

Annexe 10

ETUDE HISTORIQUE DOCUMENTAIRE ET DE VULNERABILITE

DIAGNOSTIC DE LA QUALITE ENVIRONNEMENTALE DES SOLS ET DES GAZ DU SOL



HUB ENVIRONNEMENT – GESTION DES SITES ET SOLS POLLUÉS

3 rue des Entrepôts 69004 LYON - Tel. 09 52 81 14 74

www.hub-environnement.fr - contact@hub-environnement.com

Étude historique, documentaire et de vulnérabilité

Diagnostic de la qualité environnementale des sols et des gaz du sol

343 rue de Bretagne, 53000 Laval

Affaire 20250402

Financière Sainte Marguerite

N° & version	Date	Rédacteur	Chef de projet	Superviseur
20250519 RP	19 mai 2025	J. BAUGÉ	N. GARNIER-PINEL	C. CHAPELLE



Sommaire

1.	Contexte général de la mission.....	5
2.	Contexte réglementaire et normatif	6
3.	Localisation du site de l'étude	7
4.	Projet d'aménagement	8
5.	Visite de site	9
5.1.	Réalisation de la visite et personnes rencontrées	9
5.2.	Description du site, des activités et des pratiques sur site	9
5.3.	Usages constatés du voisinage	9
5.4.	Dangers immédiats pour l'environnement et la santé publique	10
5.5.	Mesures correctives de mise en sécurité	10
5.6.	Identification des contraintes sur site	11
6.	Etude historique, documentaire et mémorielle.....	12
6.1.	Analyse des photographies aériennes anciennes	12
6.2.	Historique administratif du site	16
6.3.	Historique des activités et procédés.....	16
6.4.	Inventaire des incidents/accidents/risque pyrotechnique	16
6.5.	Informations recueillies par le client	16
6.6.	Informations recueillies aux archives	16
6.7.	Activités à risques exercées au voisinage immédiat du site.....	18
6.8.	Synthèse de l'étude historique et documentaire	20
7.	Etude de la vulnérabilité des milieux.....	21
7.1.	Contexte géologique	21
7.2.	Contexte hydrogéologique	22
7.3.	Contexte hydrologique	25
7.4.	Zones protégées	27
7.5.	Contexte météorologique	28
7.6.	Synthèse des voies d'exposition à retenir et leurs usages.....	29
7.7.	Elaboration d'un programme prévisionnel d'intervention.....	31
8.	Intervention HUB-Environnement (avril 2025)	32
8.1.	Mesures préalables avant le démarrage des investigations.....	32
8.2.	Méthodologies d'investigations	32
8.3.	Programme des investigations.....	34
9.	Interprétation des résultats d'analyses	38
9.1.	Résultats dans les gaz du sol	38
9.2.	Résultats d'analyse des métaux lourds dans les sols	41
9.3.	Résultats d'analyse des composés organiques dans les sols.....	42
9.4.	Schéma conceptuel.....	45
10.	Description de l'étude de risque	46
10.1.	Méthodologie de l'EQRS.....	46
10.2.	Evaluation de l'exposition.....	46
10.3.	Evaluation de la relation dose-réponse	50
10.4.	Choix des modèles.....	52
11.	Résultats de l'EQRS.....	52
11.1.	Principe de calcul	52
11.2.	Résultats des calculs	53
12.	Conclusion et préconisations	54
12.1.	Conclusion	54
12.2.	Préconisations.....	56
	Avertissement	57
	ANNEXES	58

Liste des figures

Figure 1 : Localisation de la zone d'étude sur fond de carte IGN (géoportail.gouv.fr)	7
Figure 2: Photographie aérienne de la zone d'étude (délimitation rouge, géoportail.gouv.fr)	7
Figure 3 : Plan de la zone d'étude sur fond de carte cadastrale (délimitation en rouge, géoportail.gouv.fr)	8
Figure 4 : Photographie aérienne du secteur (géoportail.gouv.fr)	9
Figure 5 : Contraintes rencontrées sur site	11
Figure 6 : Plan de masse des installations classées ICPE (rapport de déclaration ICPE, décembre 2016)	17
Figure 7 : Localisation des installations autour du site (rayon < 250 m, géorisques.gouv.fr)	18
Figure 8 : Carte géologique de la zone d'étude (carte 1/10 000, infoterre.brgm.fr)	21
Figure 9 : Localisation des points d'eau dans un rayon d'un kilomètre (infoterre.brgm.fr)	22
Figure 10: Localisation des périmètres de protection (AtlaSanté)	23
Figure 11 : Localisation des points de prélèvement des eaux souterraines (SAGE Mayenne, 2012)	24
Figure 12 : Réseau hydrographique (géoportail.gouv.fr)	25
Figure 13: Localisation des points de prélèvement d'eau superficielle (SAGE Mayenne, 2012)	26
Figure 14 : Localisation des espaces protégés autour de la zone d'étude (géoportail.gouv.fr)	27
Figure 15 : Données météorologiques de la station de Chamant (infoclimat.fr)	28
Figure 16 : Schéma conceptuel – état actuel du site	30
Figure 17 : Localisation des sondages sols (HUB-Environnement, 2025)	35
Figure 18 : Localisation des micro-sondages (HUB-Environnement, 2025)	37
Figure 19 : Cartographie des résultats COV (HUB-Environnement, 2025)	39
Figure 20 : Carte des anomalies en métaux lourds pour la couche 0-1 m t/n	42
Figure 21 : Schéma conceptuel après investigations – en l'état	45
Figure 22 : Schéma conceptuel d'exposition – aménagement d'une concession automobile	49
Figure 23 : Cartographie de synthèse des résultats	55

Liste des tableaux

Tableau 1 : Vérifications réalisées sur site	10
Tableau 2 : Analyse des photographies aériennes anciennes	12
Tableau 3 : Caractéristiques des sites CASIAS (rayon < 250 m)	19
Tableau 4 : Synthèse de la vulnérabilité des milieux	29
Tableau 5 : Programme prévisionnel d'intervention	31
Tableau 6 : Programme des investigations d'avril 2025	34
Tableau 7 : Justification de l'implantation des sondages du 22 avril 2025	35
Tableau 8 : Caractéristiques des sondages	36
Tableau 9 : Caractéristiques du prélèvement des gaz du sol	37
Tableau 10 : Résultats d'analyses des COV sur site (ppmV)	38
Tableau 11 : Résultats d'analyses des gaz (COV, H ₂ S, CO, O ₂)	38
Tableau 12 : Résultats d'analyse laboratoire des gaz du sol (µg/m ³)	39
Tableau 13 : Résultats des analyses des métaux dans les sols (mg/kg MS)	41
Tableau 14 : Résultats laboratoire des composés organiques sur brut dans les sols (mg/kg MS)	42
Tableau 15 : Résultats des analyses des pesticides azotés et phosphorés dans les sols (µg/kg MS)	44
Tableau 16: Caractérisation des voies d'exposition potentielles	47
Tableau 17: Paramètres d'exposition retenus pour l'étude	48
Tableau 18 : Sélection des substances	48
Tableau 19: Données toxicologiques	50
Tableau 20: VTR – scénario inhalation intérieure et extérieure	51
Tableau 21: Résultats des calculs de risques inhalation (intérieure et extérieure)	53
Tableau 22 : Evaluation du niveau de risque	54

Glossaire

ARR : Analyse des risques résiduels
ARS : Agence Régionale de Santé
ASPITET : Apports d'une Stratification Pédologique pour l'Interprétation des Teneurs en Eléments Traces
BASIAS : Base de données des anciens sites industriels et activités de services
BASOL : Base de données des Sites pollués ou potentiellement pollués
BSS : Base de données du Sous-Sol
CASIAS : Carte des Anciens Sites Industriels et Activités de Services
DREAL : Direction Régionale de l'Environnement, l'Aménagement et du Logement
DJE : Dose Journalière d'Exposition
EQRS : Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires
ERI : Excès de Risque Individuel.
ERU : Excès de Risque Unitaire
HCSP : Haut Conseil de la Santé Publique
ICPE : Installation Classée pour la Protection de l'Environnement
IEM : Interprétation de l'Etat des Milieux
ISD : Installation de Stockage des Déchets
ISDI : Installation de Stockage des Déchets Inertes
ISDND : Installation de Stockage des Déchets Non Dangereux
ISDD : Installation de Stockage des Déchets Dangereux
OEHA : Agence américaine: Office of Environmental Health Hazard Assessment
OMS : Organisation Mondiale de la Santé.
PID : Photolonization Detector (détecteur à photoionisation)
PEHD : PolyEthylène Haute Densité
PG : Plan de Gestion
QD : Quotient de Danger
RIVM : Agence sanitaire hollandaise: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu
RMQS : Réseaux de mesures de la qualité des sols
SIS : Secteurs d'Information sur les Sols
SIGES : Système d'Information pour la Gestion des Eaux Souterraines
US EPA: United States Environmental Protection Agency
VGAI : Valeur Guide de gestion de l'Air Ambiant
VLEP : Valeurs Limites d'Exposition Professionnelle
VTR : Valeur Toxicologique de Référence.

▪ **Composés**

ETM : Eléments Traces Métalliques (métaux lourds) - substances strictement non volatiles à l'exception du mercure
As : Arsenic
Cd : Cadmium
Cr : Chrome
Cu : Cuivre
Hg : Mercure
Ni : Nickel
Pb : Plomb
Zn : Zinc
BTEX : Benzène, Toluène, Ethylbenzène, Xylènes - solvants aromatiques, volatils et biodégradables
CAV : Composés Aromatiques Volatils
COV : Composés Organiques Volatils
COHV : Composés Organo-Halogénés Volatils - solvants principalement chlorés, volatils et non biodégradables
HAP : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques - goudrons avec différentes substances (16 substances différentes) plus ou moins cancérigènes et plus ou moins volatiles et biodégradables
HCT : HydroCarbures Totaux - constitués d'atomes de carbone et d'hydrogène, désigne les hydrocarbures dits « pétroliers » constitués d'une chaîne carbonée linéaire (aliphatiques) ou cyclique (aromatiques)
PCB : PolyChloroBiphényles - composés liposolubles et très peu biodégradables (persistants dans l'environnement)

1. Contexte général de la mission

- **Objectif et résumé de la demande :** HUB-Environnement a été missionné pour réaliser une étude historique et une étude de vulnérabilité des milieux, ainsi qu'un diagnostic de la qualité environnementale des sols et des gaz du sol. Ces prestations sont réalisées dans le cadre d'un dépôt de permis de construire.
- **Client :**

Financière Sainte Marguerite
- **Localisation étude :** 343 rue de Bretagne, 53 000 Laval - parcelle cadastrale n°163 de la section DO, surface de 6960 m².
- **Documents à disposition :**
 - Plan de division et de bornage en date du 16/02/2025.
- **Usages du site :**
 - Activité ancienne : Horticulture ;
 - Activité future : Changement d'usage- centre de contrôle technique.
- **Risques identifiés :**
 - D'après les informations fournies par le donneur d'ordre, le site est anciennement ICPE sous le régime de la déclaration.
- **Contenu de la mission :**

Afin de répondre aux objectifs de la demande, la présente mission comporte les prestations suivantes :

 - Visite de site (A100) ;
 - Etude historique, documentaire et mémorielle (A110) ;
 - Etude de vulnérabilité des milieux (A120) ;
 - Elaboration d'un programme prévisionnel d'investigations (A130) ;
 - Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses des sols (A200) ;
 - Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses des gaz du sol (A230) ;
 - Interprétation des résultats et investigations (A270) ;
 - Evaluation quantitative des risques sanitaires (A320)
- **Résumé non technique :** Afin d'éviter tout risque de mauvaise interprétation concernant nos résultats, le chapitre « Conclusions et préconisations » a été rédigé dans un esprit de synthèse et tient lieu de résumé non technique.
- **Résumé technique :** Afin d'éviter tout risque de mauvaise interprétation concernant nos résultats, nous recommandons de parcourir la totalité du rapport comprenant des illustrations fondamentales (cf. schéma conceptuel, cartes de synthèse des zones d'impacts). Des commentaires de synthèse sont disponibles à la fin de chaque chapitre (cf. encadrés bleus) pour une lecture plus rapide. Ce sont ces encadrés bleus qui tiennent lieu de résumé technique.

2. Contexte réglementaire et normatif

La démarche suivie pour le diagnostic est basée sur :

- Méthodologie de ministère de l'Environnement applicable aux sites et sols pollués en date du 08 février 2007 révisée par la circulaire du 19 avril 2017 ;
- Norme AFNOR NF X 31-620 « Qualité du sol – Prestations de service relatives aux sites et sols pollués » ;
- Norme NF ISO 18400-202 d'avril 2019 « Qualité du sol - Échantillonnage - Partie 202 : investigations préliminaires - Qualité du sol - Échantillonnage - Partie 202 : Diagnostics préliminaires » ;
- Norme NF ISO 18400-203 « Qualité du sol – Échantillonnage - Partie 203 : investigations des sites potentiellement contaminés » ;
- Norme NF ISO 18400-204 « Qualité du sol – Échantillonnage – Partie 204 : lignes directrices l'échantillonnage des gaz du sol » (07/2017) ;
- Norme AFNOR NF X50-110 de mai 2003 sur les « prescriptions générales de compétence pour une expertise », pouvant prévaloir sur les normes précédentes.
- Le guide INERIS du 21/11/2016 « Guide pratique pour la caractérisation des gaz du sol et de l'air intérieur en lien avec une pollution des sols et/ou des eaux souterraines ».

3. Localisation du site de l'étude

Le site est localisé au 353 rue de Bretagne, sur la commune de Laval localisée dans le département de la Mayenne (53). Il comprend une partie de la parcelle cadastrale n°DO163 pour une surface d'environ 6960 m². Le site est globalement plat avec une altitude d'environ 98 mNGF. Le périmètre exact de la zone d'étude est présenté ci-dessous.



Figure 1 : Localisation de la zone d'étude sur fond de carte IGN (géoportail.gouv.fr)

NB : Le bâtiment présent sur site sur la figure ci-dessus a été démoli.



Figure 2: Photographie aérienne de la zone d'étude (délimitation rouge, géoportail.gouv.fr)

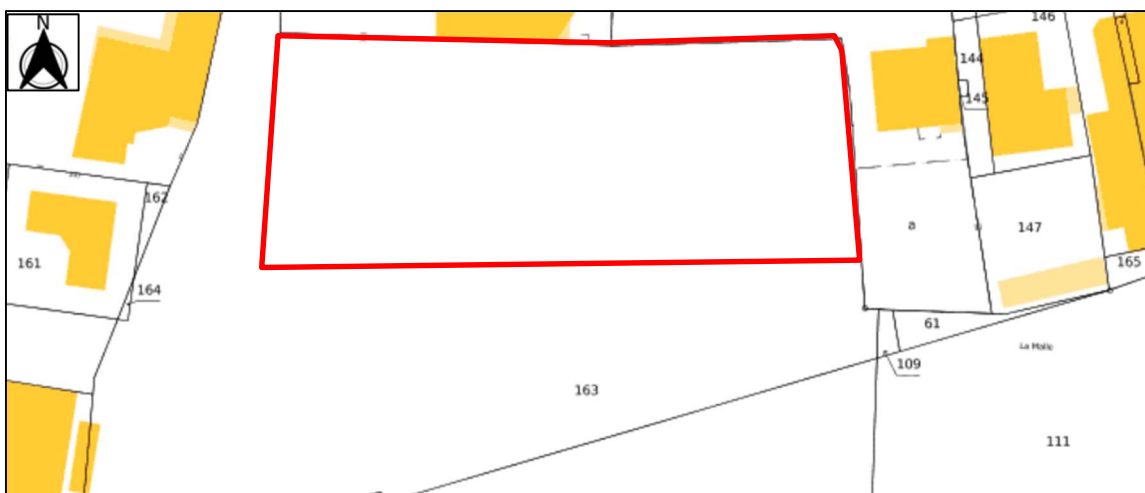


Figure 3 : Plan de la zone d'étude sur fond de carte cadastrale (délimitation en rouge, [géoportail.gouv.fr](http://geoportail.gouv.fr))

4. Projet d'aménagement

Le projet d'aménagement prévoit la construction d'un bâtiment pour accueillir une concession automobile sur une partie du site. Le reste de la zone d'étude servira pour accueillir un parking.

Le plan de masse sera transmis ultérieurement.

5. Visite de site

5.1. Réalisation de la visite et personnes rencontrées

Une visite du site a été réalisée le 22 avril 2025 par un Ingénieur de HUB-Environnement en présence de M. Lecoq de l'entreprise LECOQ Immobilier.

Lors de la visite du site, un questionnaire conforme au guide méthodologique « visite du site » a été renseigné, il est présenté en **Annexe 1**.

L'emprise de la visite concerne l'ensemble du site décrit au chapitre 3, ainsi que les abords dans un rayon de 150 mètres autour du site.

5.2. Description du site, des activités et des pratiques sur site

La zone d'étude comporte des déchets de l'ancienne serre : morceaux de verres, de ferrailles. Il ne reste que la dalle de l'ancien bâtiment.

En limite de site (hors zone d'étude) des produits de l'ancienne activité d'horticulture (agents mouillants, insecticides) et divers déchets sont présents.

Au droit de la zone d'étude, aucune installation à risque n'est mise en évidence lors de la visite de site.

Les photographies du site sont disponibles en **Annexe 2**.

5.3. Usages constatés du voisinage

Les usages suivants et leur sensibilité sont constatés aux abords du site (rayon < 250 m) :

- Zone industrielle ;
- Zone tertiaire et commerciale (garage, lavage automobile, commerces, boulangerie, restaurant) ;
- Zone d'habitation (habitations individuelles avec jardins) ;
- Parcelles agricoles et végétalisées.

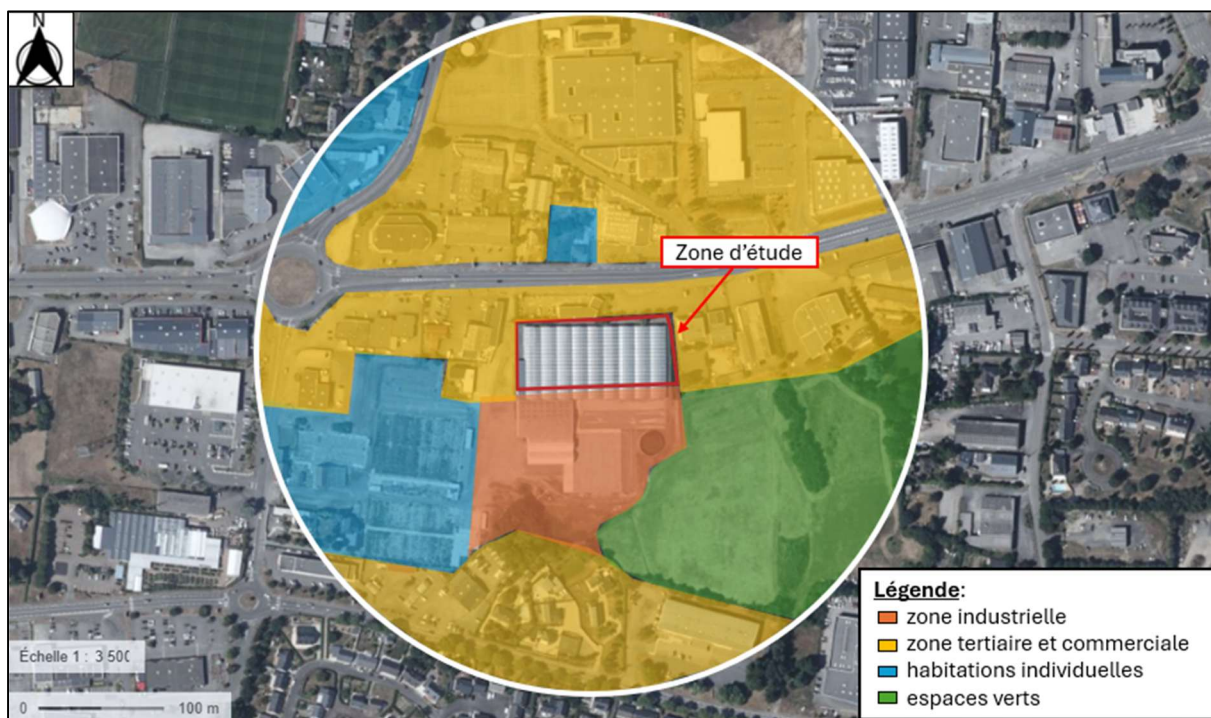


Figure 4 : Photographie aérienne du secteur (géoportail.gouv.fr)

5.4. Dangers immédiats pour l'environnement et la santé publique

Lors de la visite de site, des observations ont été effectuées afin d'identifier la présence ou non de dangers immédiats pour l'environnement et la santé publique. Ces différentes vérifications sont détaillées dans le tableau ci-après.

Tableau 1 : Vérifications réalisées sur site

Points de vérification	Observations	Danger immédiat pour l'environnement et la santé publique
Moyens d'accessibilité au site et moyens de protection	Présence de clôture	Non
Etat des dalles dans les bâtiments	Restant de dalle de l'ancien bâtiment	Non
Présence d'activité sur terrain nu	Absence d'activité sur terrain nu	Non
Conditions de stockage des produits (présence / absence de rétention)	/	Non
Présence de substances (ex : PCB dans un transformateur, solvants dans des fûts, réseaux et/ou machines pleines ...)	/	Non
Autres	/	Non

5.5. Mesures correctives de mise en sécurité

Aucun danger immédiat pour l'environnement et la santé publique n'ayant été identifié, il n'est pas nécessaire de mettre en œuvre de mesure corrective de mise en sécurité.

