Source conc. for outdoor air model (mg/m3) 4.88E-03

CHEMICAL DATA FOR: Trichloroethylene (TCE)

Diffusion coefficient in air (cm2/s) 7.90E-02
Diffusion coefficient in water (cm2/s) 9.10E-06
Solubility (mg/l) 1.10E+03
Vapor pressure (mmHg) 69.
KOC (L/kg) 1.70E+02
Henry's Law coefficient (-) 0.42
Molecular weight (g/mol) 1.31E+02

Source Concentrations:

Source conc. for outdoor air model (mg/m3) 1.34E-02

OUTDOOR AIR CONCENTRATION
Chloroform

Time (yr)	Concentration Outdoors (mg/m ³)
1.0	3.79E-07

This is a steady-state model.

OUTDOOR AIR CONCENTRATION
Naphthalene

Time (yr)	Concentration Outdoors (mg/m ³)
1.0	6.88E-08

This is a steady-state model.

OUTDOOR AIR CONCENTRATION
Tetrachloroethylene (PCE)

Time (yr)	Concentration Outdoors (mg/m ³)
1.0	4.81E-07

This is a steady-state model.

OUTDOOR AIR CONCENTRATION
TPH Aliphatic C5-6

Time (yr)	Concentration Outdoors (mg/m ³)
1.0	2.27E-06

This is a steady-state model.

OUTDOOR AIR CONCENTRATION
TPH Aliphatic C6-8

Time (yr)	Concentration Outdoors (mg/m ³)
1.0	2.27E-06

This is a steady-state model.

OUTDOOR AIR CONCENTRATION
TPH Aliphatic C8-10

Time (yr)	Concentration Outdoors (mg/m ³)
1.0	2.27E-06

This is a steady-state model.

OUTDOOR AIR CONCENTRATION
TPH Aliphatic C10-12

Time (yr)	Concentration Outdoors (mg/m ³)
1.0	2.27E-06

This is a steady-state model.

OUTDOOR AIR CONCENTRATION
TPH Aromatic C5-7

Time (yr)	Concentration Outdoors (mg/m ³)
1.0	2.27E-06

This is a steady-state model.

OUTDOOR AIR CONCENTRATION
TPH Aromatic C7-8

Time (yr)	Concentration Outdoors (mg/m ³)
1.0	2.27E-06

This is a steady-state model.

OUTDOOR AIR CONCENTRATION
TPH Aromatic C8-10

Time (yr)	Concentration Outdoors (mg/m ³)
1.0	2.27E-06

This is a steady-state model.

OUTDOOR AIR CONCENTRATION
TPH Aromatic C10-12

Time (yr)	Concentration Outdoors (mg/m ³)
1.0	2.28E-06

This is a steady-state model.

OUTDOOR AIR CONCENTRATION
Trichloroethane (1,1,1)

Time (yr)	Concentration Outdoors (mg/m ³)
1.0	2.97E-07

This is a steady-state model.

OUTDOOR AIR CONCENTRATION
Trichloroethylene (TCE)

Time (yr)	Concentration Outdoors (mg/m ³)
1.0	8.26E-07

This is a steady-state model.

FATE AND TRANSPORT MODEL INPUT SUMMARY FILE

Model Description:

Johnson and Ettinger model for outdoor air
with volatile emissions from soil

Title:

New Project

Simulation time (years). 30

Soil Source for Vapor Model

Total porosity in source (cm3/cm3).	0.25
Water content in source (cm3/cm3)	0.15
Fraction organic carbon in source (mg/mg)	7.00E-03
Soil bulk density in source (g/cm3).	1.7

Unsaturated Zone Properties for Vapor Model

Total porosity (cm3/cm3)	0.25
Water content (cm3/cm3)	0.15
Distance from source to surface (m)	5.00E-02

OUTDOOR AIR PARAMETERS

Height of box (breathing zone) (m)	1.0
Length of box (m).	2.10E+02
Wind speed (m/s)	4.0

TPH Data for Vapor Model Source

Concentration of TPH (mg/kg)	0.0
Molecular weight of TPH (g/mol).	0.0

CHEMICAL DATA FOR: PCBs

Diffusion coefficient in air (cm2/s)	0.10
Diffusion coefficient in water (cm2/s)	1.00E-05
Solubility (mg/l)	0.42
Vapor pressure (mmHg)	8.00E-05
KOC (L/kg).	3.10E+05
Henry's Law coefficient (-).	1.11E-02
Molecular weight (g/mol).	2.25E+02

Source Concentrations:

Source conc. in soil for outdoor air model (mg/kg)	1.2

OUTDOOR AIR CONCENTRATION
PCBs

Time (yr)	Concentration Outdoors (mg/m^3)
-----	-----
1.0	5.16E-07

This is a steady-state model.