5.6. Identification des contraintes sur site

Au cours de la visite de site, des déchets des anciens bâtiments (bureaux et serre) étaient présent sur la partie Ouest du site. Par conséquent, des investigations n'ont pas pu être réalisés sur cette partie du site. Les contraintes sont présentées dans la figure suivante.

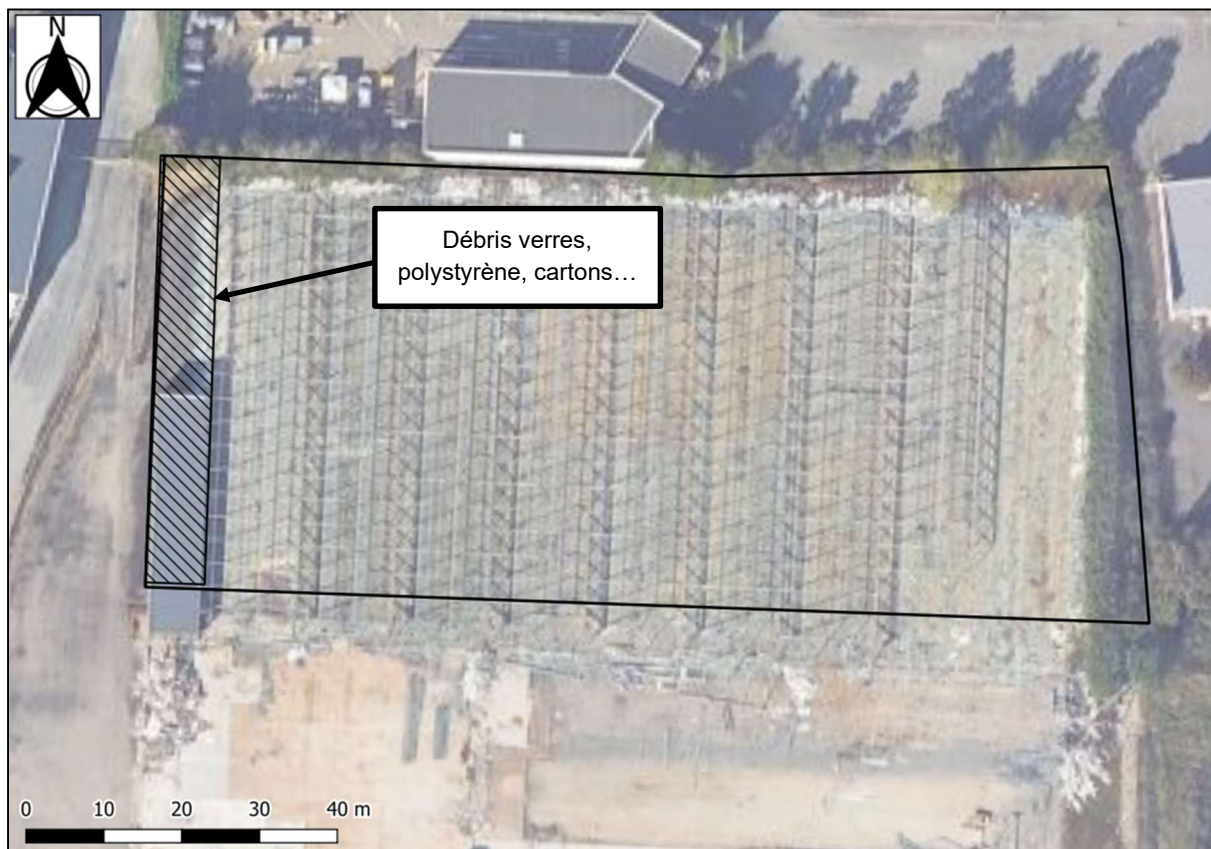


Figure 5 : Contraintes rencontrées sur site

6. Etude historique, documentaire et mémorielle

6.1. Analyse des photographies aériennes anciennes

Les photographies aériennes anciennes ont été consultées sur le site « Remonter le temps » de l'IGN et sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 2 : Analyse des photographies aériennes anciennes

Observations	Photographies
1933 : Sur site : Parcelles agricoles. Hors site : Parcelles agricoles avec quelques bâtisses associées, axes routiers au Nord et à l'Est du site.	
1944 : Sur site et hors site : Aucun changement significatif.	

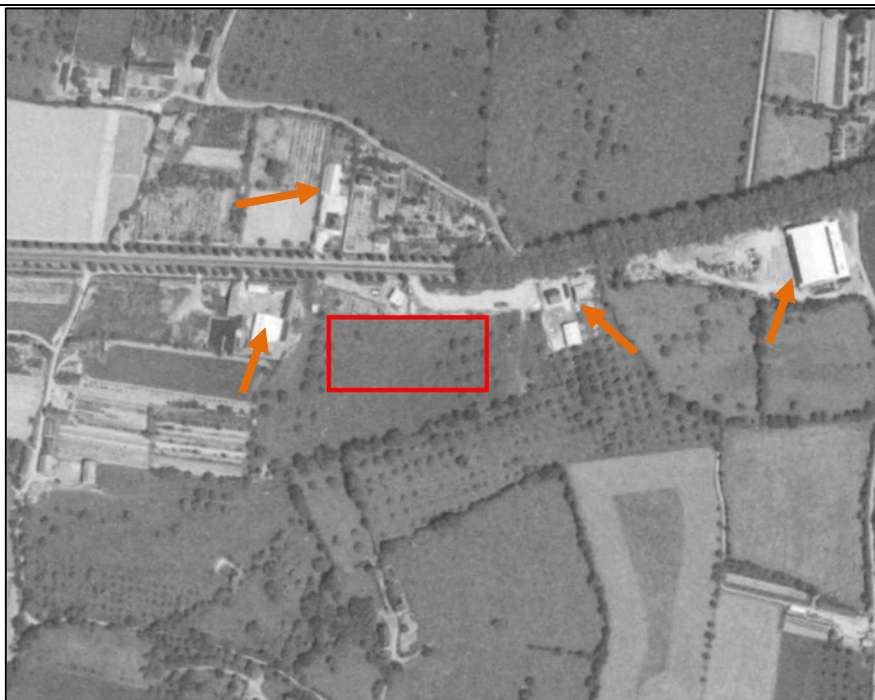
1958 :

Sur site :

Aucun changement significatif.

Hors site :

Construction de bâtiments au Nord, à l'Ouest et à l'Est du site.



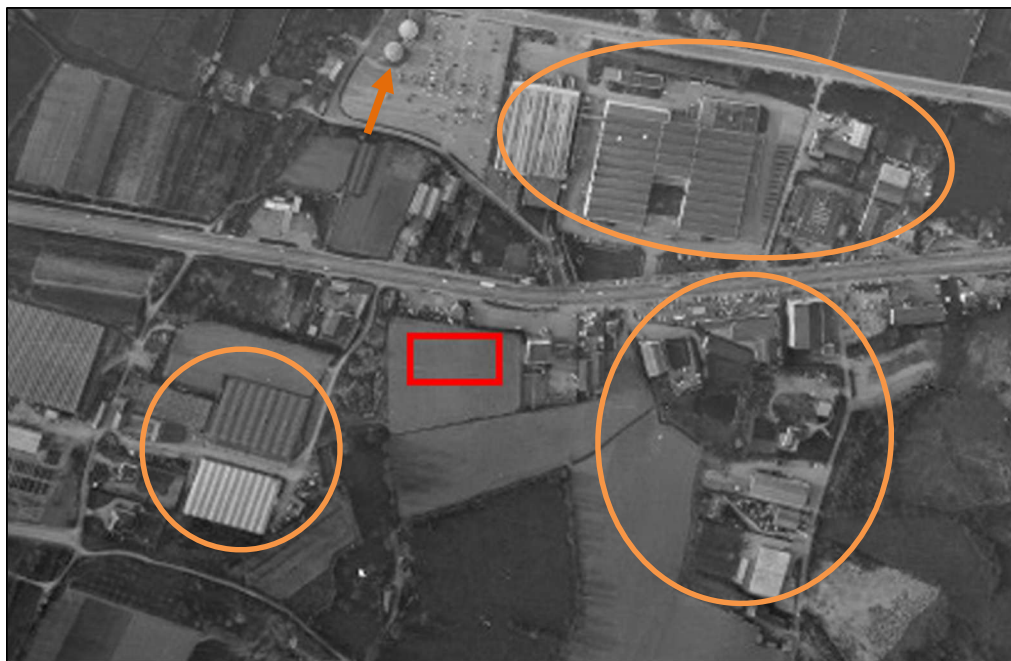
1975 :

Sur site :

Aucun changement significatif.

Hors site :

Construction de bâtiments autour du site, notamment au Nord et à l'Est. Les activités ne sont pas connues mais au vu de la typologie ceux-ci semblent industriels. Aménagement de silos au Nord. Des habitations et des serres sont aménagées au Sud-Ouest du site.



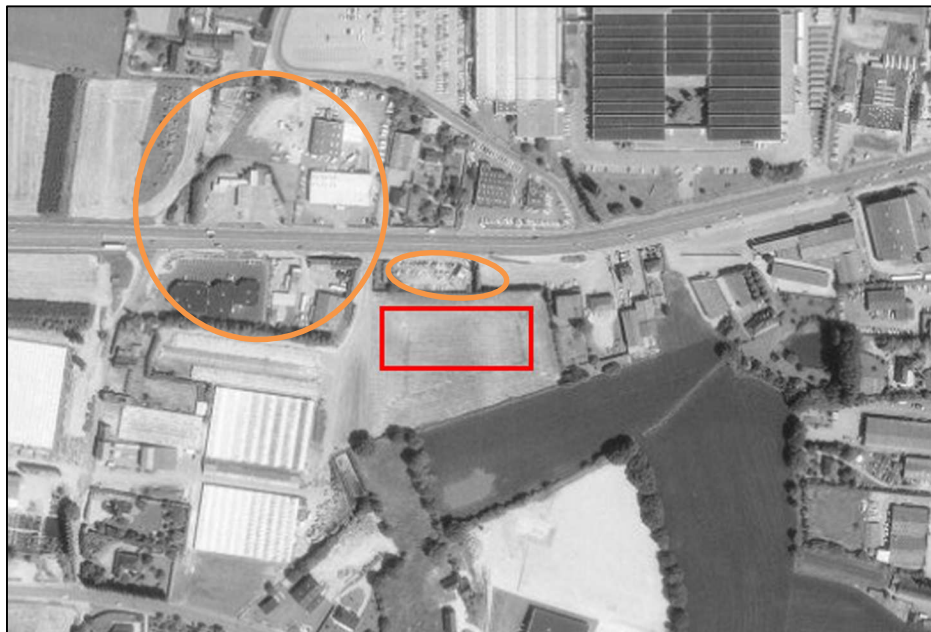
1987 :

Sur site :

Aucun changement significatif.

Hors site :

Constructions de bâtiments supplémentaires au Nord-Ouest et stockage/ stationnement au Nord du site.
Développement de la ZAC des Alignés.



1996 :

Sur site :

Mise en place d'une serre horticole sur l'ensemble de la zone d'étude.

Hors site :

Construction d'une extension du bâtiment principal au Sud de la serre et construction d'un bâtiment supplémentaire au Nord.



2006 :

Sur site :

Aucun changement significatif.

Hors site :

Construction de bâtiments supplémentaires accolés au Sud du site.



2023 :

Sur site :

Les serres sont en cours de réaménagement (fin d'activité ?).

Hors site :

Les bâtiments accolés à la serre sont en cours de démolition. La présence d'une potentielle ancienne citerne est visible au Sud-Est du site.



→ La zone d'étude est occupée par des parcelles agricoles jusque dans les années 1990. A partir de 1996, le site est occupé par des serres. A partir de 2023, les serres sur site sont en cours de réaménagement. D'après cette photographie, une citerne (eau, produits phytosanitaires ?) était également présente au Sud-Est du site dans le même tènement.

→ Hors site, des parcelles agricoles entouraient la zone d'étude jusque dans les années 1950. A partir des années 1960, de nombreux bâtiments industriels ont été construits au Nord et des serres ont été aménagés à l'Ouest. La ZAC s'est développée dans les années 1970. Une extension du bâtiment de la zone d'étude a été construite à partir des années 2000.

6.2. Historique administratif du site

6.2.1. Recensement des différents propriétaires

Le site a été exploité par l'horticulteur SAUVE GUITTET pour la culture de chrysanthèmes. Aucune information n'a été recensée sur les propriétaires fonciers.

6.2.2. Situation CASIAS, BASOL et SIS

Le site n'est pas recensé dans les bases de données CASIAS, BASOL ni en tant que SIS.

6.2.3. Situation administrative

D'après Géorisques et la préfecture de la Mayenne, le site n'est pas classé au titre de la réglementation relative aux Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE).

6.3. Historique des activités et procédés

Plusieurs activités sont recensées au droit du site :

- Avant 1990 : parcelles agricoles ;
- Entre 1990 et 2020 : horticulture Sauvé Guillet ;
- Depuis 2023 : démolition du bâtiment.

6.4. Inventaire des incidents/accidents/risque pyrotechnique

Après consultation du BARPI, aucun accidents/incidents et bombardements lors des deux guerres mondiales ne sont répertoriés au droit du site.

6.5. Informations recueillies par le client

D'après Monsieur Lecoq, le site était anciennement ICPE pour l'installation de 2 chaudières situées en dehors de la zone d'étude.

Suite à la cessation d'activité, une ATTES SECUR n'a pas été demandée car les activités de combustion exploitées sur site relevaient de la rubrique 2910, le combustible utilisé était du gaz.

6.6. Informations recueillies aux archives

Des informations ont été recueillies auprès de la préfecture de la Mayenne.

- Les activités exercées sur site sont l'horticulture et la production de jeunes plants de chrysanthèmes et de géraniums.
- Une preuve de dépôt a été délivrée le 1^{er} décembre 2016 à la SAS SAUVE GUITTET pour l'exploitation d'une serre comprenant une installation de combustion (au gaz) composée de 2 chaudières (capacité totale de 5 MW). Cette installation relève d'une installation ICPE sous le régime Déclaration avec contrôle périodique (au titre de la rubrique 2910-A-2).
- Une preuve de dépôt a été délivrée le 30 novembre 2021 à la SAS SAUVE GUITTET pour la cessation de l'activité ICPE.

Un plan de masse du site provenant du rapport de déclaration ICPE présente les installations utilisées pour l'activité.

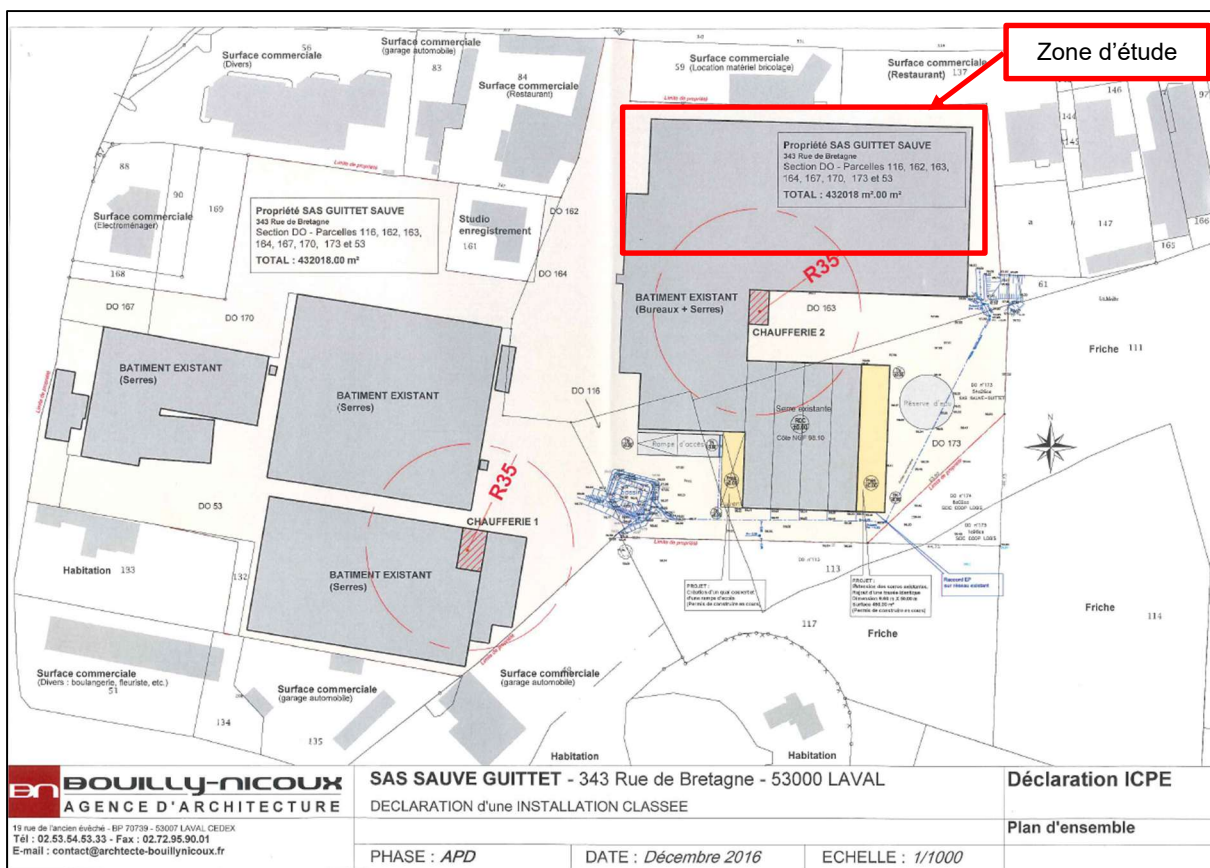


Figure 6 : Plan de masse des installations classées ICPE (rapport de déclaration ICPE, décembre 2016)

Aucune donnée récoltée aux archives municipales et départementales.

6.7. Activités à risques exercées au voisinage immédiat du site

La consultation de la base de données Géorisques a permis de mettre en évidence, dans un rayon de 250 m autour du site, la présence de sept sites CASIAS. Des sites BASOL et des ICPE ont été recensées au-delà de 500 m du site. Ces activités à risques sont localisées sur la carte ci-dessous et leurs caractéristiques sont répertoriées dans le tableau suivant.

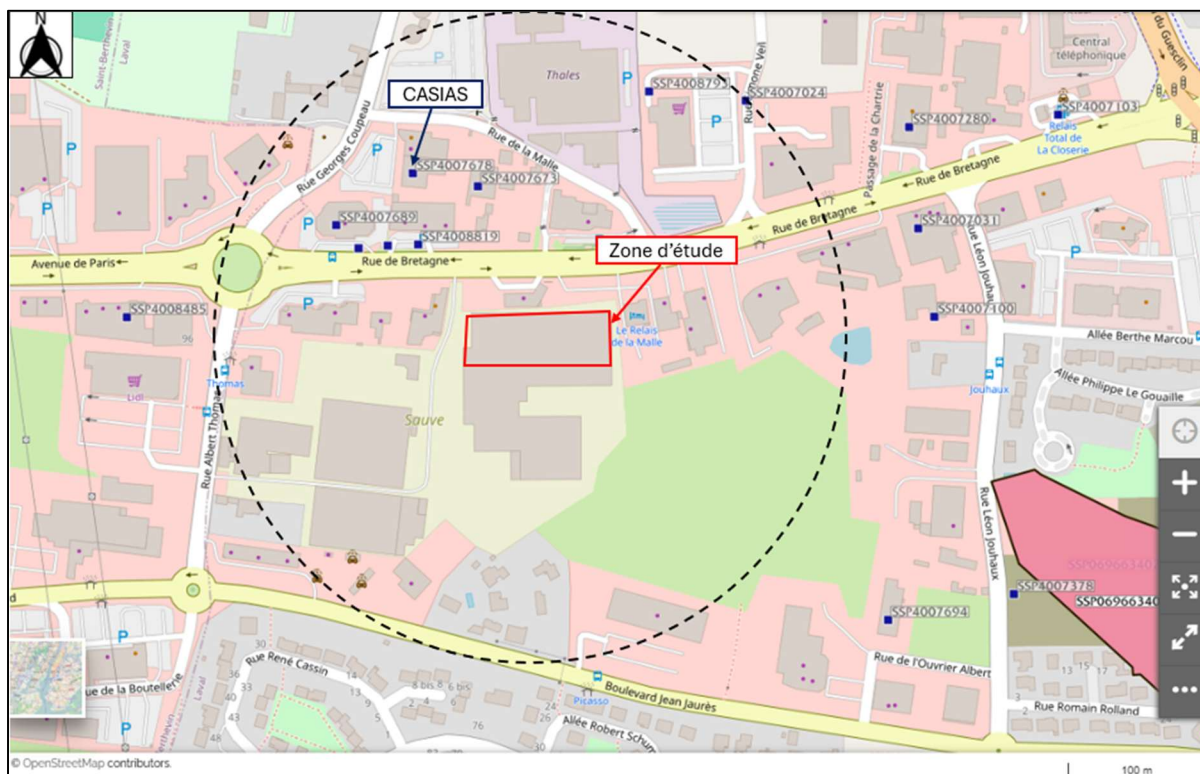


Figure 7 : Localisation des installations autour du site (rayon < 250 m, géorisques.gouv.fr)

• Sites CASIAS :

Tableau 3 : Caractéristiques des sites CASIAS (rayon < 250 m)

N° CASIAS	Dernière adresse	Raison sociale	Activité	Etat de l'activité	Distance au site
SSP4007689	Route de Saint-Berthevin, 53000 Laval	Shell station-service	Station-service	Terminée	180 m Nord-Ouest
SSP4008657	97 rue de Bretagne, 53000 Laval	Boullier entreprise, forge et charonnage, maréchalerie	Forge, marteaux mécaniques, emboutissage, estampage, matriçage découpage, métallurgie des poudres	Terminée	180 m Nord-Ouest
SSP4008664	137 rue de Bretagne, 53000 Laval	Brilhault Louis Entreprise, garage, carrosserie, station-service	Garage, mécanique, station-service, carrosserie, atelier d'application de peinture	Terminée	160 m Nord-Ouest
SSP4008819	89 rue de Bretagne, 53000 Laval	Paumard Paul Entreprise, garage	Garages, ateliers, mécanique et soudure	Terminée	130 m Nord-Ouest
SSP4007678	Rue de la Malle, 53000 Laval	Hervé méca, réparation de pièces auto	Garages, ateliers, mécanique et soudure	Terminée	200 m Nord-Ouest
SSP4007673	29 rue de la Malle, 53000 Laval	Dorgere Henri entreprise, Charles transport société, carrosserie, garage	Garages, ateliers, mécanique et soudure, carrosserie, atelier d'application de peinture	Non renseigné	140 m Nord-Est
SSP4008793	7 rue des Archives, 53000 Laval	Le matériel téléphonique, montage d'appareil de radio	Fabrication de produits électroniques grand public, d'appareils de réception, enregistrement ou reproduction du son et de l'image	Non renseigné	230 m Nord-Est
SSP4007024	83 rue Brault, 53000 Laval	Thomson CSF, LMT/ Fabrication d'équipements électroniques	Fabrication d'équipements de communication, de produits électroniques grand public, utilisation de sources radioactives et stockages, transformateur, traitement et revêtement de métaux	Non renseigné	250 m Nord-Est

6.8. Synthèse de l'étude historique et documentaire

- *A l'issue de la visite de site, aucune installation à risque n'a été mise en évidence.*
- *La zone d'étude est occupée par des parcelles agricoles jusqu'aux années 1990. A partir de 1996, le site est occupé par des serres. A partir de 2023, les serres sur site sont en cours de réaménagement. D'après cette photographie, une citerne d'eau était également présente au Sud-Est du site dans le même tènement.*
- *Le site n'est pas recensé dans les bases de données CASIAS, BASOL ou en tant que SIS et n'est plus classé ICPE.*
- *Hors site, des parcelles agricoles entouraient la zone d'étude jusqu'aux années 1950. A partir des années 1960, de nombreux bâtiments industriels ont été construits au Nord et des serres ont été aménagées à l'Ouest. La ZAC s'est développée dans les années 1970. Une extension du bâtiment de la zone d'étude a été construite à partir des années 2000.*
- *Huit sites CASIAS sont présents à proximité du site (< 250 m) pour des activités de station-service, de garage, de carrosserie, de fabrication d'appareil de communication.*

7. Etude de la vulnérabilité des milieux

7.1. Contexte géologique

L'examen de la carte géologique du BRGM 1/50 000 indique que le site repose sur la formation nommée « Formations superficielles et d'altération- Dépôts anthropiques », notée X composée essentiellement de remblais.