Model Description:

Johnson and Ettinger model for outdoor air
with volatile emissions from soil gas

Title:

New Project

Simulation time (years). 30

Unsaturated Zone Properties for Vapor Model

Total porosity (cm3/cm3)	0.25
Water content (cm3/cm3)	0.15
Distance from source to surface (m)	5.00E-02

OUTDOOR AIR PARAMETERS

Height of box (breathing zone) (m)	1.7
Length of box (m)	2.10E+02
Wind speed (m/s)	4.0

CHEMICAL DATA FOR: Chloroform

Diffusion coefficient in air (cm2/s)	0.10
Diffusion coefficient in water (cm2/s)	1.00E-05
Solubility (mg/l)	7.92E+03
Vapor pressure (mmHg)	2.00E+02
KOC (L/kg)	40.
Henry's Law coefficient (-)	0.15
Molecular weight (g/mol)	1.19E+02

Source Concentrations:

Source conc. for outdoor air model (mg/m3)	4.85E-03
--	----------

CHEMICAL DATA FOR: Naphthalene

Diffusion coefficient in air (cm2/s)	5.90E-02
Diffusion coefficient in water (cm2/s)	7.50E-06
Solubility (mg/l)	31.
Vapor pressure (mmHg)	8.50E-02
KOC (L/kg)	2.00E+03
Henry's Law coefficient (-)	1.98E-02
Molecular weight (g/mol)	1.28E+02

Source Concentrations:

Source conc. for outdoor air model (mg/m3)	1.46E-03
--	----------

CHEMICAL DATA FOR: Tetrachloroethylene (PCE)

Diffusion coefficient in air (cm2/s)	7.20E-02
Diffusion coefficient in water (cm2/s)	8.20E-06
Solubility (mg/l)	2.00E+02
Vapor pressure (mmHg)	19.
KOC (L/kg)	1.60E+02
Henry's Law coefficient (-)	0.75
Molecular weight (g/mol)	1.66E+02

Source Concentrations:

Source conc. for outdoor air model (mg/m3)	8.57E-03
--	----------

CHEMICAL DATA FOR: TPH Aliphatic C5-6

Diffusion coefficient in air (cm2/s)	0.10
Diffusion coefficient in water (cm2/s)	1.00E-05
Solubility (mg/l)	36.
Vapor pressure (mmHg)	2.70E+02
KOC (L/kg)	7.90E+02
Henry's Law coefficient (-)	34.

Molecular weight (g/mol). 81.

Source Concentrations:

Source conc. for outdoor air model (mg/m3)	2.91E-02
--	----------

CHEMICAL DATA FOR: TPH Aliphatic C6-8

Diffusion coefficient in air (cm2/s)	0.10
Diffusion coefficient in water (cm2/s)	1.00E-05
Solubility (mg/l)	5.4
Vapor pressure (mmHg)	48.
KOC (L/kg)	4.00E+03
Henry's Law coefficient (-)	51.
Molecular weight (g/mol)	1.00E+02

Source Concentrations:

Source conc. for outdoor air model (mg/m3)	2.91E-02
--	----------

CHEMICAL DATA FOR: TPH Aliphatic C8-10

Diffusion coefficient in air (cm2/s)	0.10
Diffusion coefficient in water (cm2/s)	1.00E-05
Solubility (mg/l)	0.43
Vapor pressure (mmHg)	4.8
KOC (L/kg)	3.20E+04
Henry's Law coefficient (-)	82.
Molecular weight (g/mol)	1.30E+02

Source Concentrations:

Source conc. for outdoor air model (mg/m3)	2.91E-02
--	----------

CHEMICAL DATA FOR: TPH Aliphatic C10-12

Diffusion coefficient in air (cm2/s)	0.10
Diffusion coefficient in water (cm2/s)	1.00E-05
Solubility (mg/l)	3.40E-02
Vapor pressure (mmHg)	0.49
KOC (L/kg)	2.50E+05
Henry's Law coefficient (-)	1.30E+02
Molecular weight (g/mol)	1.60E+02

Source Concentrations:

Source conc. for outdoor air model (mg/m3)	2.91E-02
--	----------

CHEMICAL DATA FOR: TPH Aromatic C5-7

Diffusion coefficient in air (cm2/s)	0.10
Diffusion coefficient in water (cm2/s)	1.00E-05
Solubility (mg/l)	1.80E+03
Vapor pressure (mmHg)	99.
KOC (L/kg)	79.
Henry's Law coefficient (-)	0.23
Molecular weight (g/mol)	78.

Source Concentrations:

Source conc. for outdoor air model (mg/m3)	2.91E-02
--	----------

CHEMICAL DATA FOR: TPH Aromatic C7-8

Diffusion coefficient in air (cm2/s)	0.10
Diffusion coefficient in water (cm2/s)	1.00E-05
Solubility (mg/l)	5.20E+02
Vapor pressure (mmHg)	29.
KOC (L/kg)	2.50E+02
Henry's Law coefficient (-)	0.27
Molecular weight (g/mol)	92.

Source Concentrations:

Source conc. for outdoor air model (mg/m3) 2.91E-02

CHEMICAL DATA FOR: TPH Aromatic C8-10

Diffusion coefficient in air (cm2/s) 0.10
Diffusion coefficient in water (cm2/s) 1.00E-05
Solubility (mg/l) 65.
Vapor pressure (mmHg) 4.8
KOC (L/kg) 1.60E+03
Henry's Law coefficient (-) 0.49
Molecular weight (g/mol) 1.20E+02

Source Concentrations:

Source conc. for outdoor air model (mg/m3) 2.91E-02

CHEMICAL DATA FOR: TPH Aromatic C10-12

Diffusion coefficient in air (cm2/s) 0.10
Diffusion coefficient in water (cm2/s) 1.00E-05
Solubility (mg/l) 25.
Vapor pressure (mmHg) 0.48
KOC (L/kg) 2.50E+03
Henry's Law coefficient (-) 0.14
Molecular weight (g/mol) 1.30E+02

Source Concentrations:

Source conc. for outdoor air model (mg/m3) 2.91E-02

CHEMICAL DATA FOR: Trichloroethane (1,1,1)