La figure ci-dessous localise le site d'étude sur la carte géologique de la France à l'échelle 1/10 000.

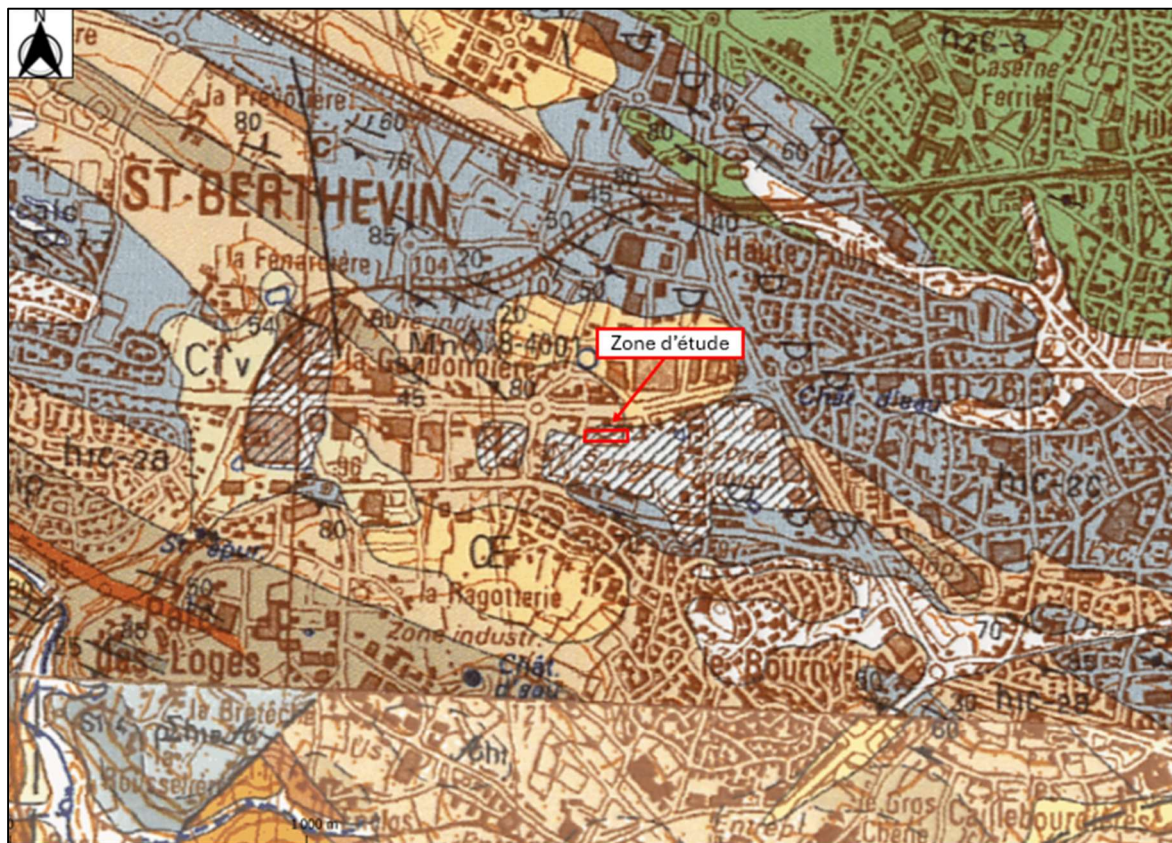


Figure 8 : Carte géologique de la zone d'étude (carte 1/10 000, infoterre.brgm.fr)

D'après les données de la BSS, dans un rayon de 500 m autour du site, aucun ouvrage n'est localisé dans la formation géologique identique à celle du site. Seuls des ouvrages localisés à 1,3 km au Sud-Est du site ont été recensés dans la même formation.

Lors des investigations réalisées sur site, la lithologie suivante a été relevée sur site :

- 0-1 m : argile marron (au droit de la serre), limono-argileux marron (au droit de l'ancien bâtiment).

→ **Compte tenu des informations recueillies, le site repose sur des argiles en surface. La lithologie en profondeur des sols n'est pas connue au vu du peu d'information.**

→ **Les sols au droit du site sont donc considérés comme peu perméables compte tenu de la présence d'argile. Les sols sont donc peu vulnérables à un potentiel impact provenant du site.**

7.2. Contexte hydrogéologique

7.2.1. Description

Le site repose sur la nappe correspondant à la masse d'eau FRGG018 nommée « bassin versant de la Mayenne » de nature socle avec un écoulement fissuré et karstique et entièrement libre à l'échelle de la masse d'eau. La zone non saturée correspond aux altérites et correspond à une épaisseur moyenne inférieure à 5 m. La perméabilité moyenne est supérieure à 10^{-6} m/s.

D'après les données de la BSS, aucun point d'eau n'est répertorié dans un rayon d'un kilomètre autour du site. Le point d'eau le plus proche est recensé à 1,4 km dans une formation géologique différente. Compte tenu de la variabilité de la lithologie et de l'éloignement de ce point d'eau, les données le concernant n'ont pas été prises en compte.

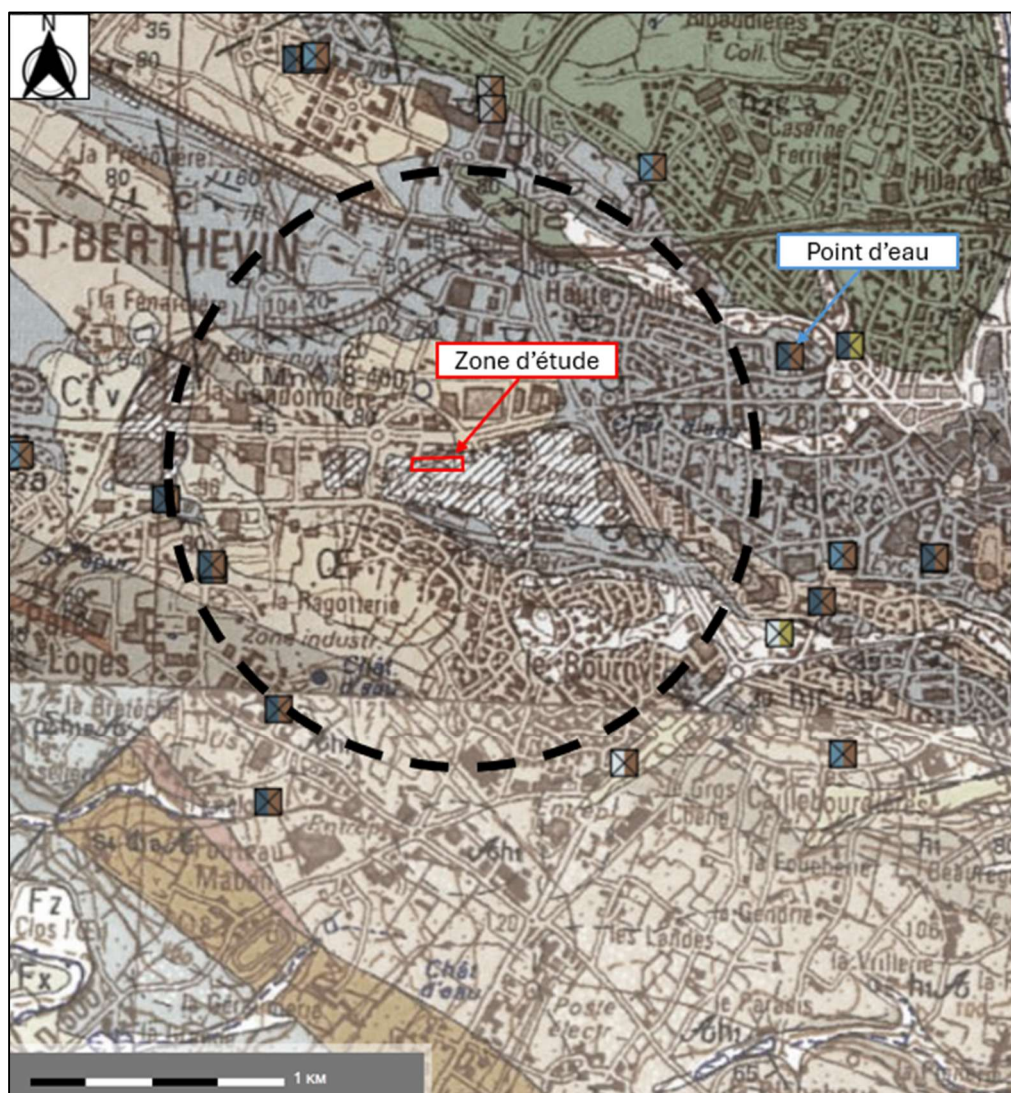


Figure 9 : Localisation des points d'eau dans un rayon d'un kilomètre (infoterre.brgm.fr)

De plus, le massif armoricain est réputé pour son contexte géologique hétérogène. Le contexte hydrogéologique est plutôt défini par des niveaux aquifères limités et peu organisés. Les altérites issues de l'altération du substratum jouent un rôle important en contrôlant les infiltrations vers les réservoirs fissurés plus profonds.

Lors des investigations de HUB-Environnement, la présence d'eau a été mise en évidence à 1 m de profondeur.

7.2.2. Usage

D'après les données du SAGE de la Mayenne, des points de prélèvement d'eau souterraine sont localisés à proximité de la commune de Laval. D'après les données d'AtlaSanté, des périmètres de protection éloignés sont localisés à 4,4 et 6,2 km à l'Ouest du site ainsi que des périmètres de protection rapprochés à 4 km au Nord et 4,3 et 5,5 km à l'Ouest et Sud-Ouest.

Les périmètres de protection et les points de prélèvement du SAGE Mayenne sont présentés ci-dessous.



Figure 10: Localisation des périmètres de protection (AtlaSanté)

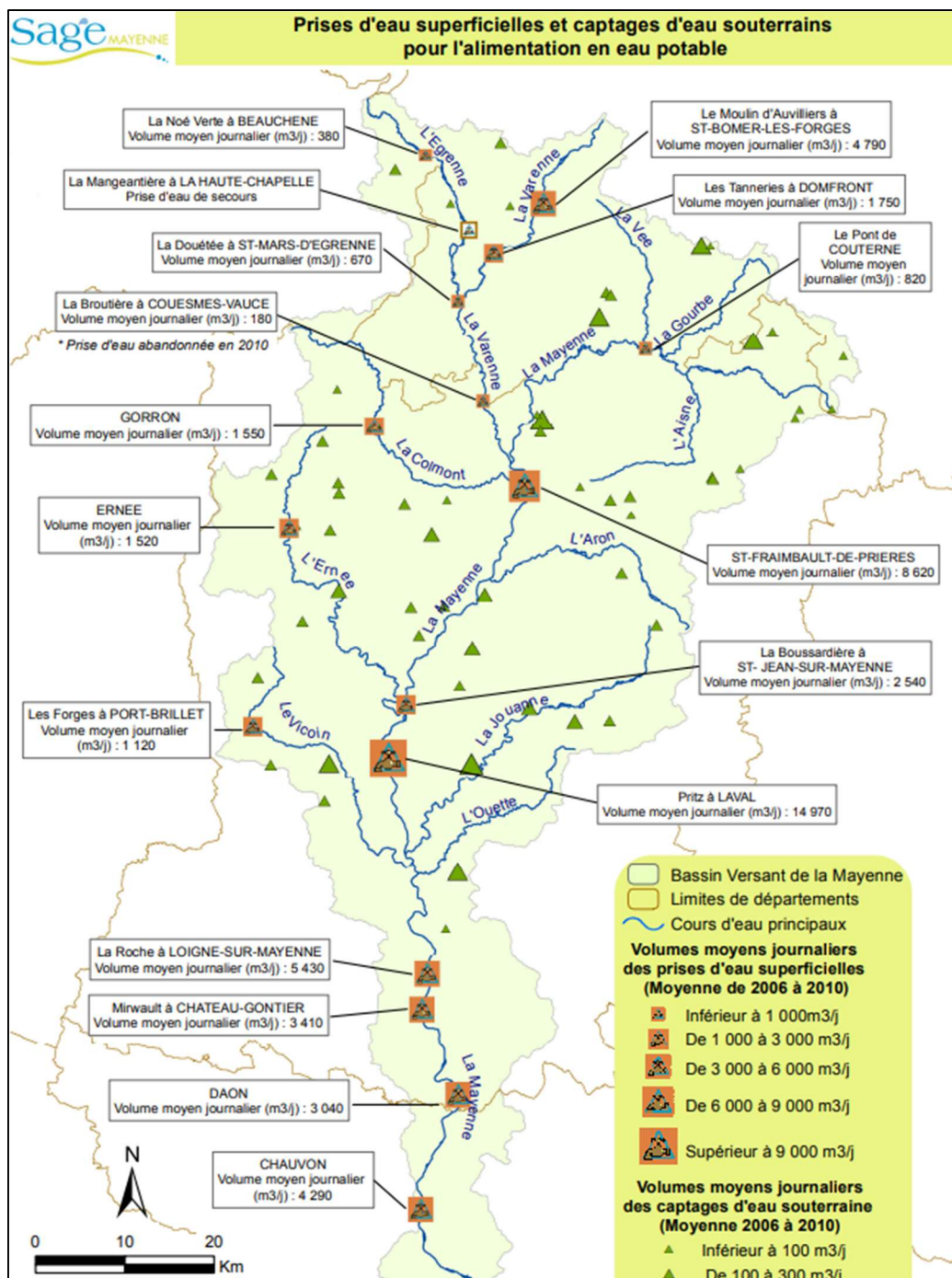


Figure 11 : Localisation des points de prélèvement des eaux souterraines (SAGE Mayenne, 2012)

- **Au vu du niveau d'eau mis en évidence lors des investigations, nous considérons que les eaux souterraines sont vulnérables à un potentiel impact provenant du site.**
- **Des périmètres de protection de champ captant sont localisés au-delà de 4 km de la zone d'étude.**

7.3. Contexte hydrologique

7.3.1. Description

Au niveau hydrographique, le site est à environ 1,5 km à l'Est de la rivière nommée le Vicoin, et à 2,2 km à l'Ouest du fleuve la Mayenne.

Le réseau hydrographique est illustré sur la figure ci-dessous.



Figure 12 : Réseau hydrographique (géoportail.gouv.fr)

De plus, d'après le PPRI de la Mayenne, la zone d'étude n'est pas localisée dans une zone d'aléas aux risques d'inondation.

→ **Les cours d'eau étant relativement éloignés de la zone d'étude, les eaux de surface sont donc considérées comme peu vulnérables à une potentielle pollution provenant de la zone d'étude.**

7.3.2. Usage

D'après les données du SAGE de la Mayenne, des prélèvements d'eau superficielle pour l'alimentation en eau potable sont réalisés sur la commune de Laval. Les points de prélèvement sont présentés sur la figure ci-dessous.



→ ***Au regard des données du SAGE de la Mayenne et de l'éloignement du site avec les cours d'eau, le site n'est pas situé dans un périmètre de protection de champ captant d'eaux superficielles.***

7.4. Zones protégées

Le site est localisé à 2 km au Nord-Est de la ZNIEFF de type I nommée « Vallée du Vicoin à Saint Berthevin ». Cet espace protégé est localisé sur la figure ci-dessous.

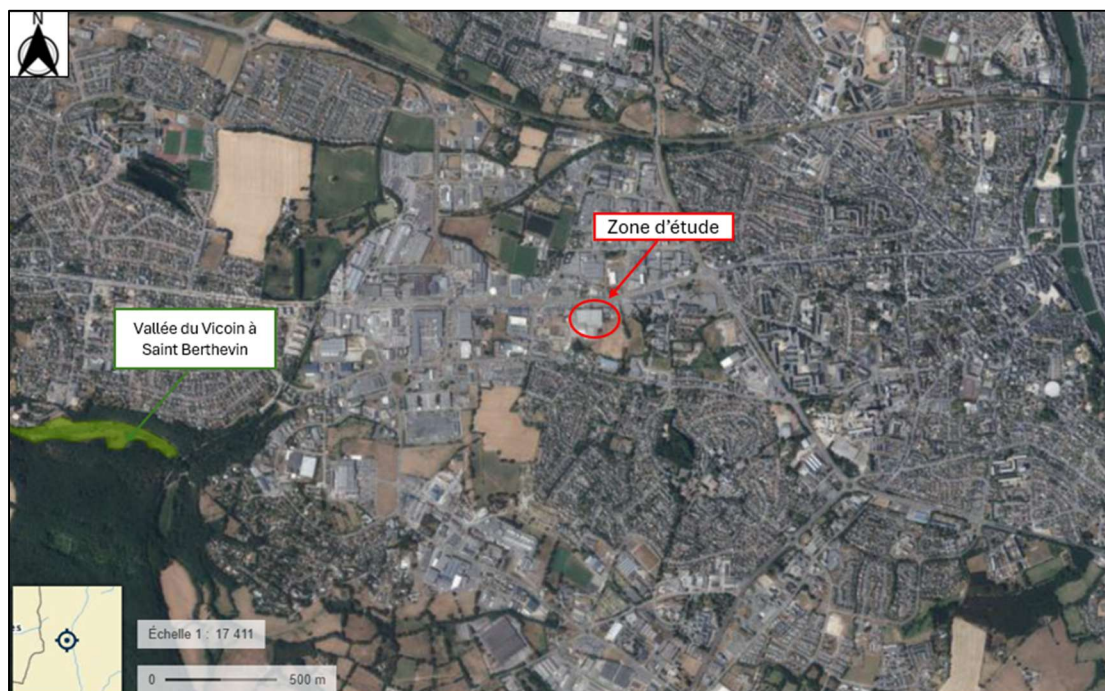


Figure 14 : Localisation des espaces protégés autour de la zone d'étude (géoportail.gouv.fr)

→ **Le site est localisé à 2 km d'un espace protégé. Par conséquent, les espaces protégés ne sont pas vulnérables à un potentiel impact provenant de la zone d'étude.**

7.5. Contexte météorologique

Les données provenant du centre météorologique de la station météorologique de Laval Etronier, située à 5 km au Sud-Est du site, font apparaître sur l'ensemble de l'année 2024 les constats suivants :

- L'été est marqué par des températures comprises entre 14,1°C pour les minimales et 24,2°C pour les maximales (juillet) ;
- L'hiver est marqué par des températures comprises entre 2,4°C pour les minimales et 8,3°C pour les maximales (janvier).

Le cumul des précipitations annuelles est de 824,7 mm.

Ces données sont illustrées sur les deux graphiques ci-dessous.