Diffusion coefficient in air (cm2/s) 7.80E-02
Diffusion coefficient in water (cm2/s) 8.80E-06
Solubility (mg/l) 1.33E+03
Vapor pressure (mmHg) 1.20E+02
KOC (L/kg) 1.10E+02
Henry's Law coefficient (-) 0.70
Molecular weight (g/mol) 1.33E+02

Source Concentrations:

Source conc. for outdoor air model (mg/m3) 4.88E-03

CHEMICAL DATA FOR: Trichloroethylene (TCE)

Diffusion coefficient in air (cm2/s) 7.90E-02
Diffusion coefficient in water (cm2/s) 9.10E-06
Solubility (mg/l) 1.10E+03
Vapor pressure (mmHg) 69.
KOC (L/kg) 1.70E+02
Henry's Law coefficient (-) 0.42
Molecular weight (g/mol) 1.31E+02

Source Concentrations:

Source conc. for outdoor air model (mg/m3) 1.34E-02

OUTDOOR AIR CONCENTRATION
Chloroform

Time (yr)	Concentration Outdoors (mg/m ³)
1.0	2.23E-07

This is a steady-state model.

OUTDOOR AIR CONCENTRATION
Naphthalene

Time (yr)	Concentration Outdoors (mg/m ³)
1.0	4.05E-08

This is a steady-state model.

OUTDOOR AIR CONCENTRATION
Tetrachloroethylene (PCE)

Time (yr)	Concentration Outdoors (mg/m ³)
1.0	2.83E-07

This is a steady-state model.

OUTDOOR AIR CONCENTRATION
TPH Aliphatic C5-6

Time (yr)	Concentration Outdoors (mg/m ³)
1.0	1.33E-06

This is a steady-state model.

OUTDOOR AIR CONCENTRATION
TPH Aliphatic C6-8

Time (yr)	Concentration Outdoors (mg/m ³)
1.0	1.33E-06

This is a steady-state model.

OUTDOOR AIR CONCENTRATION
TPH Aliphatic C8-10

Time (yr)	Concentration Outdoors (mg/m ³)
1.0	1.33E-06

This is a steady-state model.

OUTDOOR AIR CONCENTRATION
TPH Aliphatic C10-12

Time (yr)	Concentration Outdoors (mg/m ³)
1.0	1.33E-06

This is a steady-state model.

OUTDOOR AIR CONCENTRATION
TPH Aromatic C5-7

Time (yr)	Concentration Outdoors (mg/m ³)
1.0	1.34E-06

This is a steady-state model.

OUTDOOR AIR CONCENTRATION
TPH Aromatic C7-8

Time (yr)	Concentration Outdoors (mg/m ³)
1.0	1.34E-06

This is a steady-state model.

OUTDOOR AIR CONCENTRATION
TPH Aromatic C8-10

Time (yr)	Concentration Outdoors (mg/m ³)
1.0	1.34E-06

This is a steady-state model.

OUTDOOR AIR CONCENTRATION
TPH Aromatic C10-12

Time (yr)	Concentration Outdoors (mg/m ³)
1.0	1.34E-06

This is a steady-state model.

OUTDOOR AIR CONCENTRATION
Trichloroethane (1,1,1)

Time (yr)	Concentration Outdoors (mg/m ³)
1.0	1.75E-07

This is a steady-state model.

OUTDOOR AIR CONCENTRATION
Trichloroethylene (TCE)

Time (yr)	Concentration Outdoors (mg/m ³)
1.0	4.86E-07

This is a steady-state model.

FATE AND TRANSPORT MODEL INPUT SUMMARY FILE

Model Description:

Johnson and Ettinger model for outdoor air
with volatile emissions from soil

Title:

New Project

Simulation time (years). 30

Soil Source for Vapor Model

Total porosity in source (cm3/cm3).	0.25
Water content in source (cm3/cm3)	0.15
Fraction organic carbon in source (mg/mg)	7.00E-03
Soil bulk density in source (g/cm3).	1.7

Unsaturated Zone Properties for Vapor Model

Total porosity (cm3/cm3)	0.25
Water content (cm3/cm3)	0.15
Distance from source to surface (m)	5.00E-02

OUTDOOR AIR PARAMETERS

Height of box (breathing zone) (m)	1.7
Length of box (m).	2.10E+02
Wind speed (m/s)	4.0

TPH Data for Vapor Model Source

Concentration of TPH (mg/kg)	0.0
Molecular weight of TPH (g/mol).	0.0

CHEMICAL DATA FOR: PCBs

Diffusion coefficient in air (cm2/s)	0.10
Diffusion coefficient in water (cm2/s)	1.00E-05
Solubility (mg/l)	0.42
Vapor pressure (mmHg)	8.00E-05
KOC (L/kg).	3.10E+05
Henry's Law coefficient (-).	1.11E-02
Molecular weight (g/mol).	2.25E+02

Source Concentrations:

Source conc. in soil for outdoor air model (mg/kg)	1.2
--	-----

OUTDOOR AIR CONCENTRATION
PCBs

Time (yr)	Concentration Outdoors (mg/m ³)
1.0	3.03E-07

This is a steady-state model.

CI liée à une exposition par inhalation de l'air intérieur : $CI = \sum(C_i \cdot t_i) \cdot T \cdot F / T_m$ (Cas des concentrations d'inhalation moyennes)

avec CI = Concentration moyenne inhalée (mg/m³)

CI = Concentration de polluant dans l'air inhalé pendant la fraction de temps ti

T = Durée d'exposition (années)

ti = Fraction du temps d'exposition à la concentration Ci pendant une journée

F = Fréquence d'exposition = nombre de jours d'exposition par an

Tm = période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée (jours) pour le calcul de la DJT.

(Tm est un temps moyenné sur la durée de l'exposition pour les effets à seuil des polluants d'où Tm = T*365)

(Tm est un temps moyenné sur la durée de vie entière pour les effets sans seuil des polluants d'où Tm = 70*365)

Cas d'un enfant

Effets à seuil des polluants

Composés	Air intérieur		T (ans)	F (j/an)	Tm (j)	CI (mg/m ³)	DJT (mg/m ³ -1)	QD	si QD>1
	CI	ti							
Hydrocarbures aliphatiques C5-C6	2,07E-05	0,77	6	365	2190	1,60E-05	3,00E+00	5,32E-06	
Hydrocarbures aliphatiques C6-C8	2,07E-05	0,77	6	365	2190	1,60E-05	3,00E+00	5,32E-06	
Hydrocarbures aliphatiques C8-C10	2,07E-05	0,77	6	365	2190	1,60E-05	2,00E-01	7,98E-05	
Hydrocarbures aliphatiques C10-C12	2,07E-05	0,77	6	365	2190	1,60E-05	2,00E-01	7,98E-05	
Hydrocarbures aromatiques C6-C7	2,07E-05	0,77	6	365	2190	1,60E-05	4,00E-01	3,99E-05	
Hydrocarbures aromatiques C7-C8	2,07E-05	0,77	6	365	2190	1,60E-05	4,00E-01	3,99E-05	
Hydrocarbures aromatiques C8- C10	2,07E-05	0,77	6	365	2190	1,60E-05	5,00E-02	3,19E-04	
Hydrocarbures aromatiques C10-C12	2,07E-05	0,77	6	365	2190	1,60E-05	5,00E-02	3,19E-04	
Naphtalène	9,37E-07	0,77	6	365	2190	7,22E-07	3,70E-02	1,95E-05	
Trichlorométhane	3,45E-06	0,77	6	365	2190	2,66E-06	6,30E-02	4,22E-05	
1,1,1-trichloroéthane	3,32E-06	0,77	6	365	2190	2,56E-06	5,00E+00	5,12E-07	
Trichloroéthylène	9,14E-06	0,77	6	365	2190	7,05E-06	2,00E-03	3,52E-03	
Tétrachloroéthylène	5,73E-06	0,77	6	365	2190	4,42E-06	2,00E-01	2,21E-05	
PCB (matrice sol)	1,48E-05	0,77	6	365	2190	1,14E-05	1,00E-03	1,14E-02	

Effets sans seuil des polluants

Composés	Air intérieur		T (ans)	F (j/an)	Tm (j)	CI (mg/m ³)	DJT (mg/m ³ -1)	ERI	si ERI>10-5
	CI	ti							
Naphtalène	9,37E-07	0,77	6	365	25550	6,19E-08	5,60E-03	3,47E-10	
Trichlorométhane	3,45E-06	0,77	6	365	25550	2,28E-07	2,30E-02	5,24E-09	
Trichloroéthylène	9,14E-06	0,77	6	365	25550	6,04E-07	4,10E-03	2,48E-09	
Tétrachloroéthylène	5,73E-06	0,77	6	365	25550	3,79E-07	2,60E-04	9,84E-11	
PCB (matrice sol)	1,48E-05	0,77	6	365	25550	9,76E-07	1,00E-01	9,76E-08	

Cas d'un adulte

Effets à seuil des polluants

Composés	Air intérieur		T (ans)	F (j/an)	Tm (j)	CI (mg/m ³)	DJT (mg/m ³)	QD	si QD>1
	CI	ti							
Hydrocarbures aliphatiques C5-C6	2,07E-05	0,54	24	365	8760	1,12E-05	3,00E+00	3,74E-06	
Hydrocarbures aliphatiques C6-C8	2,07E-05	0,54	24	365	8760	1,12E-05	3,00E+00	3,74E-06	
Hydrocarbures aliphatiques C8-C10	2,07E-05	0,54	24	365	8760	1,12E-05	2,00E-01	5,61E-05	
Hydrocarbures aliphatiques C10-C12	2,07E-05	0,54	24	365	8760	1,12E-05	2,00E-01	5,61E-05	
Hydrocarbures aromatiques C6-C7	2,07E-05	0,54	24	365	8760	1,12E-05	4,00E-01	2,80E-05	
Hydrocarbures aromatiques C7-C8	2,07E-05	0,54	24	365	8760	1,12E-05	4,00E-01	2,80E-05	
Hydrocarbures aromatiques C8- C10	2,07E-05	0,54	24	365	8760	1,12E-05	5,00E-02	2,24E-04	
Hydrocarbures aromatiques C10-C12	2,07E-05	0,54	24	365	8760	1,12E-05	5,00E-02	2,24E-04	
Naphtalène	9,37E-07	0,54	24	365	8760	5,08E-07	3,70E-02	1,37E-05	
Trichlorométhane	3,45E-06	0,54	24	365	8760	1,87E-06	6,30E-02	2,97E-05	
1,1,1-trichloroéthane	3,32E-06	0,54	24	365	8760	1,80E-06	5,00E+00	3,60E-07	
Trichloroéthylène	9,14E-06	0,54	24	365	8760	4,95E-06	2,00E-03	2,48E-03	
Tétrachloroéthylène	5,73E-06	0,54	24	365	8760	3,10E-06	2,00E-01	1,55E-05	
PCB (matrice sol)	1,48E-05	0,54	24	365	8760	8,00E-06	1,00E-03	8,00E-03	