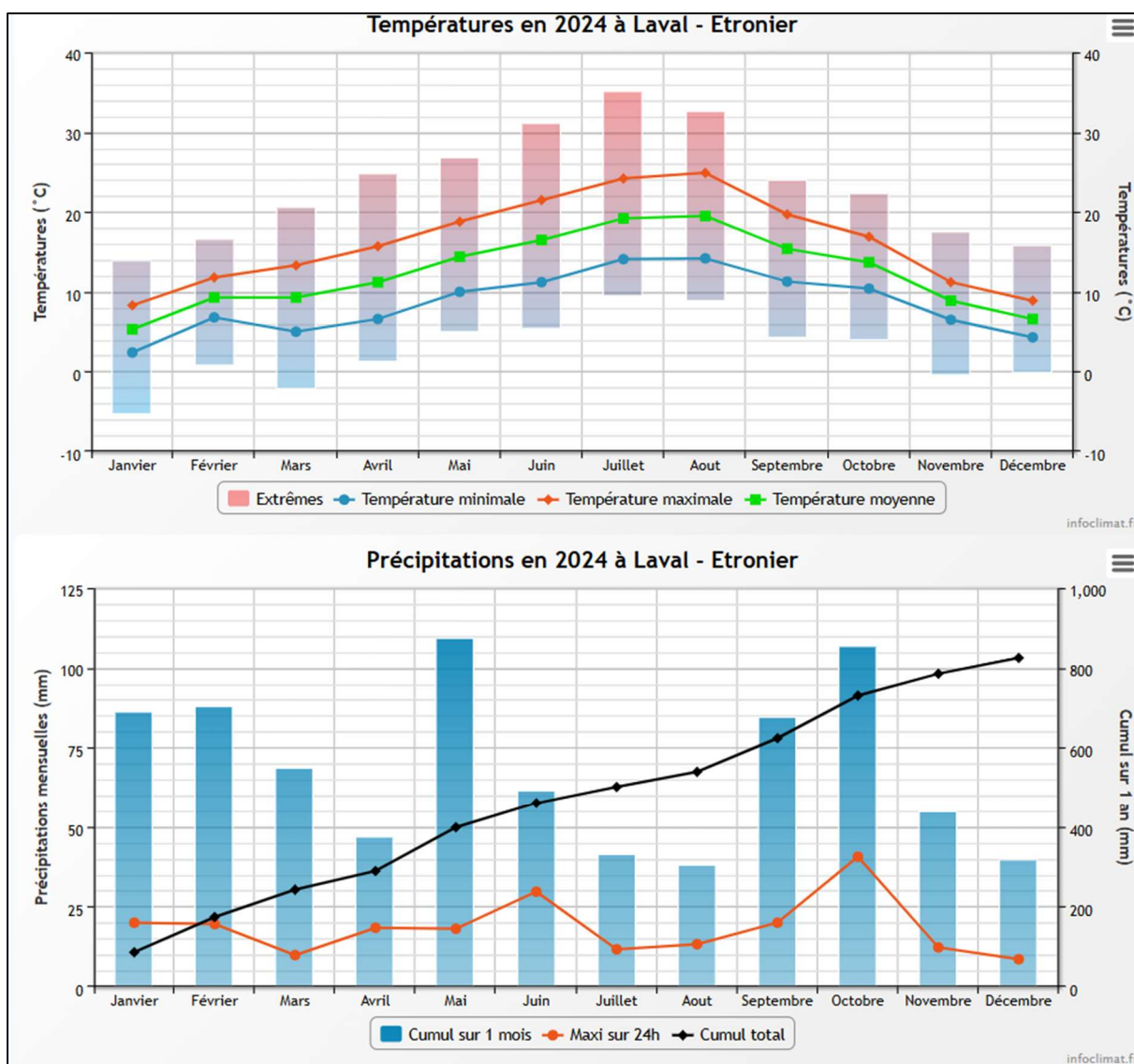


Figure 15 : Données météorologiques de la station de Chamant (infoclimat.fr)

7.6. Synthèse des voies d'exposition à retenir et leurs usages

Des sources d'impacts sont suspectées dans les milieux souterrains du fait de la présence d'anciennes activités impactantes et d'installations à risques au droit de la zone d'étude.

La vulnérabilité des milieux sur la zone d'étude peut être appréciée dans le tableau suivant.

Tableau 4 : Synthèse de la vulnérabilité des milieux

Milieu	Exposition au risque d'impact du site	Sensibilité face à un éventuel impact	Vulnérabilité
Sols	Moyen Présence d'argile en surface. Site localisé à proximité de sites CASIAS (garage, station-service, fabrication appareil électronique).	Fort Site localisé à proximité de logements individuels et d'écoles (population sensible).	Vulnérable
Eaux souterraines	Fort Profondeur d'1 m d'après les investigations. Absence de données sur le sens d'écoulement de la nappe (écoulement fissural).	Fort Point de prélèvement à proximité de la zone d'étude.	Vulnérable
Eaux superficielles	Faible Site localisé à 1,5 km à l'Est du cours d'eau le plus proche.	Forte Captage d'eau superficielle et pêche.	Vulnérabilité modérée
Faune et flore	Faible Site non inclus dans un espace protégé et localisé à 2 km de l'espace protégé le plus proche.	Faible Site non inclus dans un espace protégé et localisé à 2 km de l'espace protégé le plus proche.	Peu vulnérable

Suite à l'étude historique et mémorielle, les cibles, les sources, les voies d'exposition et les voies de transfert sont présentées dans le schéma conceptuel ci-dessous.

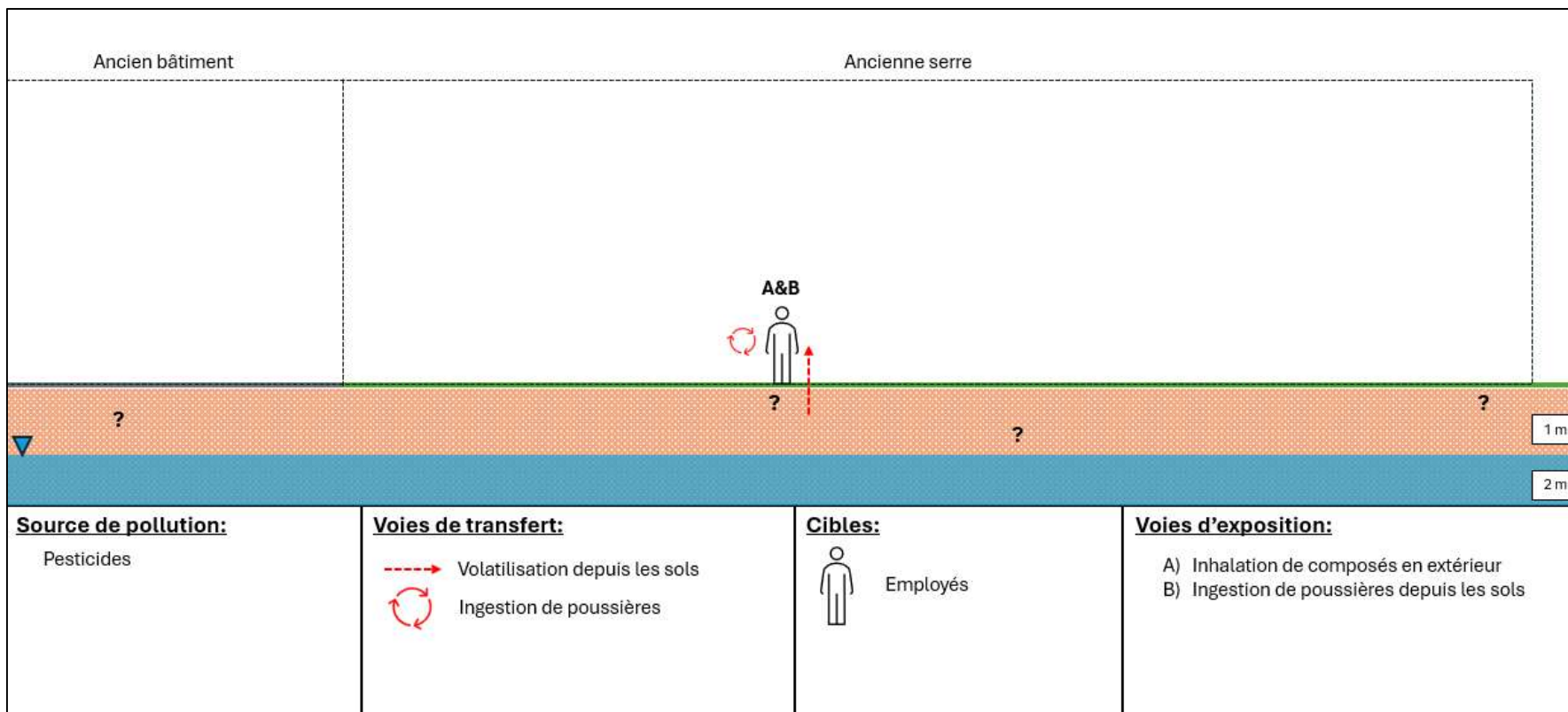


Figure 16 : Schéma conceptuel – état actuel du site

7.7. Elaboration d'un programme prévisionnel d'intervention

Au vu de l'activité recensée sur site, des investigations de sols et de gaz du sol sont nécessaires.

Le programme d'investigation prévisionnel est présenté sur le tableau ci-dessous.

Tableau 5 : Programme prévisionnel d'intervention

Stratégie d'investigation	Outil de prélèvement	Echantillonnage	Programme analytique
Identification et recherche d'éventuelles sources de pollution	Micro-sondage	Mesure de COV in situ et mesures H ₂ S, CH ₄ , O ₂ et CO entre 0 et 1 m t/n	15-20 Mesures de COV et mesures H ₂ S, CH ₄ , O ₂ et CO
Identification des polluants dans les sols selon les résultats de la campagne de mesures de COV	Sondage à la tarière mécanique	6 échantillons prélevé par mètre ou selon la lithologie	6 analyses des COHV, BTEX, HCT C ₁₀ -C ₄₀ , HAP, PCB et ETM
Identification des polluants dans les sols de l'activité d'horticulture			1 analyses pesticides organo-azotés et organo-phosphorés
Déterminer la présence de risque sanitaire	Pompe GilAir	1 échantillon à environ 0,80 m/t/n	1 analyse sur TPH C ₅ -C ₁₆ , COHV, BTEX, naphtalène, dont un blanc

8. Intervention HUB-Environnement (avril 2025)

8.1. Mesures préalables avant le démarrage des investigations

Les démarches entreprises avant le démarrage des investigations sont les suivantes :

- La collecte des plans des réseaux disponibles et l'autorisation d'intervenir sur site ;
- La réalisation conjointe de la Déclaration de projet de Travaux (DT) et de la Déclaration d'Intention de Commencement de Travaux (DICT) ;
- L'évaluation des risques professionnels.

8.2. Méthodologies d'investigations

8.2.1. Investigations des sols

Chaque sondage fait l'objet d'une coupe lithologique, d'un relevé des observations organoleptiques (odeur, couleur et aspect) des matériaux rencontrés, et de prélèvements de sol caractéristiques. Les coupes lithologiques des sondages sont présentées dans les fiches de prélèvements en **Annexe 3**.

De plus, des mesures des gaz photoionisables sont réalisées au moyen d'un PID (photo ionisation detector) au cours de la réalisation des sondages. Cet appareil permet la détection et la quantification de COV totaux (composés organiques volatils) avec une sensibilité de 0,1 ppm.

Les prélèvements sont effectués selon les bases des normes NF ISO 18400-104 et 107 qui présente les préconisations d'échantillonnage des sols pollués en vigueur. Au niveau de chaque sondage, les prélèvements de sol sont réalisés de manière systématique, soit un échantillon par horizon lithologique homogène ou soit un échantillon prélevé tous les mètres.

Les prélèvements de sols sont conditionnés dans du flaconnage à usage unique adapté aux analyses prévues (compatibilité chimique), fermés de manière hermétique. Ils sont conservés dans des conditions adéquates de température (4°C) et de luminosité. Chaque flacon est identifié par un numéro d'affaire HUB Environnement, un code identifiant le site, le nom de l'échantillon et la date de prélèvement.

Le transfert des échantillons est effectué dans un délai maximum de 24h après leur prélèvement vers le laboratoire AGROLAB possédant une accréditation du COFRAC. Les dates d'envoi des échantillons sont précisées dans les fiches de prélèvements en **Annexe 3**. Les échantillons sont expédiés par transporteur express ou par la navette dédiée du laboratoire et sont réceptionnés par le laboratoire le lendemain de l'intervention.

Le mode de gestion des cuttings consiste à réemployer sur chaque sondage effectué les matériaux extraits dans leur ordre inverse de sortie, en privilégiant de remettre en place les sols dits « impactés ».

8.2.2. Investigations des gaz du sol

Nous rappelons qu'une analyse détaillée de l'air du sol permet de préciser les composés volatils pouvant engendrer un risque sanitaire pour les futurs usagers.

- Technique de « sub-slab » – air sous dalle

Les prélèvements d'air sous dalle permettent de caractériser les gaz du sol au droit d'un bâtiment. Le revêtement de surface (dalle) est percé au moyen d'un perforateur jusqu'à une profondeur de 10 à 20 cm minimum sous la dalle. Un flexible en PEHD est mis en place dans le trou ainsi créé (sans entrer en contact avec les sols afin de ne pas obturer la prise d'air de la pompe avec des particules de sols). L'espace annulaire est ensuite obturé avec de la bentonite sous forme de pâte. Le flexible est finalement relié au dispositif de prélèvement.

Si des voies de transfert préférentielles (fissures, passages de réseaux, etc.) sont identifiées près du prélèvement d'air sous dalle, celles-ci seront colmatées (avec de la bentonite) avant le début de l'échantillonnage.

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

➤ Préparation des ouvrages

Un test d'étanchéité est réalisé préalablement à la mesure afin de garantir que ce sont les gaz du sol qui sont prélevés. Les gaz du sol sont pompés à travers l'ouvrage et analysés à l'explosimètre pour la mesure de O₂ et CO₂, si les teneurs sont comparables à celles de l'air ambiant (O₂ ≈ 21% et CO₂ ≈ 400 ppmv pour l'air extérieur), une entrée d'air dans l'ouvrage est probable et l'étanchéité doit être refaite.

Une purge est également réalisée afin d'évacuer l'air stagnant dans la colonne de l'ouvrage réalisé, cette purge est réalisée jusqu'à stabilisation des COVs mesurés en continu au PID ou de l'O₂ et du CO₂ à l'explosimètre.

➤ Protocole de prélèvement (cf. fiche de prélèvement en **Annexe 4**)

Le prélèvement a été réalisé par pompage des gaz avec liaison du flexible inerte à la pompe et piégeage sur des supports absorbants sélectifs adaptés aux composés recherchés. Les conditions de prélèvement (débits des pompes et temps de prélèvement) sont définies préalablement avec le laboratoire d'analyse de façon à obtenir une sensibilité analytique de l'ordre du µg/m³.

Les paramètres utilisés pour le prélèvement d'air sont les suivants :

- Débit de pompage : 0,5 l/min
- Temps de prélèvement : 30 minutes par échantillon
- Supports de prélèvement : charbon actif

Le débit de pompage est vérifié au début et à la fin du prélèvement, avec l'ensemble du matériel installé (afin de prendre en compte l'ensemble des pertes de charge et des potentielles variations). Les mesures de débit réalisées sont reportées sur les fiches de terrain fournies en annexe. Ces opérations de contrôle des débits sur site ont été réalisées à l'aide d'un débitmètre systématiquement placé entre le support de prélèvement et la pompe afin d'éviter une éventuelle contamination croisée liée au débitmètre.

Les supports de prélèvement sélectionnés pour analyses sont conditionnés dans des flacons adaptés aux analyses prévues (compatibilité chimique) puis immédiatement stockés en glacière réfrigérées à 4°C pour être transportés au laboratoire d'analyses.

➤ Constitution des blancs de terrain

Le blanc de terrain/transport n'a pas été réalisé dans cette étude. Un bilan coût-avantage pour la réalisation d'un blanc a été considéré, au vu des contraintes premières du client à savoir le budget et au vu de la réalisation d'un unique prélèvement impliquant alors une proportion importante du blanc par rapport au nombre de prélèvement réalisé, il a été décidé de ne pas réaliser ce blanc.

En contrepartie, HUB-Environnement s'engage à la prise de mesures complémentaires comprenant le contrôle des COV dans l'air ambiant, l'air dans la glacière ainsi que l'air dans le véhicule de terrain à l'aide du PID.

8.3. Programme des investigations

Le programme des investigations du 22 avril 2025 est résumé dans le tableau suivant.

Tableau 6 : Programme des investigations d'avril 2025

Stratégie d'investigation	Outil de prélèvement	Méthode de sondage	Nombre d'ouvrages	Profondeur	Programme analytique
Identification et recherche d'éventuelles sources de pollution	Micro-sondage	Perforateur	12	0-0,8 m/tn	12 Mesures de COV
Identification des polluants mise en évidence lors de la campagne COV	Tarière mécanique	Sondage sol	7	0-1 m/tn	6 analyses des COHV, BTEX, HCT C ₁₀ -C ₄₀ , HAP, PCB et 8 métaux lourds
Identification des polluants dans les sols de l'activité d'horticulture					1 analyse pesticides organo-azotés et organo-phosphorés
Déterminer la présence de risque sanitaire	Pompe GilAir	Perforateur	1	0-0,8 m/tn	1 analyse sur TPH C ₅ -C ₁₆ , COHV, BTEX, naphthalène, dont un blanc

8.3.1. Investigations dans les sols

La campagne de sondages sol a été réalisée le 22 avril 2025. L'implantation des sondages est présentée sur la carte suivante.



Figure 17 : Localisation des sondages sols (HUB-Environnement, 2025)

Le tableau ci-dessous résume la justification des emplacements des sondages sols.

Tableau 7 : Justification de l'implantation des sondages du 22 avril 2025

Sondage	Coordonnées du point de sondage			Justification /Activités sensibles (identifiées dans le contexte historique)
	Latitude	Longitude	Altitude (mNGF)	
St1	48.0678911	-0.7991454	98	Caractérisation des sols – au droit de l'ancienne serre
St2	48.0682628	-0.7991420	98	
St3	48.0682908	-0.7996165	98	
St4	48.0680921	-0.7995937	98	
St5	48.0680780	-0.8000218	98	
St6	48.067897	-0.800224	98	Caractérisation des sols – au droit de l'ancien bâtiment
St7	48.0682599	-0.8003081	98	

Les caractéristiques des sondages et des échantillons de sols envoyés au laboratoire sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 8 : Caractéristiques des sondages

Sondage	Profondeur	Lithologie	Eau	Critères organoleptiques	PID	Echantillon
St1	0-0,05 m	Gravier + verre	/	/	/	/
	0,05-0,3 m	Argile grumeleux marron	Sec	RAS	0 ppmV	St1.1
	0,3-0,9 m	Argile marron				
	0,9-1 m	Argile plastique marron	Légèrement humide			
Sondage	Profondeur	Lithologie	Eau	Critères organoleptiques	PID	Echantillon
St2	0-0,05 m	Gravier + verre	/	/	/	/
	0,05-0,3 m	Argile grumeleux marron	Sec	RAS	0 ppmV	St2.1
	0,9-1 m	Argile marron				
Sondage	Profondeur	Lithologie	Eau	Critères organoleptiques	PID	Echantillon
St3	0-0,05 m	Gravier + verre	/	/	/	/
	0,05-1 m	Argile marron	Sec	RAS	0 ppmV	St3.1
Sondage	Profondeur	Lithologie	Eau	Critères organoleptiques	PID	Echantillon
St4	0-0,05 m	Gravier + verre	/	/	/	/
	0,05-1 m	Argile marron	Sec	RAS	0 ppmV	St4.1
Sondage	Profondeur	Lithologie	Eau	Critères organoleptiques	PID	Echantillon
St5	0-0,05 m	Gravier + verre	/	/	/	/
	0,05-0,3 m	Argile marron et grès	Sec	RAS	0 ppmV	St5.1
	0,3-1 m	Argile marron				
Sondage	Profondeur	Lithologie	Eau	Critères organoleptiques	PID	Echantillon
St6	0-0,1 m	Dalle	/	/	/	/
	0,1-1 m	Limono-argileux marron	Eau à 1 m	RAS	0 ppmV	St6.1
Sondage	Profondeur	Lithologie	Eau	Critères organoleptiques	PID	Echantillon
St7	0-0,1 m	Dalle	/	/	/	/
	0,1-1 m	Limono-argileux marron	Eau à 1 m	RAS	0 ppmV	St7.1

Légende :

COV > 1 ppmV	COV > 10 ppmV	COV > 50 ppmV
Echantillon envoyé en laboratoire		

8.3.2. Investigation des gaz du sol

La campagne de micro-sondage a été réalisée le 22 avril 2025. L'implantation est présentée sur les cartes suivantes.



Figure 18 : Localisation des micro-sondages (HUB-Environnement, 2025)

Au cours de la campagne de micro-sondages, un prélèvement des gaz du sol a été réalisé. Le prélèvement a été réalisé au droit du micro-sondage le plus impacté (Gd14). Ces caractéristiques sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 9 : Caractéristiques du prélèvement des gaz du sol

Echantillon	Support	Début de prélèvement	Fin de prélèvement	Débit de prélèvement	Volume prélevé
Gd1	Charbon actif	12h08	12h38	0,5 L/min	15,038 L

9. Interprétation des résultats d'analyses

9.1. Résultats dans les gaz du sol

9.1.1. Résultats des mesures directes des COV sur site

Les résultats de la campagne de mesures de COV sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 10 : Résultats d'analyses des COV sur site (ppmV)

Points	Gs1	Gs2	Gs3	Gs4	Gs5	Gs6	Gs7	Gs8
COV	0,1	0,3	0	0	0	0	0	0

Points	Gs9	Gs10	Gs11	Gs12	Gs13	Gs14	Gs15	Gs16
COV	0,3	0,6	0	0	0,8	1,1	0	0

Légende :

COV > 1 ppmV	COV > 10 ppmV	COV > 50 ppmV
--------------	---------------	---------------

- **Commentaires :** Les résultats de la campagne de micro-sondages pour mesure PID mettent en évidence :
- La présence de teneurs en COV supérieures à 1 ppmV au droit de Gs14 ;
 - Les autres micro-sondages présentent des teneurs en COV inférieures à 1 ppmV.

9.1.2. Résultats des autres gaz (O₂, CO, CH₄ et H₂S) sur site

Les résultats d'analyses des autres gaz (O₂, CO, CH₄ et H₂S) sont présentés dans le tableau suivant. Pour assurer l'interprétation des résultats et en l'absence de seuils réglementaires, nous prendrons comme valeurs de référence les seuils d'alerte de l'appareil de mesure.

Tableau 11 : Résultats d'analyses des gaz (COV, H₂S, CO, O₂)

Points	Seuils		Gs1	Gs2	Gs3	Gs4	Gs5	Gs6	Gs7	Gs8
	Seuil bas	Seuil haut								
CO	20 ppm	100 ppm	5	0	0	0	0	0	0	0
O ₂ *	]19,5-23,5%[		20,1	20,3	20,3	20,3	20,3	20,2	20,3	20,4
CH ₄	10 %	20 %	0	0	0	0	0	0	0	0
H ₂ S	5 ppm	10 ppm	0	0	0	0	0	0	0	0

Points	Seuils		Gs9	Gs10	Gs11	Gs12	Gs13	Gs14	Gs15	Gs16
	Seuil bas	Seuil haut								
CO	20 ppm	100 ppm	0	0	0	0	0	0	0	0
O ₂ *	]19,5-23,5%[		20,4	20,4	20,4	20,4	20,4	20,5	20,5	20,5
CH ₄	10 %	20 %	0	0	0	0	0	0	0	0
H ₂ S	5 ppm	10 ppm	0	0	0	0	0	0	0	0

* La valeur de base pour l'oxygène est de 20,9 % et les valeurs sont considérées « normales » entre 19,5 et 23,5 %. Les valeurs hors gamme seront donc considérées anormales.

Légende

CO – H ₂ S – CH ₄	O ₂
Pas de dépassement	Valeur « normale »
Dépassement du seuil bas	Valeur « anormale »
Dépassement du seuil haut	
	Valeur non mesurée

➤ Commentaires :

La campagne d'analyses de la campagne de mesure au multigaz à mis en évidence :

- Aucun dépassement des seuils sur l'ensemble des micro-sondages réalisés.

9.1.3. Carte de répartition des COV dans les gaz du sol

La carte de répartition des teneurs en COV mises en évidence lors des campagnes de mesures au PID est présentée sur la figure suivante.



Figure 19 : Cartographie des résultats COV (HUB-Environnement, 2025)

- ➔ La campagne de micro-sondages a mis en évidence une anomalie ponctuelle en COV avec une teneur supérieure à 1 ppmV à l'Est du site.
- ➔ Dans l'ensemble, le site ne présente pas d'anomalie en COV.

9.1.4. Résultats des composés volatils en laboratoire

Les résultats d'analyse des échantillons de gaz du sol envoyé au laboratoire AGROLAB sont disponibles ci-après. Les bordereaux d'analyses sont disponibles en **Annexe 5**. Les résultats d'analyses présentés dans le tableau et sur le bordereau sont en concentration absolue (quantité totale de composé présente dans le volume d'air pompé).

Tableau 12 : Résultats d'analyse laboratoire des gaz du sol (µg/m³)

Paramètres	Gd1-CM	Gd1-CC	Blanc-CM	Blanc-CC
COMPOSES AROMATIQUES VOLATILS				
Naphtalène	< LD	< LD	< LD	< LD
Benzène	< LD	< LD	< LD	< LD
Toluène	35,91	< LD	< LD	< LD
Ethylbenzène	< LD	< LD	< LD	< LD
m, p-Xylène	86,45	< LD	< LD	< LD
o-Xylène	30,59	< LD	< LD	< LD
Somme Xylènes	119,70	< LD	< LD	< LD
Somme des CAV	155,61	-/-	-/-	-/-
COMPOSES ORGANO HALOGENES VOLATILS				
1,1-Dichloroéthène	< LD	< LD	< LD	< LD
Chlorure de Vinyle	< LD	< LD	< LD	< LD
Somme cis/trans-1,2-DCE	-/-	-/-	-/-	-/-
Dichlorométhane	< LD	< LD	< LD	< LD
Trans-1,2-Dichloroéthylène	< LD	< LD	< LD	< LD
1,1-Dichloroéthane	< LD	< LD	< LD	< LD
cis-1,2-Dichloroéthylène	< LD	< LD	< LD	< LD
Trichlorométhane	< LD	< LD	< LD	< LD
1,2-Dichloroéthane	< LD	< LD	< LD	< LD
1,1,1-Trichloroéthane	< LD	< LD	< LD	< LD
Tétrachlorométhane	< LD	< LD	< LD	< LD
Trichloroéthylène (TCE)	< LD	< LD	< LD	< LD
1,1,2-Trichloroéthane	< LD	< LD	< LD	< LD
Tétrachloroéthylène (PCE)	< LD	< LD	< LD	< LD
Somme des COHV	-/-	-/-	-/-	-/-
HYDROCARBURES (VOLATILS)				
Somme HC aromatiques	35,91	-/-	-/-	-/-
HC aromatiques >C ₁₀ -C ₁₂	< LD	< LD	< LD	< LD
HC aromatiques >C ₁₂ -C ₁₆	< LD	< LD	< LD	< LD
HC aromatiques >C ₈ -C ₁₀	< LD	< LD	< LD	< LD
HC aromatiques >C ₆ -C ₇	< LD	< LD	< LD	< LD
HC aromatiques >C ₇ -C ₈	35,91	< LD	< LD	< LD
Somme HC aliphatiques	-/-	-/-	-/-	-/-
HC aliphatiques >C ₅ -C ₆	< LD	< LD	< LD	< LD
HC aliphatiques >C ₆ -C ₈	< LD	< LD	< LD	< LD
HC aliphatiques >C ₈ -C ₁₀	< LD	< LD	< LD	< LD
HC aliphatiques >C ₁₀ -C ₁₂	< LD	< LD	< LD	< LD
HC aliphatiques >C ₁₂ -C ₁₆	< LD	< LD	< LD	< LD

Légende :

< LD : Valeur inférieure à la limite de détection du laboratoire
-/- : Pas de valeur

➤ **Commentaires :** Les résultats d'analyse laboratoire des gaz du sol mettent en évidence

- La présence de composés aromatiques volatils au droit de Gd1 avec la présence de toluène (35,91 µg/m³) et de xylènes (119,70 µg/m³) ;
- La présence d'hydrocarbure aromatique (jusqu'à 35,91 µg/m³).

9.2. Résultats d'analyse des métaux lourds dans les sols

9.2.1. Résultats d'analyse laboratoire des métaux lourds sur brut

Les résultats d'analyses sur les métaux lourds obtenus sont présentés dans le tableau ci-dessous. Les bordereaux d'analyse sont disponibles en **Annexe 6**. Pour assurer l'interprétation des résultats, en l'absence de référence réglementaire, les teneurs en métaux lourds ont été comparées aux valeurs moyennes en « anomalies modérées » du fond géochimique issues du programme INRA-ASPITET de 1993 ; ce programme avait pour objectif de définir le bruit de fond géochimique national.

Tableau 13 : Résultats des analyses des métaux dans les sols (mg/kg MS)

Métaux lourds	Référence INRA	St1.1	St2.1	St3.1	St4.1	St5.1	St6.1	St7.1
		0-1 m/tn						
Arsenic (As)	30-60	51	30	26	54		15	18
Cadmium (Cd)	0,7-2	0,1	<LD	0,5	<LD		0,1	<LD
Chrome (Cr)	90-150	44	48	39	40		49	39
Cuivre (Cu)	20-62	17	18	15	18		19	18
Mercure (Hg)	0,15-2,3	0,06	0,06	0,11	0,06		0,14	<LD
Nickel (Ni)	60-130	58	42	42	49		56	37
Plomb (Pb)	60-90	29	28	18	32		26	19
Zinc (Zn)	100-250	100	83	200	99		97	66

Légende :

Sol ordinaire	
<LD	Teneur inférieure à la limite du laboratoire
	Echantillon non analysé
Anomalie modérée	
Anomalie forte	

➤ **Commentaires :**

Les résultats d'analyse laboratoire des métaux lourds sur brut ont mis en évidence :

- Des anomalies modérées en arsenic (jusqu'à 54 mg/kg) au droit de St1, St2 et St4 et en zinc (jusqu'à 200 mg/kg) au droit de St1 et St3 – couche 0-1 m/tn ;
- Le reste des échantillons présentent des teneurs en métaux lourds sous forme de trace.

9.2.2. Carte de répartition des métaux lourds sur brut dans les sols

La carte de répartition des anomalies en métaux lourds sur brut a été réalisée en prenant en compte les concentrations maximales mises en évidences entre 0 et 1 m de profondeur.

Les seuils pris comme référence sont les valeurs moyennes en « anomalies modérées » du fond géochimique issu du programme INRA ASPITET de 1993.

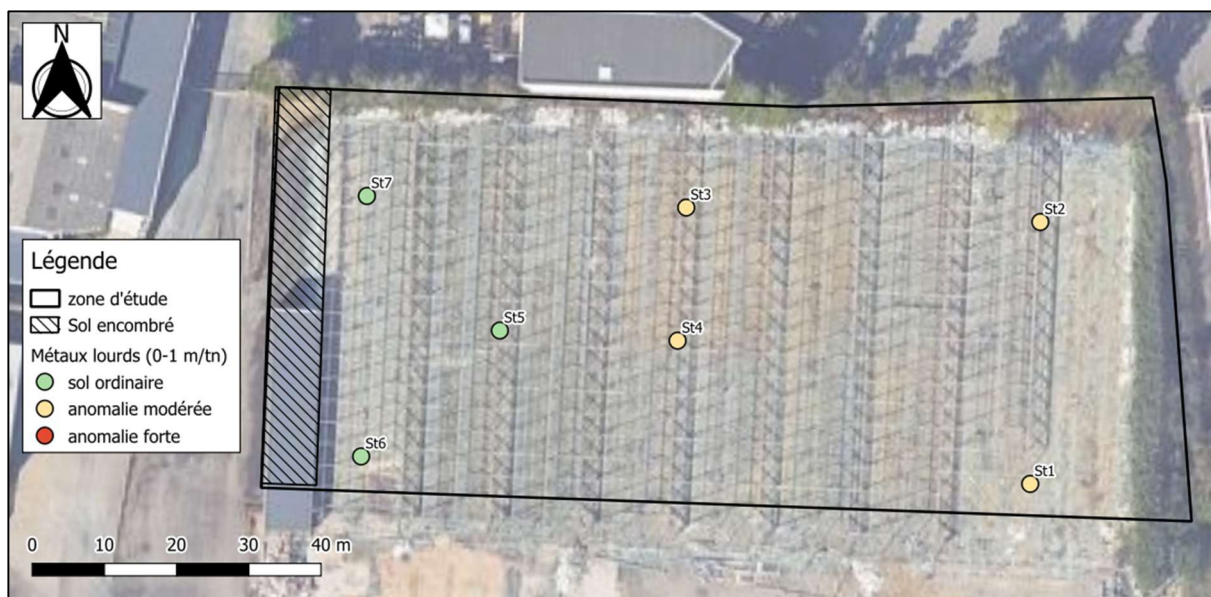


Figure 20 : Carte des anomalies en métaux lourds pour la couche 0-1 m t/n

➔ Des anomalies modérées (arsenic et zinc) sont mises en évidence sur une partie de l'ancienne serre. Ces anomalies sont potentiellement liées à l'ancienne activité d'horticulture.

9.3. Résultats d'analyse des composés organiques dans les sols

9.3.1. Résultats d'analyse des composés organiques sur brut

Les résultats des analyses de composés organiques dans les sols sont présentés dans le tableau ci-après. Les bordereaux d'analyse sont disponibles en **Annexe 6**.

Pour l'interprétation des valeurs nous avons pris comme valeurs de référence les seuils d'acceptation des terres en ISDI de l'annexe II de l'arrêté ministériel du 12 décembre 2014 relatif aux conditions d'admission des déchets inertes et les valeurs seuils de niveau 1 du guide de valorisation hors site des terres excavées du BRGM.

Tableau 14 : Résultats laboratoire des composés organiques sur brut dans les sols (mg/kg MS)

Composés Organiques	Seuil BRGM	Seuil ISDI	St1.1	St2.1	St3.1	St4.1	St5.1	St6.1	St7.1
			0-1 m/t/n						
HCT C ₁₀ -C ₄₀	50	500	< LD	< LD	< LD	< LD		< LD	< LD
HAP	10	50	< LD	< LD	< LD	< LD		< LD	< LD
Naphtalène	0,1	-	< LD	< LD	< LD	< LD		< LD	< LD
PCB	0,1	1	< LD	< LD	< LD	< LD		< LD	< LD
BTEX	-	6	< LD	< LD	< LD	< LD		< LD	< LD
COHV	-	2*	< LD	< LD	< LD	< LD		< LD	< LD

* Seuil généralement admis dans les arrêtés préfectoraux de certains centres

Légende

Valeur supérieure au seuil BRGM
Valeur supérieure au seuil ISDI
< LD : Valeur inférieure à la limite de détection du laboratoire
Echantillon non analysé

➤ Commentaires :

Les résultats d'analyse laboratoire des composés organiques sur brut mettent en évidence :

- Absence de composés organiques analysés sur l'ensemble des sondages.

➔ **Absence de détection de composés organiques analysés sur l'ensemble des sondages sol réalisés.**

9.3.2. Résultats d'analyse des pesticides sur brut

Les résultats des analyses sur brut des pesticides dans les sols sont présentés dans le tableau ci-après. Les bordereaux d'analyse sont disponibles en **Annexe 6**.

Les substances organo-azotées et organo-phosphorés seront comparées aux seuils de quantification du laboratoire ; ces composés n'étant pas ou très peu présents de manière naturelle dans les sols.

Tableau 15 : Résultats des analyses des pesticides azotés et phosphorés dans les sols (µg/kg MS)

Composés Organiques	St5
Pesticides organo-azotés	
Atrazine	<LD
Simazine	<LD
Propazine	<LD
Terbutryne	<LD
Prométryne	<LD
Desmétrine	<LD
Cyanazine	<LD
Terbutylazine	<LD
Pesticides organo-phosphorés	
Mévinphos	<LD
Diméthoate	<LD
Diazinon	<LD
Disulfoton	<LD
Malathion	<LD
Fenthion	<LD
Chlorpyrifos-éthyle	<LD
Parathion-méthyle	<LD
Parathion-éthyle	<LD
Bromophos-méthyle	<LD
Bromophos-éthyle	<LD
Ethion	<LD
Azinphos-méthyle	<LD
Azinphos-éthyle	<LD
Triazophos	<LD
Fenitrothion	<LD
Coumaphos	<LD
Pyrazophos	<LD
Trifluraline	<LD
Méthiathion	<LD

➤ **Commentaires :**

Les résultats d'analyse laboratoire des pesticides azotés et phosphorés sur brut ne mettent en évidence aucun dépassement des seuils de quantification laboratoire.

➔ **Absence de détection de pesticide azotés et phosphorés au droit du site.**

9.4. Schéma conceptuel

Un schéma conceptuel résumant les composés traceurs, les cibles exposées, les voies d'exposition et les voies de transfert au droit de la zone d'étude est présenté ci-après.

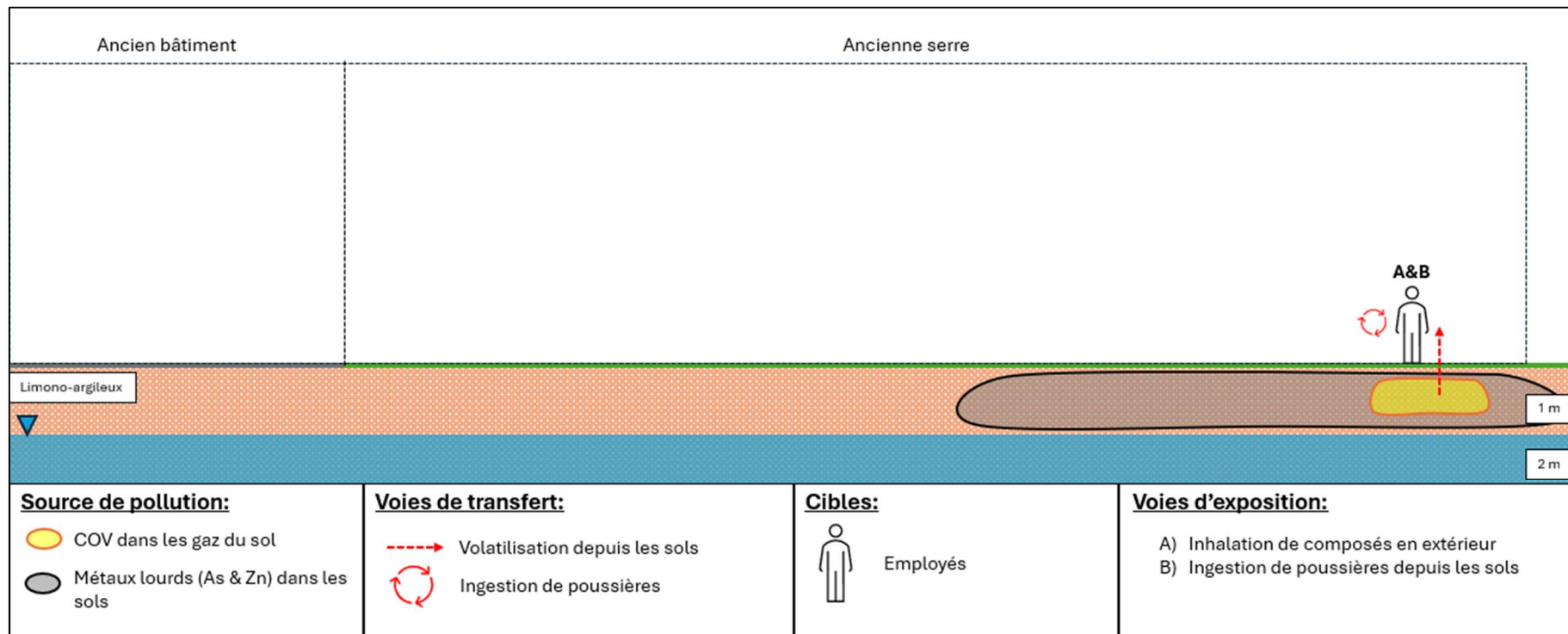


Figure 21 : Schéma conceptuel après investigations – en l'état

10. Description de l'étude de risque

10.1. Méthodologie de l'EQRS

Le risque est le résultat de l'existence concomitante de trois facteurs :

- **Une source** de pollution constituée d'une ou plusieurs substances toxiques ;
- **Un vecteur** de transport et de dispersion des polluants, c'est à dire un milieu par lequel transite le polluant (eau de surface, eau souterraine, sol, air) ;
- **Une cible**, le récepteur du polluant (ici l'homme, en tant qu'usager du site).

Les objectifs spécifiques de l'étude de risque sont :

- De quantifier les risques associés aux substances non cancérigènes (Indice de Risque ou IR), et ceux associés aux substances cancérigènes (Excès de Risque Individuel ou ERI).
- De recommander, si nécessaire, des mesures compensatoires (dépollution, restrictions d'usage, mesures constructives, surveillance, etc.) qui pourront, le cas échéant, être intégrées au plan de gestion.

L'étude est élaborée selon les standards environnementaux de l'US EPA (United States Environmental Protection Agency) en vigueur à ce jour, tout en respectant la méthodologie décrite dans les outils de gestion des sites (potentiellement) pollués, rédigée par le ministère de l'Environnement, V0 - février 2007.

Les niveaux de risque acceptables sont ceux usuellement retenus au niveau international par les organismes en charge de la protection de la santé. Ils sont indiqués dans le guide « La démarche d'Analyse des Risques Résiduels » (Ministère de l'environnement, 2007). La méthodologie qui sera adoptée est décrite en **Annexe 7**.

10.2. Evaluation de l'exposition

10.2.1. Caractérisation du lieu d'exposition

L'usage futur prévu est la mise en place d'une concession automobile.

10.2.2. Voies d'exposition retenues

Les voies d'exposition des cibles aux polluants sont de trois types : l'ingestion, l'inhalation et le contact cutané.

Elles sont détaillées dans le tableau suivant détaille chaque voie d'exposition potentielle et conclut sur l'intérêt de l'étudier dans la présente étude au vu du futur projet aménagement et des travaux prévus.

Les hypothèses suivantes sont à considérer :

- Recouvrement de l'ensemble des sols, limitant l'ingestion, le contact cutané ou l'inhalation de poussières ;
- Aucun usage des eaux souterraines n'est envisagé et réseau AEP totalement étanche supprimant tout risque d'ingestion ;
- Aucune implantation de potager ou de verger.