Effets sans seuil des polluants

Composés	Air intérieur		T (ans)	F (j/an)	Tm (j)	CI (mg/m ³)	DJT (mg/m ³ -1)	ERI	si ERI>10-5
	CI	ti							
Naphtalène	9,37E-07	0,54	24	365	25550	1,74E-07	5,60E-03	9,74E-10	
Trichlorométhane	3,45E-06	0,54	24	365	25550	6,41E-07	2,30E-02	1,47E-08	
Trichloroéthylène	9,14E-06	0,54	24	365	25550	1,70E-06	4,10E-03	6,96E-09	
Tétrachloroéthylène	5,73E-06	0,54	24	365	25550	1,06E-06	2,60E-04	2,77E-10	
PCB (matrice sol)	1,48E-05	0,54	24	365	25550	2,74E-06	1,00E-01	2,74E-07	

CI liée à une exposition par inhalation de l'air extérieur : $CI = \sum(C_i \cdot t_i) \cdot T \cdot F / T_m$ (Cas des concentrations d'inhalation moyennes)

avec CI = Concentration moyenne inhalée (mg/m³)

CI = Concentration de polluant dans l'air inhalé pendant la fraction de temps ti

T = Durée d'exposition (années)

ti = Fraction du temps d'exposition à la concentration Ci pendant une journée

F = Fréquence d'exposition = nombre de jours d'exposition par an

Tm = période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée (jours) pour le calcul de la DJT.

(Tm est un temps moyenné sur la durée de l'exposition pour les effets à seuil des polluants d'où Tm = T*365)

(Tm est un temps moyenné sur la durée de vie entière pour les effets sans seuil des polluants d'où Tm = 70*365)

Cas d'un enfant

Effets à seuil des polluants

Composés	Air extérieur		T (ans)	F (j/an)	Tm (j)	CI (mg/m ³)	DJT (mg/m ³ -1)	QD	si QD>1
	CI	ti							
Hydrocarbures aliphatiques C5-C6	2,27E-06	0,06	6	365	2190	1,42E-07	3,00E+00	4,73E-08	
Hydrocarbures aliphatiques C6-C8	2,27E-06	0,06	6	365	2190	1,42E-07	3,00E+00	4,73E-08	
Hydrocarbures aliphatiques C8-C10	2,27E-06	0,06	6	365	2190	1,42E-07	2,00E-01	7,09E-07	
Hydrocarbures aliphatiques C10-C12	2,27E-06	0,06	6	365	2190	1,42E-07	2,00E-01	7,09E-07	
Hydrocarbures aromatiques C6-C7	2,27E-06	0,06	6	365	2190	1,42E-07	4,00E-01	3,55E-07	
Hydrocarbures aromatiques C7-C8	2,27E-06	0,06	6	365	2190	1,42E-07	4,00E-01	3,55E-07	
Hydrocarbures aromatiques C8- C10	2,27E-06	0,06	6	365	2190	1,42E-07	5,00E-02	2,84E-06	
Hydrocarbures aromatiques C10-C12	2,27E-06	0,06	6	365	2190	1,42E-07	5,00E-02	2,84E-06	
Naphtalène	6,88E-08	0,06	6	365	2190	4,30E-09	3,70E-02	1,16E-07	
Trichlorométhane	3,79E-07	0,06	6	365	2190	2,37E-08	6,30E-02	3,76E-07	
1,1,1-trichloroéthane	2,97E-07	0,06	6	365	2190	1,86E-08	5,00E+00	3,71E-09	
Trichloroéthylène	8,26E-07	0,06	6	365	2190	5,16E-08	2,00E-03	2,58E-05	
Tétrachloroéthylène	4,81E-07	0,06	6	365	2190	3,01E-08	2,00E-01	1,50E-07	
PCB (matrice sol)	1,66E-06	0,06	6	365	2190	1,04E-07	1,00E-03	1,04E-04	

Effets sans seuil des polluants

Composés	Air extérieur		T (ans)	F (j/an)	Tm (j)	CI (mg/m ³)	DJT (mg/m ³ -1)	ERI	si ERI>10-5
	CI	ti							
Naphtalène	6,88E-08	0,06	6	365	25550	3,60E-10	5,60E-03	2,06E-12	
Trichlorométhane	3,79E-07	0,06	6	365	25550	2,03E-09	2,30E-02	4,69E-01	
Trichloroéthylène	8,26E-07	0,06	6	365	25550	4,43E-09	4,10E-03	1,81E-11	
Tétrachloroéthylène	4,81E-07	0,06	6	365	25550	2,58E-09	2,60E-04	6,70E-13	
PCB (matrice sol)	1,66E-06	0,06	6	365	25550	8,92E-09	1,00E-01	8,92E-10	