Tableau 16: Caractérisation des voies d'exposition potentielles

Milieu d'exposition		Voie d'exposition potentielle	Voie de transfert potentielle	Cible potentielle sur site	Sélection pour l'évaluation
Espaces intérieurs	Au droit des futurs bâtiments	Inhalation de substances volatiles sous forme gazeuse	Volatilisation dans l'air du sol depuis les sols et/ou la nappe phréatique et transfert vers l'air ambiant intérieur	Employés	OUI
		Ingestion d'eau contaminée / contact cutané	Transfert dans la canalisation enterrée d'alimentation en cas de parcours du réseau au travers d'une zone de sols souillés	Non concerné	NON
Espaces extérieurs	<u>Non revêtus</u> (Espaces verts à usage d'ornementation)	Ingestion directe de sol / poussières	Contact direct au niveau des zones découvertes ou mal isolées	Non concerné	NON
		Absorption cutanée de sol / poussières.	Contact direct au niveau des zones découvertes ou mal isolées	Non concerné	NON
		Ingestion d'aliments d'origine végétale ou animale produits sur le site	Du sol vers des aliments d'origine végétale ou animale produits sur le site	Non concerné	NON
		Inhalation de substances volatiles sous forme gazeuse	Volatilisation dans l'air du sol depuis les sols et/ou la nappe phréatique et transfert dans l'air ambiant	Non concerné	NON
	<u>Revêtus</u> (zone de stationnement aériens, Voie de circulation, ...)	Inhalation de substances volatiles sous forme gazeuse	Volatilisation dans l'air du sol depuis les sols et/ou la nappe phréatique et transfert dans l'air ambiant	Employés	OUI
Eaux souterraines au droit du site		Inhalation des COV, ingestion d'eau contaminée / contact cutané / ingestion d'aliments contaminés par eau d'arrosage	Volatilisation de COV par migration dans la zone non saturée	Non concerné	NON

→ Aux vues de la localisation des impacts, les voies d'exposition les plus probables sont l'inhalation de composés volatils en intérieur et extérieur (volatilisation des substances depuis les sols).

10.2.3. Cibles retenues

Compte tenu du scénario choisi, nous étudierons les cibles suivantes :

➤ **Employés (inhalation intérieure et extérieure)**

Ces cibles sont les plus sensibles en termes d'exposition et donc de risques sanitaires.

Les paramètres généraux caractérisant l'exposition des différentes cibles ou récepteurs sont synthétisés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 17: Paramètres d'exposition retenus pour l'étude

Paramètres	Unités	Employés	Justification
Durée d'exposition	ans	42	Employés : Durée légale du travail en France
Fréquence d'exposition en intérieur	-	0,183	Jugement d'expert et durée légale du travail en France (employé à 35h intérieur sur son temps de travail)
Période sur laquelle est moyennée l'exposition pour les effets à seuil (Tm)	ans	42	US EPA (1997) & INERIS (2015) Durée légale du travail en France
Période sur laquelle est moyennée l'exposition pour les effets sans seuil (Tm)	ans	70	

Les périodes sur lesquelles l'exposition est moyennée (Tm) sont prises égales à :

- 70 ans (correspondant à la durée de vie considérée par l'ensemble des organismes nationaux et internationaux pour l'établissement de valeurs toxicologiques et l'évaluation des risques) pour les effets cancérogènes quelle que soit la cible considérée ;
- 42 ans (durée d'exposition pour les employés) pour les effets toxiques non cancérogènes.

10.2.4. Sélection des substances

Les substances retenues pour la modélisation des risques sanitaires sont les substances les plus volatiles détectés dans les gaz du sol. La concentration maximale sera retenue afin de modéliser le scénario majorant.

Les substances retenues pour le calcul des risques sanitaires sont résumées ci-dessous.

Tableau 18 : Sélection des substances

Milieux	Substances	Concentrations	Ouvrage concerné
Gaz du sol ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Toluène	35,91	Gd1 (HUB-Environnement, avril 2025)
	Xylènes	119,70	
	HC aromatiques >C ₇ -C ₈	33,91	

N.B : les hydrocarbures aromatiques C7-C8 correspondent au toluène. Par conséquent seulement la concentration du toluène sera utilisé pour la modélisation.

10.2.5. Scénario d'exposition

Un schéma résumant le scénario d'exposition proposé est présenté ci-après.

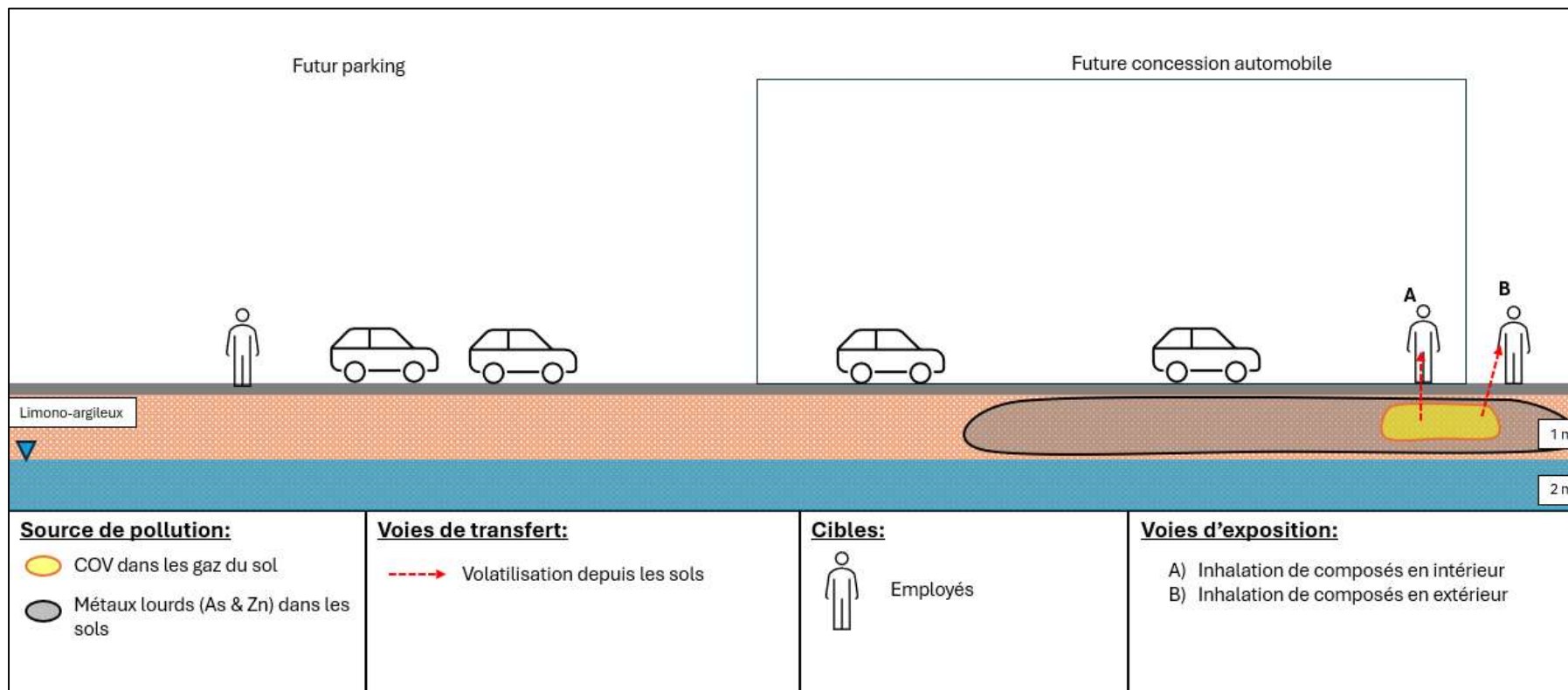


Figure 22 : Schéma conceptuel d'exposition – aménagement d'une concession automobile

10.3. Evaluation de la relation dose-réponse

10.3.1. Synthèse des données toxicologiques

Les effets indésirables que les substances sont capables de provoquer chez l'homme (identification du potentiel dangereux des substances) sont reportés dans le tableau suivant :

Tableau 19: Données toxicologiques

Substances		Effets non cancérogènes	Effets cancérogènes			
			Classification			Types de cancer
Dénomination	N°CAS		US EPA	CIRC	UE	
Composés aromatiques volatils (CAV)						
Toluène	108-88-3	Appareil respiratoire, système cardiovasculaire, système hématopoïétique/sang, système nerveux central, tractus gastro-intestinal, système immunitaire, effets foetotoxiques, foie	-	3	-	NC
Xylènes	1330-20-7	Irritation du nez, de la gorge, de la peau et des yeux, perte de mémoire, déséquilibre, tachycardie	D	3	-	NC

NC : Substance non classifiable quant à la cancérogénicité pour l'homme.

10.3.2. Valeurs toxicologique retenues (VTR)

Cette étape permet d'estimer l'apparition d'un effet indésirable en fonction de la dose d'exposition. L'évaluation des risques sanitaires est établie grâce à une grandeur numérique appelée « valeur toxicologique de référence » (VTR).

On distingue les VTR à seuil de dose (pour les substances dont la sévérité augmente avec la dose absorbée) et les VTR sans seuil de dose (pour les substances pour lesquelles l'effet peut apparaître quelle que soit la dose reçue). Ces VTR sont également spécifiques à la voie d'exposition (voie respiratoire, orale ou cutanée).

Les VTR sont établies expérimentalement par des organismes de santé de notoriété internationale ou nationale. Les valeurs proposées peuvent donc diverger en fonction de l'organisme qui les établit ou encore en fonction des conditions expérimentales.

La note d'information n°DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 aide à la sélection des VTR proposées en recommandant de respecter la hiérarchisation suivante :

- En premier lieu, sélectionner les VTR construites par l'ANSES si elles existent ;
- En second lieu, si une expertise nationale a été menée, retenir les VTR issues de la sélection approfondie réalisée dans le cadre de l'expertise (sous réserve que l'expertise soit postérieure à la date de parution de la VTR la plus récente) ;
- Sinon, sélectionner la VTR la plus récente parmi les trois bases de données suivantes : l'US-EPA, l'ASTDR, ou l'OMS, sauf s'il est fait mention par l'organisme de référence que la VTR n'est pas basée sur l'effet survenant à la plus faible dose et jugé pertinent pour la population visée ;
- Enfin, si aucune VTR n'est retrouvée dans les quatre bases de données précédentes, choisir la plus récente proposée par Santé Canada, RIVM, l'OEHHA ou l'EFSA.

L'ensemble des Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) retenues dans le cadre de la présente étude est présenté dans le tableau ci-dessous.

Tableau 20: VTR – scénario inhalation intérieure et extérieure

Substances		Effets non Cancérigènes (mg/m³)	Sources	Effets Cancérigènes (mg/m³) ⁻¹	Sources
Dénomination	N°CAS	INHALATION		INHALATION	
Composés aromatiques volatils (CAV)					
Toluène	108-88-3	1,90.10 ⁺¹	ANSES, 2017		
Xylènes	1330-20-7	2,10.10 ⁻¹	ANSES, 2018		

10.4. Choix des modèles

L'EQRS est réalisée à l'aide du logiciel MODUL'ERS conçu par l'INERIS. Ce logiciel, qui permet d'estimer les niveaux d'exposition des cibles étudiées et les niveaux de risque sanitaire associés, est basé sur l'ensemble des équations pour la modélisation des expositions liées à la contamination d'un sol ou aux émissions d'une installation industrielle fourni par l'INERIS et le guide de l'utilisateur Modul'ERS. Le logiciel Modul'ERS utilisé est présenté en **Annexe 8**.

Concernant l'évaluation des transferts de substances volatiles issues du sol, deux modèles mathématiques sont généralement utilisés :

- **JOHNSON & ETTINGER** permet de modéliser des transferts dans des bâtiments de plain-pied ou avec parkings souterrains. Les équations de JOHNSON & ETTINGER sont utilisées dans le modèle RISC HUMAN.
- **VOLASOIL** permet de modéliser des transferts dans des bâtiments, avec généralement un vide sanitaire. Toutefois, une partie des équations du modèle peut être utilisée pour modéliser des transferts depuis le rez-de-chaussée d'un bâtiment vers le 1er étage (transfert équivalent à celui du vide sanitaire vers le rez-de-chaussée).

Au regard du projet, **le modèle JOHNSON & ETTINGER a été retenu pour la modélisation.**

11. Résultats de l'EQRS

11.1. Principe de calcul

Le principe de calcul repose sur les formules suivantes :

11.1.1. Estimation du risque pour les effets avec seuils (non cancérigènes)

On définit un indice de risque (IR) par la formule suivante :

$$QD = CI/VTR$$

Avec :

QD : Quotient de Danger

CI : Concentration moyenne Inhalée théorique

VTR : Valeur Toxicologique de référence

La survenue d'un effet toxique est considérée comme fonction de la somme des indices de risques liés aux différentes voies d'administration du polluant et aux différentes substances à seuil d'effet :

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

11.1.2. Estimation du risque pour les effets sans seuil

L'excès de risque individuel sera déterminé par la formule suivante :

$$ERI = CI * VTR$$

Avec :

ERI : Excès de Risque Individuel

CI : Concentration moyenne Inhalée théorique

VTR : Valeur Toxicologique de Référence

Dans le cas de présence de plusieurs substances sans seuil, la détermination d'un ERI total sera calculée en faisant :

- La somme des risques liés à chacune des substances cancérigènes ;
- La somme des risques liés aux différentes durées d'exposition (chronique, subchronique et aiguë).

Le niveau de risque toxicologique pour les substances sans seuil est considéré comme acceptable lorsque les valeurs d'excès de risque individuel (ERI) sont inférieures à 10^{-5} (circulaire du 10 décembre 1999).

Des incertitudes sont présentes tout au long du processus de calcul du risque et peuvent parfois être significatives. Elles seront évaluées dans notre étude.

11.2. Résultats des calculs

Les données des calculs sont disponibles en **Annexe 9**. Le calcul de risques donne les résultats suivants :

Tableau 21: Résultats des calculs de risques inhalation (intérieure et extérieure)

Substances		Quotient de Danger (QD)	Excès de Risque Individuels (ERI)
		Employés	
BTEX	Toluène	$1,31.10^{-7}$	-
	Xylènes	$7,57.10^{-5}$	-
TOTAL		$7,58.10^{-5}$	-

Légende :

QD < 1 et/ou ERI < 10^{-5}
QD > 1 et/ou ERI > 10^{-5}

➤ Commentaires :

Les risques sanitaires par inhalation de composés organiques volatils en intérieur et extérieur sont acceptables pour les futurs employés présents au droit de la zone d'étude.

L'EQRS fait l'objet d'incertitudes dues aux outils de modélisation et au choix arbitraire de certains paramètres. Conformément à la méthodologie ces incertitudes ont été évaluées et sont présentées en **Annexe 10**.

12. Conclusion et préconisations

12.1. Conclusion

➤ Synthèse de l'étude documentaire, mémorielle et environnementale :

L'étude historique et documentaire a mis en évidence :

Sur site :

- A l'issue de la visite de site, aucune installation potentiellement impactantes n'a été mise en évidence.
- La zone d'étude est occupée par des parcelles agricoles jusque dans les années 1990. A partir de 1996, le site est occupé par des serres. A partir de 2023, les serres sont en cours de réaménagement.
- Le site n'est pas recensé dans les bases de données CASIAS, BASOL ou en tant que SIS et n'est plus classé ICPE.

Hors site :

- Hors site, des parcelles agricoles entouraient la zone d'étude jusque dans les années 1950. A partir des années 1960, de nombreux bâtiments industriels ont été construits au Nord et des serres ont été aménagés à l'Ouest. La ZAC s'est développée dans les années 1970. Une extension du bâtiment de la zone d'étude a été construite à partir des années 2000.
- Huit sites CASIAS sont présents à proximité du site (< 250 m) pour des activités de station-service, de garage, de fabrication d'appareil de communication.

La synthèse de l'étude historique et documentaire et de l'analyse de la vulnérabilité est présentée dans le tableau ci-dessous.

Tableau 22 : Evaluation du niveau de risque

Exposition au risque d'impact du site	Sensibilité face à un impact éventuel	Risque
Historique	Activité agricole puis d'horticulture jusqu'en 2023. Plusieurs activités potentiellement impactantes autour du site (sites CASIAS).	Modéré
Milieu	Sols peu perméables. Eaux souterraines mises en évidence à 1 m de profondeur.	Fort
Cibles	Usage futur non sensible (usage industriel). Le site est entouré de maisons individuelles avec jardin.	Modéré

➤ Synthèse de la qualité environnementale :

Les investigations réalisées par HUB-Environnement ont mis en évidence :

Dans les sols sur brut :

- Des anomalies modérées en arsenic (54 mg/kg) et zinc (200 mg/kg) sur la partie Est du site (anciennement les serres) dans la couche 0-1 m/tn ;
- Absence de détection de composés organiques analysés dans les sols ;
- Absence de détection de pesticides organo-azoté et organo-phosphoré analysés dans les sols.

Dans les gaz du sol :

- La présence de composés aromatiques volatils (toluène et xylènes) et hydrocarbures aromatiques (C₇-C₈) à l'Est du site – au droit du futur bâtiment de concession automobile.
- Une teneur ponctuelle en COV > 1 ppmV à l'Est du site.

La carte de synthèse des sources concentrées est présentée ci-dessous.



Figure 23 : Cartographie de synthèse des résultats

➤ Risques sanitaires :

Les risques sanitaires sont acceptables pour les employés dans le cadre d'une exposition par inhalation (intérieur + extérieur). Ces risques sanitaires sont acceptables pour l'usage futur de concession automobile.

➔ ***D'après l'EQRS le site est compatible pour l'usage futur (concession automobile).***

➤ Zone source concentrée :

Les impacts mis en évidence sur le site ne sont pas considérés comme une zone source concentrée. Ces impacts sont potentiellement liés à l'ancienne activité d'horticulture.

➔ ***Les investigations ne mettent pas en évidence de zone source.***

➔ ***Les impacts mise en évidence peuvent être associées à la mauvaise qualité des remblais ou à l'activité d'horticulture, avec l'apport de terres dont la provenance est inconnue.***

12.2. Préconisations

Au vu des impacts mis en évidence sur le site, les préconisations suivantes sont à retenir :

- **Gestion des risques sanitaires dans le cadre du changement d'usage :**

Les risques sanitaires sont acceptables pour un usage de concession automobile dans le cadre d'une inhalation en intérieur et en extérieur. **Aucune mesure de gestion particulière n'est donc nécessaire pour assurer la compatibilité du site dans le cadre d'une continuité d'activité industrielle.**

Pour rappel, la modélisation des risques sanitaires a émis l'hypothèse d'un recouvrement de la totalité des sols présentant des anomalies par un revêtement (dalle ou enrobé actuels) supprimant toute ingestion, contact cutané ou inhalation de poussières.

En cas de modification de l'usage vers un usage plus sensible, une nouvelle évaluation quantitative des risques sanitaires (EQRS) devra être effectuée.

- **Gestion des impacts mis en évidence :**

Dans le cadre de l'usage futur, les sols présentant des anomalies peuvent être laissés en place et ne nécessitent pas de mesure de gestion particulière, tant qu'ils restent recouverts par un écran (dalle actuelle, enrobé, apport de terres saines, ...).

- **Gestion des déblais générés à l'occasion des travaux d'aménagement futurs :**

Dans le cas de futurs travaux d'aménagements, des analyses sur lixiviat devront être réalisées afin d'orienter les matériaux excavés vers les bonnes filières d'évacuation de déblais – conformément à l'Arrêté ministériel du 12/12/2014. Nous préconisons pour cela de réaliser un plan de maillage précis du site (en fonction des aménagements et terrassements nécessaires) afin de classer les mailles par filière d'évacuation.

- **Conservation de la mémoire :**

Il est préconisé de conserver la mémoire des impacts mis en évidence sur site. Cette mémoire peut ici être assurée en conservant de façon pérenne toutes les informations concernant l'historique du site ainsi que la qualité des terres laissées en place. Le présent rapport devra être transmis à l'occasion de tout acte de changement de propriétaire, être intégré au document technique du bien immobilier (DDT) et être porté à la connaissance de tout responsable de travaux de terrassement ou travaux souterrains (sondages...).

Avertissement

- ✓ *Le présent rapport et ses annexes constituent un ensemble indissociable. La mauvaise utilisation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle sans l'accord écrit de HUB-Environnement ne saurait engager la responsabilité de celui-ci.*
- ✓ *Les conclusions du présent rapport sont limitées à l'analyse des seules informations qui ont pu être recueillies auprès de l'Administration ou du Client et de la reconnaissance ponctuelle des sols selon la démarche officielle à partir de l'identification de zones sources potentielles. Il faut avoir conscience que la précision de nos investigations est fonction de l'importance des moyens mis en œuvre et notamment du nombre de sondages et d'analyses réalisés. L'obtention de données précises passe par des investigations très approfondies et successives.*
- ✓ *La responsabilité de HUB-Environnement ne pourra être engagée si les informations qui lui ont été communiquées sont incomplètes ou erronées.*
- ✓ *HUB-Environnement ne saurait être rendu responsable des modifications apportées à son étude que dans la mesure où il aurait donné, par écrit, son accord sur lesdites modifications.*
- ✓ *HUB-Environnement ne peut être tenu responsable des décisions prises en application de ses préconisations ou des conséquences engendrées par le non-respect et ou l'interprétation erronée de ses recommandations.*

ANNEXES

Annexe 1 : Questionnaire de visite de site.....	59
Annexe 2 : Photographies de visite de site.....	67
Annexe 3 : Fiches de prélèvement de sol.....	69
Annexe 4 : Fiche de prélèvement des gaz du sol	76
Annexe 5 : Bordereaux d'analyses laboratoire des gaz du sol	77
Annexe 6 : Bordereaux d'analyses laboratoire des sols	80
Annexe 7 : Méthodologie EQRS	89
Annexe 8 : Présentation du logiciel Modul'ERS	95
Annexe 9 : Données des calculs	97
Annexe 10 : Evaluation des incertitudes	124

Annexe 1 : Questionnaire de visite de site

Formulaire d'information Visite d'un site

3 rue des entrepôts, 69004 LYON – Tél : 09.52.81.14.74
contact@hub-environnement.com – www.hub-environnement.com

Auteur : JB

Organisme : HUB-Environnement

Date(s) de(s) visites : 22/04/2025

Commune : Laval

Département : Mayenne

Désignation usuelle du site : SAUVE GUITTET

LOCALISATION ET IDENTIFICATION

Adresse : 353 rue de Bretagne, Laval (53)

Coordonnées du site (Lambert 93) :

X : 417095.75 m - Y : 6780995.67 m

Topographie générale du site : plat

Altitude moyenne du site (mNGF) : 98

TYPOLOGIE DU SITE / UTILISATION ACTUELLE

Surface estimée : 6960 m²

- ☐ Décharge
- ☒ Friche industrielle : ancienne horticulture
- ☐ Site réoccupé
- ☐ Agriculture
- ☐ Habitations, loisirs, écoles
- ☐ Commerces
- ☐ Autres (*préciser*)

Conditions d'accès au site :

- ☐ Site clôturé et surveillé
- ☐ Site non clôturé ou clôture en mauvais état, mais surveillé
- ☒ Site clôturé mais non surveillé
- ☐ Site non clôturé ou clôture en mauvais état et non surveillé

Population présente sur le site ou à proximité :

- ☒ Aucune présence
- ☐ Présence occasionnelle
- ☐ Présence régulière

Nombre de personnes :

Typologie des populations présentes sur le site ou à proximité :

- ☐ Travailleurs
- ☐ Adultes
- ☐ Personnes sensibles (enfants...)

ACTIVITE(S) INDUSTRIELLES PRATIQUEES SUR SITE

- 1) ... - Période d'activité : horticulture jusqu'en 2021
- 2) ... - Période d'activité :
- 3) ... - Période d'activité :
- 4) ... - Période d'activité :

ENVIRONNEMENT DU SITE

- ☐ Agricole / Forestier
- ☐ Proximité d'une zone à protéger (Natura 2000, ZNIEFF, ZICO...)
- ☒ Industriel
- ☒ Commercial
- ☐ Etablissements sensibles (crèches, établissements scolaires, parcs publics...)
- ☐ Habitat :
 - ☐ Collectif
 - ☐ Résidentiel avec ou sans jardin potager
 - ☐ Dispersé
- ☐ Présence de sous-sol
- ☐ Présence de vide sanitaire

Remarques :

DESCRIPTION SUR PLACE

1. Schéma d'implantation sur site

2. Bâtiments existants

Nombre : /

Dénomination	Type	Etat	Dimension	Utilisation	Accès

3. Superstructure(s) / Ouvrage(s) existant(s)

Nombre : /

Dénomination	Type	Etat	Dimension	Utilisation	Accès

4. Stockage(s) existant(s)

Nombre : /

Nom/ localisation				
Type				
Conditionnement				
Confinement				
Volume – m ³				
Etat				
Substances / Produits identifiés				
Risques particuliers				

5. Dépôt(s) / Décharge(s) existant(s)

Nombre : 1

Dénomination	Restes de l'activité	Matériaux bâtiment		
Type de déchets *	Mélange	DIB		
Conditionnement	En bouteille	Non		
Confinement / Etanchéité	Non	Non		
Volume – m³	1	Sur l'ensemble du site		
Accès	Aucun	Aucun		
Déchets identifiés	Pesticides, mouillants substratum	Morceaux verre, ferraille		
Risques particuliers	Fuites des bouteilles	Ferraille sur terrain nu		
Stabilité du dépôt **	E	N		
Facteurs aggravants ***	Non	Blessure		

*Typologie : DIS / DIB / Mélange

** N : non – P : potentiel – E : évident avec trois niveaux possibles : F(aible), M(oyen), E(levé)

*** Exemple : topographie, rivière en pied de talus

6. Autres caractéristiques du site

Elément caractéristique	Risque(s) potentiel(s) associé(s)
Remblais d'origine diverse sur site	/
Excavation, sapes de guerre	/
Orifices (puits)	/
Galeries enterrées	/
Glissement de terrain	/
Autres / préciser	/

MILIEU(X) SUCEPTIBLE(S) D'ETRE POLLUE(S)

1. Air

- ✓ Existence de produits volatils / pulvérulents : ☐ Oui ☒ Non
- ✓ Existence de source(s) d'émission gazeuses ou de poussières, sur le site ou à proximité : ☐ Oui ☒ Non

Préciser lesquelles :

2. Eaux superficielles

Distance du site ou de la source au cours d'eau le plus proche : 1.5 km

Estimation du débit du cours d'eau : /

Utilisation sensible du cours d'eau le plus proche : ☐ Oui ☐ Non ☒ Ne sait pas

Existence de rejets en provenance du site : ☐ Oui ☒ Non

Existence de rejets extérieurs : ☐ Oui ☒ Non

Présence de signes de ruissellement superficielle : ☐ Oui ☒ Non

Présence de mares : ☐ Oui ☒ Non

Situation de zone d'inondation potentielle : ☐ Oui ☒ Non

3. Eaux souterraines

Existence d'une nappe d'eau souterraine sous le site : ☒ Oui ☐ Non ☐ Ne sait pas

Nature de l'aquifère : *socle*

Estimation de la profondeur de la nappe : 1 m

Utilisation sensible des eaux souterraines : ☐ Oui ☒ Non

Nature de l'usage des eaux souterraines :

Distance du captage le plus proche : 4.4 km

Existence potentielle de circulations préférentielles vers la nappe (failles, fractures, puits anciens, réseaux souterrains, lithologie perméable...) : ☒ Oui ☐ Non

Existence d'un recouvrement constitué de formations géologiques à faible perméabilité : ☒ Oui ☐ Non

4. Sols

Projet de requalification du projet à court terme : ☐ Oui ☒ Non

Indice de pollution du sol du site : ☐ Oui ☒ Non

Indice de pollution du sol à l'extérieur du site (retombées atmosphériques) : ☐ Oui ☒ Non

5. Pollutions / Accidents déjà constatés

Date	Type	Equipement concerné	Origine principale	Manifestations principales

Pollution de l'atmosphère : ☐ Oui ☒ Non - Caractéristique :

Pollution des eaux de surface : ☐ Oui ☒ Non - Caractéristique :

Pollution des eaux souterraines : ☐ Oui ☒ Non - Caractéristique :

Pollution des eaux des sols : ☐ Oui ☒ Non - Caractéristique :

Pollution des lagunes : ☐ Oui ☒ Non - Caractéristique :

Mesures prises à la suite de l'évènement :

- ☐ Evaluation des impacts prévisibles
- ☐ Mesure de confinement ou d'évacuation des populations
- ☐ Mesure de protection des eaux de surfaces (barrages flottants, usages absorbants, de floculants ou de dispersants)
- ☐ Mesure de protection des eaux souterraines
- ☐ Limitation des usages de l'eau
- ☐ Mesure de restriction de l'usage des sols

6. Connaissances de plaintes concernant l'usage du milieu

☐ Oui ☒ Non

Si oui, milieux concernés :

- 1)
- 2)
- 3)

DOCUMENTS CONCERNANT LE SITE

- 1)
- 2)
- 3)
- 4)
- 5)
- 6)
- 7)
- 8)
- 9)
- 10)

PERSONNE(S) RENCONTREE(S) OU À RENCONTRER

Nom	Organisme	Téléphone	Rencontrée le (date)

SCHEMA CONCEPTUEL DU SITE

Sources identifiées	
Source n°	Nature
Milieu d'exposition et voie de transfert possible	
Eau souterraines	
Nature de la zone non saturée	
Epaisseur de la zone non saturée	
Epaisseur de la nappe	
Relation avec une eau de surface	
Usage	
Eau de surface	
Drainage du site vers une eau de surface	
Ruissellement depuis une source vers une eau de surface	
Débit (cours d'eau) ou importance (lacs)	
Usages	
Sols	
Personnes fréquentant le site ou ses alentours	
Accessibilité des personnes à la contamination	
Usage des sols	
Air	
Présence de substances volatiles, explosibles, inflammable ou de poussière, présence d'odeur	
Risque d'entraînement de substances volatiles, explosibles ou inflammables par la nappe	
Présence d'habitation sur le site ou sa périphérie	

PRECONISATIONS POUR UN CONTROLE DE LA QUALITE DES MILIEUX

MESURES IMMÉDIATES DE MISE EN SECURITE A PRENDRE

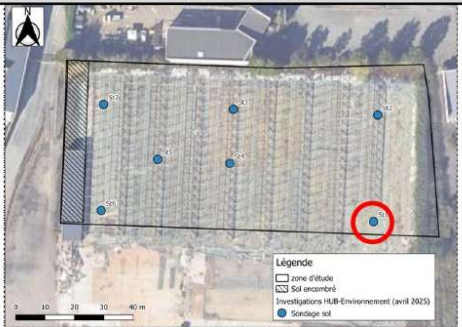
Action		Degré d'urgence
Enlèvement de fûts, bidons		
Excavations de terres		
Stabilisation de produits ou de sources (bassins, dépôts...)		
Mise en œuvre d'un confinement		
Restriction d'accès au site (clôtures)		
Evacuation du site		
Création de réseaux de surveillance des eaux souterraines		
Contrôle d'une source d'alimentation en eau potable		
Démolition de superstructures (bâtiments, réseaux aériens...)		
Comblement de vides		
En cas de nécessité prévenir les autorités municipales et préfectorales		

Annexe 2 : Photographies de visite de site

Description	Photographies du site
	
Photo n°1	
Photo n°2	

Photo n°3			
Photo n°4			

Annexe 3 : Fiches de prélèvement de sol

		Fiche de suivi de sondage et prélèvement de sol		Désignation du point	
				St1	
N° du projet: INFOS DIAG Laval		Coordonnées:			
Client: LECOQ Immobilier		Latitude : 48.0678911 m			
Site et commune: 353 rue de bretagne, Laval (53)		Longitude : -0.7991454 m			
Responsable projet: NG		z sol: 98 mNGF			
Opérateur: JB					
Date et heure : 22/04	11h00	Météo:	Soleil	T°:	12°C
Outil de sondage : Tarière mécanique		Prestataire: KAD Environnement			
Diamètre sondage: 60 mm		Profondeur atteinte : 1 m			
Rebouchage et refection : X Cuttings Béton		Enrobé Autre:			
Gestion des cuttings : X Remis en place Evacués		Stockés sur site Big-bag Carothèque			
Remarques :					
Profondeur	Description lithologique	Eau	Organoleptiques	PID	Echantillons
0-0,05 m	Gravier + verre	/	/	/	/
0,05-0,3 m	Argile grumuleuse marron	Sec	RAS	0 ppmV	St1.1
0,3-0,9 m	Argile marron				
0,9-1 m	Argile plastique marron	Légèrement humide			
Indices Eau : sec / + légèrement humide / ++ humide / +++ noyé					
Plan de localisation			Lithologie		
					
Gestion des échantillons					
Type de flaconnage (fourni par le labo)		Laboratoire:	AGROLAB		
		Expédié le :	22/04/2025		
		Conditionnement :	Glacières réfrigérées		

		Fiche de suivi de sondage et prélèvement de sol		Désignation du point	
				St2	
N° du projet: INFOS DIAG Laval Client: LECOQ Immobilier Site et commune: 353 rue de bretagne, Laval (53) Responsable projet: NG Opérateur: JB		Coordonnées: Latitude : 48.0682628 m Longitude : -0.7991420 m z sol: 98 mNGF			
Date et heure : 22/04/2025 11h06		Météo: Soleil		T°: 12°C	
Outil de sondage : Tarière mécanique Diamètre sondage: 60 mm Rebouchage et refection : X Cuttings Béton Gestion des cuttings : X Remis en place Evacués		Prestataire: KAD Environnement Profondeur atteinte 1 m Autre: Enrobé Big-bag Carothèque			
Remarques :					
Profondeur	Description lithologique	Eau	Organoleptiques	PID	Echantillons
0-0,05 m	Gravier + verre	/	/	/	/
0,05-0,3 m	Argile grumuleuse marron	Sec	RAS	0 ppmV	St2.1
0,3-1 m	Argile marron				
Indices Eau : sec / + légèrement humide / ++ humide / +++ noyé					
Plan de localisation			Lithologie		
					
Gestion des échantillons					
Type de flaconnage (fourni par le labo)		Laboratoire:	AGROLAB		
		Expédié le :	22/04/2025		
		Conditionnement :	Glacières réfrigérées		

		Fiche de suivi de sondage et prélèvement de sol		Désignation du point	
				St3	
N° du projet: INFOS DIAG Laval		Coordonnées:			
Client: LECOQ Immobilier		Latitude : 48.0682908 m			
Site et commune: 353 rue de bretagne, Laval (53)		Longitude : -0.7996165 m			
Responsable projet: NG		z sol: 98 mNGF			
Opérateur: JB					
Date et heure : 22/04/2025 11h11		Météo: Soleil		T°: 12°C	
Outil de sondage : Tarière mécanique		Prestataire: KAD Environnement			
Diamètre sondage: 60 mm		Profondeur atteinte 1 m			
Rebouchage et refecton : Cutting Béton Enrobé Autre:					
Gestion des cuttings : X Remis en place Evacués Stockés sur site Big-bag Carothèque					
Remarques :					
Profondeur	Description lithologique	Eau	Organoleptiques	PID	Echantillons
0-0,05 m	Gravier + verre	/	/	/	/
0,05-1 m	Argile marron	Sec	RAS	0 ppmV	St3.1
Indices Eau : sec / + légèrement humide / ++ humide / +++ noyé					
Plan de localisation			Lithologie		
					
Gestion des échantillons					
Type de flaconnage (fourni par le labo)		Laboratoire:	AGROLAB		
		Expédié le :	22/04/2025		
		Conditionnement :	Glacières réfrigérées		

				Désignation du point St4	
Fiche de suivi de sondage et prélèvement de sol					
N° du projet: INFOS DIAG Laval Client: LECOQ Immobilier Site et commune: 353 rue de bretagne, Laval (53) Responsable projet: NG Opérateur: JB		Coordonnées: Latitude : 48.0680921 m Longitude : -0.7995937 m z sol: 98 mNGF			
Date et heure : 22/04/2025 11h16		Météo: Soleil		T°: 12°C	
Outil de sondage : Tarière mécanique		Prestataire: KAD Environnement			
Diamètre sondage: 60 mm		Profondeur atteinte: 1 m			
Rebouchage et refection : X Cuttings Béton Enrobé Autre:					
Gestion des cuttings : X Remis en place Evacués Stockés sur site Big-bag Carothèque					
Remarques :					
Profondeur	Description lithologique	Eau	Organoleptiques	PID	Echantillons
0-0,05 m	Gravier + verre	/	/	/	/
0,05-1 m	Argile marron	Sec	RAS	0 ppmV	St4.1
Indices Eau : sec / + légèrement humide / ++ humide / +++ noyé					
Plan de localisation			Lithologie		
					
Gestion des échantillons					
Type de flaconnage (fourni par le labo)		Laboratoire:	AGROLAB		
		Expédié le :	22/04/2025		
		Conditionnement :	Glacières réfrigérées		

		Fiche de suivi de sondage et prélèvement de sol		Désignation du point	
				St5	
N° du projet: INFOS DIAG Laval Client: LECOQ Immobilier Site et commune: 353 rue de bretagne, Laval (53) Responsable projet: NG Opérateur: JB		Coordonnées: Latitude : 48.0680780 m Longitude : -0.8000218 m z sol: 98 mNGF			
Date et heure : 22/04/2025 11h25		Météo: Soleil		T°: 12°C	
Outil de sondage : Tarière mécanique		Prestataire: KAD Environnement			
Diamètre sondage: 60 mm		Profondeur atteinte: 1 m			
Rebouchage et refection : X Cuttings Béton		Enrobé Autre:			
Gestion des cuttings : X Remis en place Evacués		Stockés sur site Big-bag Carothèque			
Remarques :					
Profondeur	Description lithologique	Eau	Organoleptiques	PID	Echantillons
0-0,05 m	Gravier + verre	/	/	/	/
0,05-0,3 m	Argile marron et grès	Sec	RAS	0 ppmV	St5.1
0,3-1 m	Argile marron	Sec	RAS		
Indices Eau : sec / + légèrement humide / ++ humide / +++ noyé					
Plan de localisation			Lithologie		
					
Gestion des échantillons					
Type de flaconnage (fourni par le labo)		Laboratoire:	AGROLAB		
		Expédié le :	22/04/2025		
		Conditionnement :	Glacières réfrigérées		

 Fiche de suivi de sondage et prélèvement de sol				Désignation du point St6	
N° du projet: INFOS DIAG Laval Client: LECOQ Immobilier Site et commune: 353 rue de bretagne, Laval (53) Responsable projet: NG Opérateur: JB			Coordonnées: Latitude : 48.067897 m Longitude : -0.800224 m z sol: 98 mNGF		
Date et heure : 22/04/2025 11h30		Météo: Soleil		T°: 12°C	
Outil de sondage : Tarière mécanique		Prestataire: KAD Environnement			
Diamètre sondage: 60 mm		Profondeur atteinte: 1 m			
Rebouchage et refection : X Cuttings Béton		Enrobé Autre:			
Gestion des cuttings : X Remis en place Evacués		Stockés sur site Big-bag Carothèque			
Remarques :					
Profondeur	Description lithologique	Eau	Organoleptiques	PID	Echantillons
0-0,1 m	Dalle	/	/	/	/
0,1-1 m	Limono-argileux marron	Eau à 1 m	RAS	0 ppmV	St6.1
Indices Eau : sec / + légèrement humide / ++ humide / +++ noyé					
Plan de localisation			Lithologie		
					
Gestion des échantillons					
Type de flaconnage (fourni par le labo)		Laboratoire:	AGROLAB		
		Expédié le :	22/04/2025		
		Conditionnement :	Glacières réfrigérées		

Hub environnement		Fiche de suivi de sondage et prélèvement de sol		Désignation du point	
				St7	
N° du projet: INFOS DIAG Laval		Coordonnées:			
Client: LECOQ Immobilier		Latitude : 48.0682599 m			
Site et commune: 353 rue de bretagne, Laval (53)		Longitude : -0.8003081 m			
Responsable projet: NG		z sol: 98 mNGF			
Opérateur: JB					
Date et heure : 22/04/2025 11h40		Météo: Soleil		T°: 12°C	
Outil de sondage : Tarière mécanique		Prestataire: KAD Environnement			
Diamètre sondage: 60 mm		Profondeur atteinte : 1 m			
Rebouchage et refecton : X Cuttings Béton		Enrobé Autre:			
Gestion des cuttings : X Remis en place Evacués		Stockés sur site Big-bag Carothèque			
Remarques :					
Profondeur	Description lithologique	Eau	Organoleptiques	PID	Echantillons
0-0,1 m	Dalle	/	/	/	/
0,1-1 m	Limono-argileux marron	Eau à 1 m	RAS	0 ppmV	St7.1
Indices Eau : sec / + légèrement humide / ++ humide / +++ noyé					
Plan de localisation			Lithologie		
Gestion des échantillons					
Type de flaconnage (fourni par le labo)		Laboratoire:	AGROLAB		
		Expédié le :	22/04/2025		
		Conditionnement :	Glacières réfrigérées		

Annexe 4 : Fiche de prélèvement des gaz du sol



Fiche prélèvement gaz du sol							
Référence dossier : EQRS Laval Identification du préleveur : JB Date : 22/04/2025				Nom du prélèvement : Gd1 Localisation / Adresse : 353 rue de Bretagne, Laval (53) Longitude : -0.799057 Latitude : 48.068059 z : 98			
Description de l'ouvrage							
Ouvrage temporaire ou permanent : Temporaire Type d'ouvrage : sub-slab							
Conditions météorologiques							
Ensoleillé, pluvieux... : soleil T°C ext : 13.7°C T°C int : / Pression (Pa) : 1020 Pa				Taux d'humidité dans l'air (%) : 67% Vitesse et sens du vent : 4 km/h S			
Description du prélèvement							
Type d'échantillonnage : Actif avec pompe ☒ Actif naturel ☐ Passif ☐ Nombre de support : 1 Nature des supports : CA ☒ XAD-2 ☐ Hopkalite ☐ Fluorisile ☐ Autre : ☐ Description de l'installation (type de canne gaz, filtre à poussière et/ou humidité, type de débitmètre, type de pompe) : Pompe Gilaire, débitmètre GoCal, tuyau pehd, vapor pin Profondeur de l'ouvrage (m) : -0.8 m/tn Type d'étanchéité : Description des sols : Argile							
Purge de l'ouvrage							
Détail de la purge : purge réalisée jusqu'à stabilisation des mesures en COV, CH4 et CO							
Mesures semi-quantitatives des gaz du sol avant prélèvement							
Paramètres	PID	O2	H2S	CH4	CO		
Unité	ppmV	%	ppmV	%	ppmV		
Valeur	0						
Contrôle de débit							
Heure début	Heure de fin	Durée de prélèvement	Débit (l/min) T0 (début)	Débit (l/min) T1 (interméd.)	Débit (l/min) T2 (fin)	Débit moyen retenu (l/min)	Volume total prélevé (l)
12h08	12h38	30 min	0.499	0.500	0.501	0.5	15.038
Conditionnement et transport							
Laboratoire de destination : AGROLAB				Transporteur : Navette AGROLAB			
Type de conditionnement : Glacière				Date et heure de remise au transporteur : 23/04/2025			
Substances recherchées							
TPH C5-C16, BTEXN, COHV							

Annexe 5 : Bordereaux d'analyses laboratoire des gaz du sol

AL-West B.V.

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



HUB ENVIRONNEMENT (75)
35 Rue Belliard
75018 PARIS
FRANCE

N° de client: 35009491

RAPPORT D'ANALYSE 1548950 Laval - gaz sol 22.04.2025

Date: 28.04.2025

Commande	1548950 Air
Client	35009491 HUB ENVIRONNEMENT (75)
Date de validation	24.04.2025

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.

Nous signalons que le certificat d'analyses ne pourra être reproduit que dans sa totalité. Les annexes éventuelles font partie du rapport.

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.