Cas d'un adulte

Effets à seuil des polluants

Composés	Air extérieur		T (ans)	F (j/an)	Tm (j)	CI (mg/m ³)	DJT (mg/m ³ -1)	QD	si QD>1
	CI	ti							
Hydrocarbures aliphatiques C5-C6	1,33E-06	0,08	24	365	8760	1,11E-07	3,00E+00	3,69E-08	
Hydrocarbures aliphatiques C6-C8	1,33E-06	0,08	24	365	8760	1,11E-07	3,00E+00	3,69E-08	
Hydrocarbures aliphatiques C8-C10	1,33E-06	0,08	24	365	8760	1,11E-07	2,00E-01	5,54E-07	
Hydrocarbures aliphatiques C10-C12	1,33E-06	0,08	24	365	8760	1,11E-07	2,00E-01	5,54E-07	
Hydrocarbures aromatiques C6-C7	1,34E-06	0,08	24	365	8760	1,12E-07	4,00E-01	2,79E-07	
Hydrocarbures aromatiques C7-C8	1,34E-06	0,08	24	365	8760	1,12E-07	4,00E-01	2,79E-07	
Hydrocarbures aromatiques C8- C10	1,34E-06	0,08	24	365	8760	1,12E-07	5,00E-02	2,23E-06	
Hydrocarbures aromatiques C10-C12	1,34E-06	0,08	24	365	8760	1,12E-07	5,00E-02	2,23E-06	
Naphtalène	4,05E-08	0,08	24	365	8760	3,38E-09	3,70E-02	9,12E-08	
Trichlorométhane	2,23E-07	0,08	24	365	8760	1,86E-08	6,30E-02	2,95E-07	
1,1,1-trichloroéthane	1,75E-07	0,08	24	365	8760	1,46E-08	5,00E+00	2,92E-09	
Trichloroéthylène	4,86E-07	0,08	24	365	8760	4,05E-08	2,00E-03	2,03E-05	
Tétrachloroéthylène	2,83E-07	0,08	24	365	8760	2,36E-08	2,00E-01	1,18E-07	
PCB (matrice sol)	9,77E-07	0,08	24	365	8760	8,15E-08	1,00E-03	8,15E-05	

Effets sans seuil des polluants

Composés	Air extérieur		T (ans)	F (j/an)	Tm (j)	CI (mg/m ³)	DJT (mg/m ³ -1)	ERI	si ERI>10-5
	CI	ti							
Naphtalène	4,05E-08	0,08	24	365	25550	1,16E-09	5,60E-03	6,48E-12	
Trichlorométhane	2,23E-07	0,08	24	365	25550	6,37E-09	2,30E-02	1,47E-10	
Trichloroéthylène	4,86E-07	0,08	24	365	25550	1,39E-08	4,10E-03	5,69E-11	
Tétrachloroéthylène	2,83E-07	0,08	24	365	25550	8,09E-09	2,60E-04	2,10E-12	
PCB (matrice sol)	9,77E-07	0,08	24	365	25550	2,79E-08	1,00E-01	2,79E-09	

Cas d'un jardinier

Effets à seuil des polluants

Composés	Air intérieur		T (ans)	F (j/an)	Tm (j)	CI (mg/m ³)	DJT (mg/m ³ -1)	QD	si QD>1
	CI	ti							
Hydrocarbures aliphatiques C5-C6	1,33E-06	0,33	40	43	14600	5,22E-08	3,00E+00	1,74E-08	
Hydrocarbures aliphatiques C6-C8	1,33E-06	0,33	40	43	14600	5,22E-08	3,00E+00	1,74E-08	
Hydrocarbures aliphatiques C8-C10	1,33E-06	0,33	40	43	14600	5,22E-08	2,00E-01	2,61E-07	
Hydrocarbures aliphatiques C10-C12	1,33E-06	0,33	40	43	14600	5,22E-08	2,00E-01	2,61E-07	
Hydrocarbures aromatiques C6-C7	1,34E-06	0,33	40	43	14600	5,26E-08	4,00E-01	1,32E-07	
Hydrocarbures aromatiques C7-C8	1,34E								

QD et ERI liés à une exposition par ingestion d'eau (mg/kg/j) : DJE(eau) = (Qeau*Ci*fa*T*F)/(P*Tm)

avec Qeau = quantité d'eau ingérée par jour (l/j)
 Ci = concentration de polluant dans l'eau (mg/l)
 fa = facteur d'absorption du polluant par ingestion (=100%)
 T = Durée d'exposition (années)
 F = fréquence d'exposition = nombre de jours d'exposition par an (jours/an)
 P = poids corporel de la cible (kg)
 Tm = période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée (jours) pour le calcul de la DJT.
 (Tm est un temps moyenné sur la durée de l'exposition pour les effets à seuil des polluants d'où Tm = T*365)
 (Tm est un temps moyenné sur la durée de vie entière pour les effets sans seuil des polluants d'où Tm = 70*365)

Cas d'un enfant

Effets à seuil des polluants

Composés	Qeau (l/j)	Ci (mg/l)	T (ans)	F (j/an)	P (kg)	Tm (j)	DJE eau (mg/kg/j) effet à seuil	VTR (mg/kg/j)	QD	QD >1
Hydrocarbures aliphatiques C5-C6	1	9,84E-08	6	365	15	2190	6,56E-09	4,00E-02	1,64E-07	
Hydrocarbures aliphatiques C6-C8	1	6,56E-08	6	365	15	2190	4,37E-09	4,00E-02	1,09E-07	
Hydrocarbures aliphatiques C8-C10	1	4,08E-08	6	365	15	2190	2,72E-09	1,00E-01	2,72E-08	
Hydrocarbures aliphatiques C10-C12	1	2,57E-08	6	365	15	2190	1,72E-09	1,00E-01	1,72E-08	
Hydrocarbures aromatiques C6-C7	1	1,45E-05	6	365	15	2190	9,69E-07	2,00E-01	4,85E-06	
Hydrocarbures aromatiques C7-C8	1	1,24E-05	6	365	15	2190	8,26E-07	2,00E-01	4,13E-06	
Hydrocarbures aromatiques C8- C10	1	6,83E-06	6	365	15	2190	4,55E-07	3,00E-02	1,52E-05	
Hydrocarbures aromatiques C10-C12	1	2,39E-05	6	365	15	2190	1,59E-06	3,00E-02	5,31E-05	
Naphtalène	1	2,02E-06	6	365	15	2190	1,35E-07	2,00E-02	6,73E-06	
Trichlorométhane	1	1,77E-06	6	365	15	2190	1,18E-07	1,00E-02	1,18E-05	
1,1,1-trichloroéthane	1	6,06E-07	6	365	15	2190	4,04E-08	2,00E+00	2,02E-08	
Trichloroéthylène	1	2,78E-06	6	365	15	2190	1,85E-07	5,00E-04	3,71E-04	
Tétrachloroéthylène	1	4,79E-07	6	365	15	2190	3,19E-08	1,40E-02	2,28E-06	
PCB (matrice sol)	1	5,12E-06	6	365	15	2190	3,41E-07	2,00E-05	1,71E-02	

Effets sans seuil des polluants

Composés	Qeau (l/j)	Ci (mg/l)	T (ans)	F (j/an)	P (kg)	Tm (j)	DJE eau (mg/kg/j) effet à seuil	VTR (mg/kg/j)-1	ERI	ERI > 10-5
Naphtalène	1	2,02E-06	6	365	15	25550	1,15E-08	1,20E-01	1,38E-09	
Trichlorométhane	1	1,77E-06	6	365	15	25550	1,01E-08	1,90E-02	1,92E-10	
Trichloroéthylène	1	2,78E-06	6	365	15	25550	1,59E-08	4,60E-02	7,31E-10	
Tétrachloroéthylène	1	4,79E-07	6	365	15	25550	2,74E-09	5,40E-01	1,48E-09	
PCB (matrice sol)	1	5,12E-06	6	365	15	25550	2,92E-08	2,00E+00	5,85E-08	

Cas d'un adulte

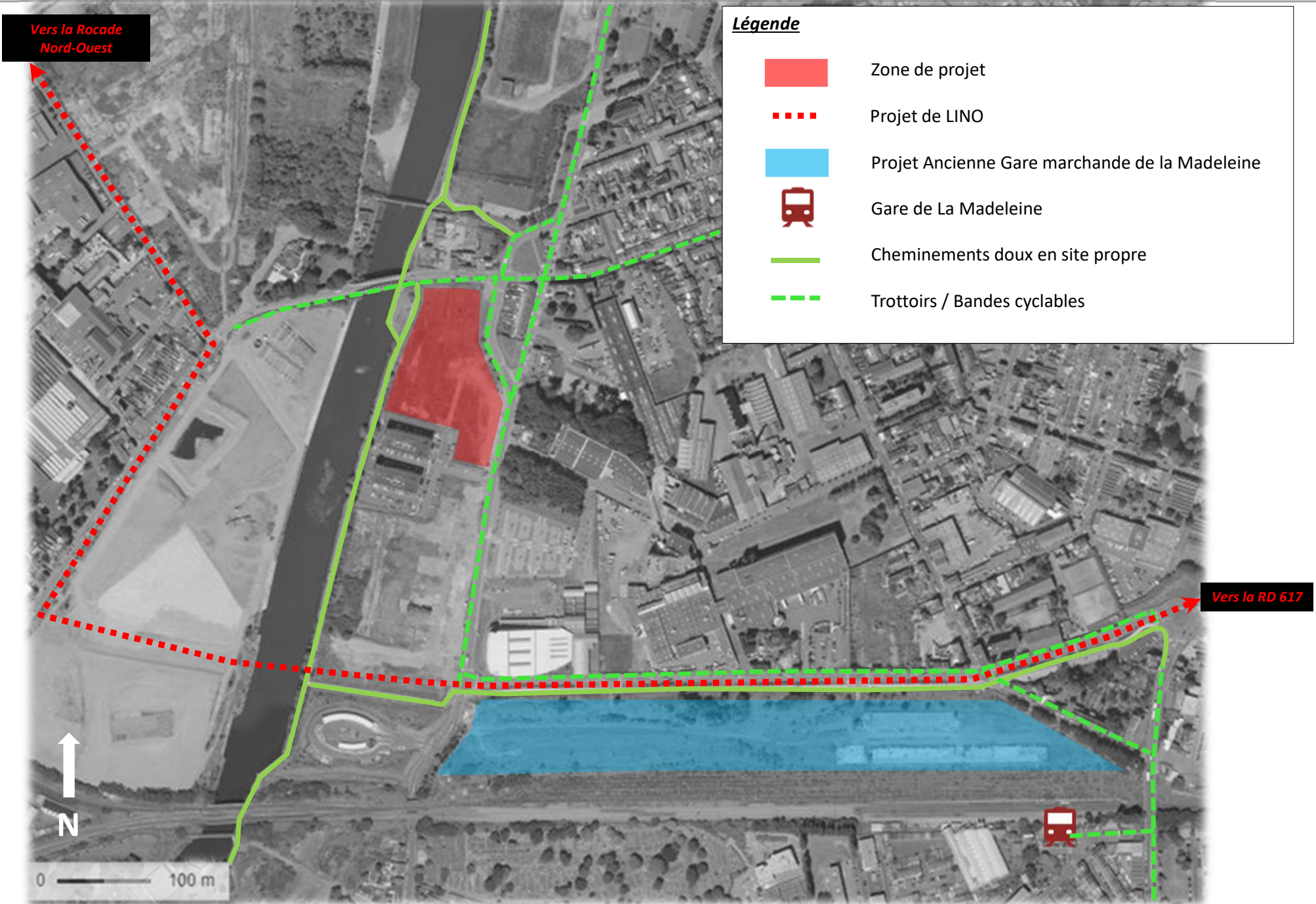
Effets à seuil des polluants

Composés	Qeau (l/j)	Ci (mg/l)	T (ans)	F (j/an)	P (kg)	Tm (j)	DJE eau (mg/kg/j) effet à seuil	VTR (mg/kg/j)	QD	QD >1
Hydrocarbures aliphatiques C5-C6	2	9,84E-08	24	365	70	8760	2,81E-09	4,00E-02	7,03E-08	
Hydrocarbures aliphatiques C6-C8	2	6,56E-08	24	365	70	8760	1,87E-09	4,00E-02	4,68E-08	
Hydrocarbures aliphatiques C8-C10	2	4,08E-08	24	365	70	8760	1,17E-09	1,00E-01	1,17E-08	
Hydrocarbures aliphatiques C10-C12	2	2,57E-08	24	365	70	8760	7,35E-10	1,00E-01	7,35E-09	
Hydrocarbures aromatiques C6-C7	2	1,45E-05	24	365	70	8760	4,15E-07	2,00E-01	2,08E-06	
Hydrocarbures aromatiques C7-C8	2	1,24E-05	24	365	70	8760	3,54E-07	2,00E-01	1,77E-06	
Hydrocarbures aromatiques C8- C10	2	6,83E-06	24	365	70	8760	1,95E-07	3,00E-02	6,50E-06	
Hydrocarbures aromatiques C10-C12	2	2,39E-05	24	365	70	8760	6,83E-07	3,00E-02	2,28E-05	
Naphtalène	2	2,02E-06	24	365	70	8760	5,77E-08	2,00E-02	2,88E-06	
Trichlorométhane	2	1,77E-06	24	365	70	8760	5,06E-08	1,00E-02	5,06E-06	
1,1,1-trichloroéthane	2	6,06E-07	24	365	70	8760	1,73E-08	2,00E+00	8,66E-09	
Trichloroéthylène	2	2,78E-06	24	365	70	8760	7,95E-08	5,00E-04	1,59E-04	
Tétrachloroéthylène	2	4,79E-07	24	365	70	8760	1,37E-08	1,40E-02	9,78E-07	
PCB (matrice sol)	2	5,12E-06	24	365	70	8760	1,46E-07	2,00E-05	7,31E-03	

Effets sans seuil des polluants

Composés	Qeau (l/j)	Ci (mg/l)	T (ans)	F (j/an)	P (kg)	Tm (j)	DJE eau (mg/kg/j) effet à seuil	VTR (mg/kg/j)-1	ERI	ERI > 10-5
Naphtalène	2	2,02E-06	24	365	70	25550	1,98E-08	1,20E-01	2,37E-09	
Trichlorométhane	2	1,77E-06	24	365	70	25550	1,73E-08	1,90E-02	3,29E-10	
Trichloroéthylène	2	2,78E-06	24	365	70	25550	2,72E-08	4,60E-02	1,25E-09	
Tétrachloroéthylène	2	4,79E-07	24	365	70	25550	4,69E-09	5,40E-01	2,53E-09	
PCB (matrice sol)	2	5,12E-06	24	365	70	25550	5,01E-08	2,00E+00	1,00E-07	

Annexe 15 : Identification des Projets connexes connus et impacts cumulés



Annexe 15 : Identification des Projets connexes connus et impacts cumulés

Trafic viaire

L'aménagement de la LINO offrira à terme une meilleure liaison avec la Rocade Nord-Ouest ou encore avec la RD617. Elle permettra de fluidifier le trafic en centre-ville.

En terme de trafic viaire induit, celui-ci sera minimisé étant donné la proximité des modes doux et des arrêts de transports en commun. En effet, les usagers des surfaces de bureaux créés privilégieront les modes doux et transports en commun. Afin de les inciter à des usages « propres », le stationnement créé sera limité au minimum requis dans le P.L.U..

En ce qui concerne le projet de réaménagement de l'ancienne gare marchande, nous ne connaissons pas sa programmation définitive et la desserte de celui-ci (desserte viaire / poches de stationnement créées....). Néanmoins, au vu de son positionnement et de sa vocation, nous pouvons penser que celui-ci générera des flux viaires limités.

Flux Modes doux vers transports en commun

L'annexe 11 présentant l'ensemble des dessertes existantes permet d'appréhender la desserte du site par les modes doux et les transports en commun. Sur cette annexe 11 ont été identifiés les arrêts de bus et la gare de La Madeleine, les temps de parcours depuis le projet vers les arrêts de bus et vers la Gare (notamment piétons ou vélos), les cadencements et les temps de trajet vers le centre de Lille par exemple.

L'aménagement de la LINO faisant la part belle aux modes doux permettra de bénéficier de cheminements doux directs et sécurisés depuis les quartier de Saint-André / La Madeleine vers la gare de La Madeleine notamment

A noter que ce soit notre projet ou celui du réaménagement de l'ancienne gare marchande de La Madeleine, le flux de modes doux va augmenter. La fréquentation des arrêts de bus et de la Gare de La Madeleine s'intensifiera. Néanmoins, le cadencement proposé permettra de prendre en compte les flux supplémentaires induits.

Stationnements

En terme de stationnement, aux vues de son positionnement par rapport aux arrêts de bus, à la présence d'une station de V'Lille à proximité de la Gare de la Madeleine et des cheminements doux existants, le projet **respectera le minimum imposé par les règlements du Plan Local d'Urbanisme Communautaire,** comme présenté en annexe 8.

En ce qui concerne le projet d'aménagement de l'ancienne gare marchande, nous n'avons pas de données sur le sujet nous permettant d'évaluer les incidences cumulées.