Ce rapport d'analyse avec le numéro de commande 1548950 et la version du rapport d'analyse 1 contient l'analyse ou les analyses 826714-826717.

Respectueusement,

AL-West B.V. (AGROLAB GROUP), M. Brice Theillère, Tél : 33380681937

DOC-13-2862779-FR-PI

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

page 1 de 3



AL-West B.V.

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



RAPPORT D'ANALYSE 1548950 Laval - gaz sol 22.04.2025

Date: 28.04.2025

Information sur l'échantillon

Numéro d'échantillon	Nom d'échantillon	Date de prélèvement
826714	Gd1.CM	22.04.2025
826715	Gd1.CC	22.04.2025
826716	Blanc.CM	22.04.2025
826717	Blanc.CC	22.04.2025

Composés aromatiques

Paramètres	Unité	826714 Gd1.CM	826715 Gd1.CC	826716 Blanc.CM	826717 Blanc.CC
Naphtalène (tube)	µg/tube	<0,40 ^{(2),(3)}	<0,20 ^{(2),(3)}	<0,40 ^{(2),(3)}	<0,20 ^{(2),(3)}
Benzène (tube)	µg/tube	<0,20 ^{(2),(3)}	<0,10 ^{(2),(3)}	<0,20 ^{(2),(3)}	<0,10 ^{(2),(3)}
Toluène (tube)	µg/tube	0,54	<0,20 ^{(2),(3)}	<0,40 ^{(2),(3)}	<0,20 ^{(2),(3)}
Ethylbenzène (tube)	µg/tube	<0,40 ^{(2),(3)}	<0,20 ^{(2),(3)}	<0,40 ^{(2),(3)}	<0,20 ^{(2),(3)}
m,p-Xylène (tube)	µg/tube	1,3	<0,20 ^{(2),(3)}	<0,40 ^{(2),(3)}	<0,20 ^{(2),(3)}
o-Xylène (tube)	µg/tube	0,46	<0,20 ^{(2),(3)}	<0,40 ^{(2),(3)}	<0,20 ^{(2),(3)}
Somme Xylènes (tube)	µg/tube	1,8	n.d.⁽²⁾	n.d.⁽²⁾	n.d.⁽²⁾

COHV

Paramètres	Unité	826714 Gd1.CM	826715 Gd1.CC	826716 Blanc.CM	826717 Blanc.CC
1,1-Dichloroéthène (tube)	µg/tube	<0,40 ^{(2),(3)}	<0,20 ^{(2),(3)}	<0,40 ^{(2),(3)}	<0,20 ^{(2),(3)}
Chlorure de Vinyle (tube)	µg/tube	<0,40 ^{(2),(3)}	<0,20 ^{(2),(3)}	<0,40 ^{(2),(3)}	<0,20 ^{(2),(3)}
Somme cis/trans-1,2-Dichloroéthylènes (tube)*	µg/tube	n.d.⁽²⁾	n.d.⁽²⁾	n.d.⁽²⁾	n.d.⁽²⁾
Dichlorométhane (tube)	µg/tube	<1,0 ^{(2),(3)}	<0,50 ^{(2),(3)}	<1,0 ^{(2),(3)}	<0,50 ^{(2),(3)}
Trans-1,2-Dichloroéthylène (tube)*	µg/tube	<0,80 ^{(2),(3)}	<0,40 ^{(2),(3)}	<0,80 ^{(2),(3)}	<0,40 ^{(2),(3)}
1,1-Dichloroéthane (tube)	µg/tube	<0,80 ^{(2),(3)}	<0,40 ^{(2),(3)}	<0,80 ^{(2),(3)}	<0,40 ^{(2),(3)}
cis-1,2-Dichloroéthylène (tube)	µg/tube	<0,80 ^{(2),(3)}	<0,40 ^{(2),(3)}	<0,80 ^{(2),(3)}	<0,40 ^{(2),(3)}
Trichlorométhane (tube)	µg/tube	<0,80 ^{(2),(3)}	<0,40 ^{(2),(3)}	<0,80 ^{(2),(3)}	<0,40 ^{(2),(3)}
1,2-Dichloroéthane (tube)	µg/tube	<0,80 ^{(2),(3)}	<0,40 ^{(2),(3)}	<0,80 ^{(2),(3)}	<0,40 ^{(2),(3)}
1,1,1-Trichloroéthane (tube)	µg/tube	<0,80 ^{(2),(3)}	<0,40 ^{(2),(3)}	<0,80 ^{(2),(3)}	<0,40 ^{(2),(3)}
Tétrachlorométhane (tube)	µg/tube	<0,80 ^{(2),(3)}	<0,40 ^{(2),(3)}	<0,80 ^{(2),(3)}	<0,40 ^{(2),(3)}
Trichloroéthylène (tube)	µg/tube	<0,20 ^{(2),(3)}	<0,10 ^{(2),(3)}	<0,20 ^{(2),(3)}	<0,10 ^{(2),(3)}
1,1,2-Trichloroéthane (tube)	µg/tube	<0,80 ^{(2),(3)}	<0,40 ^{(2),(3)}	<0,80 ^{(2),(3)}	<0,40 ^{(2),(3)}
Tétrachloroéthylène (tube)	µg/tube	<0,80 ^{(2),(3)}	<0,40 ^{(2),(3)}	<0,80 ^{(2),(3)}	<0,40 ^{(2),(3)}

TPH

Paramètres	Unité	826714 Gd1.CM	826715 Gd1.CC	826716 Blanc.CM	826717 Blanc.CC
Somme Hydrocarbures aliphatiques (tube)*	µg/tube	n.d.⁽²⁾	n.d.⁽²⁾	n.d.⁽²⁾	n.d.⁽²⁾
Somme Hydrocarbures aromatiques (tube)*	µg/tube	0,5⁽¹⁾	n.d.⁽²⁾	n.d.⁽²⁾	n.d.⁽²⁾
Hydrocarbures aliphatiques >C5-C6 (tube)	µg/tube	<8,0 ^{(2),(3)}	<4,0 ^{(2),(3)}	<8,0 ^{(2),(3)}	<4,0 ^{(2),(3)}
Hydrocarbures aliphatiques >C6-C8 (tube)	µg/tube	<8,0 ^{(2),(3)}	<4,0 ^{(2),(3)}	<8,0 ^{(2),(3)}	<4,0 ^{(2),(3)}
Hydrocarbures aliphatiques >C8-C10 (tube)	µg/tube	<8,0 ^{(2),(3)}	<4,0 ^{(2),(3)}	<8,0 ^{(2),(3)}	<4,0 ^{(2),(3)}

Les paramètres réalisés par AL-West BV sont accrédités selon la norme EN ISO/IEC 17025:2017. Seuls les paramètres non accrédités et/ou externalisés sont marqués du symbole *).

DOC-13-23662773-FR-P2

Kamer van Koophandel
Nr. 08110898
VAT/BTW-ID-Nr.:
NL 811132559 B01

Directeur
ppa. Marc van Gelder
Dr. Paul Wimmer

page 2 de 3



AL-West B.V.

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



RAPPORT D'ANALYSE 1548950 Laval - gaz sol 22.04.2025

Date: 28.04.2025

Information sur l'échantillon

Numéro d'échantillon	Nom d'échantillon	Date de prélèvement
826714	Gd1.CM	22.04.2025
826715	Gd1.CC	22.04.2025
826716	Blanc.CM	22.04.2025
826717	Blanc.CC	22.04.2025

Paramètres	Unité	826714 Gd1.CM	826715 Gd1.CC	826716 Blanc.CM	826717 Blanc.CC
Hydrocarbures aliphatiques >C10-C12 (tube) ^{*)}	µg/tube	<8,0 ^{(2),(3)}	<4,0 ^{(2),(3)}	<8,0 ^{(2),(3)}	<4,0 ^{(2),(3)}
Hydrocarbures aliphatiques >C12-C16 (tube) ^{*)}	µg/tube	<8,0 ^{(2),(3)}	<4,0 ^{(2),(3)}	<8,0 ^{(2),(3)}	<4,0 ^{(2),(3)}
Hydrocarbures aromatiques >C6-C7 (tube)	µg/tube	<0,20 ^{(2),(3)}	<0,10 ^{(2),(3)}	<0,20 ^{(2),(3)}	<0,10 ^{(2),(3)}
Hydrocarbures aromatiques >C7-C8 (tube)	µg/tube	0,54	<0,20 ^{(2),(3)}	<0,40 ^{(2),(3)}	<0,20 ^{(2),(3)}
Hydrocarbures aromatiques >C8-C10 (tube)	µg/tube	<8,0 ^{(2),(3)}	<4,0 ^{(2),(3)}	<8,0 ^{(2),(3)}	<4,0 ^{(2),(3)}
Hydrocarbures aromatiques >C10-C12 (tube) ^{*)}	µg/tube	<8,0 ^{(2),(3)}	<4,0 ^{(2),(3)}	<8,0 ^{(2),(3)}	<4,0 ^{(2),(3)}
Hydrocarbures aromatiques >C12-C16 (tube) ^{*)}	µg/tube	<8,0 ^{(2),(3)}	<4,0 ^{(2),(3)}	<8,0 ^{(2),(3)}	<4,0 ^{(2),(3)}

¹⁾ Les résultats ne tiennent pas compte des teneurs en dessous des seuils de quantification.

²⁾ Explication : "<" ou "n.d." indiquent que la concentration de l'analyte est inférieure à la limite de quantification (LQ).

³⁾ La limite de quantification a été relevée à cause d'une augmentation de la quantité d'échantillon utilisée pour l'extraction et l'analyse.

Début de l'analyse : 24.04.2025

Fin de l'analyse : 26.04.2025

Les résultats portent exclusivement sur les échantillons analysés. Si le laboratoire n'est pas responsable de l'échantillonnage, les résultats correspondent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Le laboratoire n'est pas responsable des informations fournies par le client. Les informations du client, le cas échéant, présentées dans le présent rapport d'analyse ne sont pas soumises à l'accréditation du laboratoire et peuvent affecter la validité des résultats d'essai. La reproduction d'extraits de ce rapport sans notre autorisation écrite n'est pas autorisée. En cas de déclaration de conformité, l'approche discrète est utilisée comme règle de décision. Cela signifie que l'incertitude de mesure n'est pas prise en compte pour l'établissement de la déclaration de conformité à une spécification ou à une norme.

AL-West B.V. (AGROLAB GROUP), M. Brice Theillère, Tél : 33380681937

Liste des méthodes

Méthode interne

Naphtalène (tube) • Benzène (tube) • Toluène (tube) • Ethylbenzène (tube) • m,p-Xylène (tube) • o-Xylène (tube) • Somme Xylènes (tube) • 1,1-Dichloroéthène (tube) • Chlorure de Vinyle (tube) • Dichlorométhane (tube) • 1,1-Dichloroéthane (tube) • cis-1,2-Dichloroéthylène (tube) • Trichlorométhane (tube) • 1,2-Dichloroéthane (tube) • 1,1,1-Trichloroéthane (tube) • Tétrachlorométhane (tube) • Trichloroéthylène (tube) • 1,1,2-Trichloroéthane (tube) • Tétrachloroéthylène (tube) • Hydrocarbures aliphatiques >C5-C8 (tube) • Hydrocarbures aliphatiques >C6-C8 (tube) • Hydrocarbures aliphatiques >C8-C10 (tube) • Hydrocarbures aromatiques >C6-C7 (tube) • Hydrocarbures aromatiques >C7-C8 (tube) • Hydrocarbures aromatiques >C8-C10 (tube)

Méthode interne^{*)}

Somme cis/trans-1,2-Dichloroéthylènes (tube)^{*)} • Trans-1,2-Dichloroéthylène (tube)^{*)} • Somme Hydrocarbures aliphatiques (tube)^{*)} • Somme Hydrocarbures aromatiques (tube)^{*)} • Hydrocarbures aliphatiques >C10-C12 (tube)^{*)} • Hydrocarbures aliphatiques >C12-C16 (tube)^{*)} • Hydrocarbures aromatiques >C10-C12 (tube)^{*)} • Hydrocarbures aromatiques >C12-C16 (tube)^{*)}

Les paramètres réalisés par AL-West BV sont accrédités selon la norme EN ISO/IEC 17025:2017. Seuls les paramètres non accrédités et/ou externalisés sont marqués du symbole ^{*)}.

Kamer van Koophandel
Nr. 08110898
VAT/BTW-ID-Nr.:
NL 811132559 B01

Directeur
ppa. Marc van Gelder
Dr. Paul Wimmer

page 3 de 3



Annexe 6 : Bordereaux d'analyses laboratoire des sols

AL-West B.V.

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



HUB ENVIRONNEMENT (75)
35 Rue Belliard
75018 PARIS
FRANCE

N° de client: 35009491

RAPPORT D'ANALYSE 1548943 Laval - sol 22.04.2025

Date: 01.05.2025

Commande	1548943 Solide / Eluat
Client	35009491 HUB ENVIRONNEMENT (75)
Date de validation	24.04.2025

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.

Nous signalons que le certificat d'analyses ne pourra être reproduit que dans sa totalité. Les annexes éventuelles font partie du rapport.

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.

Ce rapport d'analyse avec le numéro de commande 1548943 et la version du rapport d'analyse 1 contient l'analyse ou les analyses 826653-826659.

Respectueusement,

AL-West B.V. (AGROLAB GROUP), M. Brice Theillère, Tél : 33380681937

DOC-13-25892788-FR-FI

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

page 1 de 9



AL-West B.V.

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



RAPPORT D'ANALYSE 1548943 Laval - sol 22.04.2025

Date: 01.05.2025

Information sur l'échantillon

Numéro d'échantillon	Date de prélèvement	Nom d'échantillon
826653	22.04.2025	St1.1
826654	22.04.2025	St2.1
826655	22.04.2025	St3.1
826656	22.04.2025	St4.1

Prétraitement des échantillons

Paramètres	Unité	826653 St1.1	826654 St2.1	826655 St3.1	826656 St4.1
Matière sèche	%	79,8 ⁽¹⁾	84,9 ⁽¹⁾	86,4 ⁽¹⁾	84,6 ⁽¹⁾
Prétraitement de l'échantillon		++ ^(1),2)	++ ^(1),2)	++ ^(1),2)	++ ^(1),2)

Prétraitement pour analyses des métaux

Paramètres	Unité	826653 St1.1	826654 St2.1	826655 St3.1	826656 St4.1
Minéralisation à l'eau régale		++ ^(1),2)	++ ^(1),2)	++ ^(1),2)	++ ^(1),2)

Métaux

Paramètres	Unité	826653 St1.1	826654 St2.1	826655 St3.1	826656 St4.1
Arsenic (As)	mg/kg MS	51	30	26	54
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	0,1	<0,1 ⁽⁴⁾	0,5	<0,1 ⁽⁴⁾
Chrome (Cr)	mg/kg MS	44	48	39	40
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	17	18	15	18
Mercuré (Hg)	mg/kg MS	0,06	0,06	0,11	0,06
Nickel (Ni)	mg/kg MS	58	42	42	49
Plomb (Pb)	mg/kg MS	29	28	18	32
Zinc (Zn)	mg/kg MS	100	83	200	99

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (ISO)

Paramètres	Unité	826653 St1.1	826654 St2.1	826655 St3.1	826656 St4.1
Naphtalène	mg/kg MS	<0,050 ⁽⁴⁾	<0,050 ⁽⁴⁾	<0,050 ⁽⁴⁾	<0,050 ⁽⁴⁾
Acénaphthylène	mg/kg MS	<0,050 ⁽⁴⁾	<0,050 ⁽⁴⁾	<0,050 ⁽⁴⁾	<0,050 ⁽⁴⁾
Acénaphthène	mg/kg MS	<0,050 ⁽⁴⁾	<0,050 ⁽⁴⁾	<0,050 ⁽⁴⁾	<0,050 ⁽⁴⁾
Fluorène	mg/kg MS	<0,050 ⁽⁴⁾	<0,050 ⁽⁴⁾	<0,050 ⁽⁴⁾	<0,050 ⁽⁴⁾
Phénanthrène	mg/kg MS	<0,050 ⁽⁴⁾	<0,050 ⁽⁴⁾	<0,050 ⁽⁴⁾	<0,050 ⁽⁴⁾
Anthracène	mg/kg MS	<0,050 ⁽⁴⁾	<0,050 ⁽⁴⁾	<0,050 ⁽⁴⁾	<0,050 ⁽⁴⁾
Fluoranthène	mg/kg MS	<0,050 ⁽⁴⁾	<0,050 ⁽⁴⁾	<0,050 ⁽⁴⁾	<0,050 ⁽⁴⁾
Pyrène	mg/kg MS	<0,050 ⁽⁴⁾	<0,050 ⁽⁴⁾	<0,050 ⁽⁴⁾	<0,050 ⁽⁴⁾
Benzo(a)anthracène	mg/kg MS	<0,050 ⁽⁴⁾	<0,050 ⁽⁴⁾	<0,050 ⁽⁴⁾	<0,050 ⁽⁴⁾
Chrysène	mg/kg MS	<0,050 ⁽⁴⁾	<0,050 ⁽⁴⁾	<0,050 ⁽⁴⁾	<0,050 ⁽⁴⁾
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg MS	<0,050 ⁽⁴⁾	<0,050 ⁽⁴⁾	<0,050 ⁽⁴⁾	<0,050 ⁽⁴⁾
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS	<0,050 ⁽⁴⁾	<0,050 ⁽⁴⁾	<0,050 ⁽⁴⁾	<0,050 ⁽⁴⁾
Benzo(a)pyrène	mg/kg MS	<0,050 ⁽⁴⁾	<0,050 ⁽⁴⁾	<0,050 ⁽⁴⁾	<0,050 ⁽⁴⁾
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg MS	<0,050 ⁽⁴⁾	<0,050 ⁽⁴⁾	<0,050 ⁽⁴⁾	<0,050 ⁽⁴⁾
Benzo(g,h,i)perylène	mg/kg MS	<0,050 ⁽⁴⁾	<0,050 ⁽⁴⁾	<0,050 ⁽⁴⁾	<0,050 ⁽⁴⁾
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	mg/kg MS	<0,050 ⁽⁴⁾	<0,050 ⁽⁴⁾	<0,050 ⁽⁴⁾	<0,050 ⁽⁴⁾

Les paramètres réalisés par AL-West BV sont accrédités selon la norme EN ISO/IEC 17025:2017. Seuls les paramètres non accrédités et/ou externalisés sont marqués du symbole *).

DOC-13-23692768-FR-P2

Kamer van Koophandel
Nr. 08110898
VAT/BTW-ID-Nr.:
NL 811132559 B01

Directeur
ppa. Marc van Gelder
Dr. Paul Wimmer

page 2 de 9



AL-West B.V.

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



RAPPORT D'ANALYSE 1548943 Laval - sol 22.04.2025

Date: 01.05.2025

Information sur l'échantillon

Numéro d'échantillon	Date de prélèvement	Nom d'échantillon
826653	22.04.2025	St1.1
826654	22.04.2025	St2.1
826655	22.04.2025	St3.1
826656	22.04.2025	St4.1

Paramètres	Unité	826653 St1.1	826654 St2.1	826655 St3.1	826656 St4.1
HAP (6 Borneff) - somme	mg/kg MS	n.d. ⁽⁴⁾	n.d. ⁽⁴⁾	n.d. ⁽⁴⁾	n.d. ⁽⁴⁾
Somme HAP (VROM)	mg/kg MS	n.d. ⁽⁴⁾	n.d. ⁽⁴⁾	n.d. ⁽⁴⁾	n.d. ⁽⁴⁾
HAP (EPA) - somme	mg/kg MS	n.d. ⁽⁴⁾	n.d. ⁽⁴⁾	n.d. ⁽⁴⁾	n.d. ⁽⁴⁾

Composés aromatiques

Paramètres	Unité	826653 St1.1	826654 St2.1	826655 St3.1	826656 St4.1
Benzène	mg/kg MS	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾
Toluène	mg/kg MS	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾
Ethylbenzène	mg/kg MS	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾
m,p-Xylène	mg/kg MS	<0,10 ⁽⁴⁾	<0,10 ⁽⁴⁾	<0,10 ⁽⁴⁾	<0,10 ⁽⁴⁾
o-Xylène	mg/kg MS	<0,050 ⁽⁴⁾	<0,050 ⁽⁴⁾	<0,050 ⁽⁴⁾	<0,050 ⁽⁴⁾
Naphtalène	mg/kg MS	<0,10 ⁽⁴⁾	<0,10 ⁽⁴⁾	<0,10 ⁽⁴⁾	<0,10 ⁽⁴⁾
Somme Xylènes	mg/kg MS	n.d. ⁽⁴⁾	n.d. ⁽⁴⁾	n.d. ⁽⁴⁾	n.d. ⁽⁴⁾

COHV

Paramètres	Unité	826653 St1.1	826654 St2.1	826655 St3.1	826656 St4.1
Chlorure de Vinyle	mg/kg MS	<0,02 ⁽⁴⁾	<0,02 ⁽⁴⁾	<0,02 ⁽⁴⁾	<0,02 ⁽⁴⁾
Dichlorométhane	mg/kg MS	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾
Trichlorométhane	mg/kg MS	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾
Tétrachlorométhane	mg/kg MS	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾
Trichloroéthylène	mg/kg MS	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾
Tétrachloroéthylène	mg/kg MS	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾
1,1,1-Trichloroéthane	mg/kg MS	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾
1,1,2-Trichloroéthane	mg/kg MS	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾
1,1-Dichloroéthane	mg/kg MS	<0,10 ⁽⁴⁾	<0,10 ⁽⁴⁾	<0,10 ⁽⁴⁾	<0,10 ⁽⁴⁾
1,2-Dichloroéthane	mg/kg MS	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾
1,1-Dichloroéthylène	mg/kg MS	<0,10 ⁽⁴⁾	<0,10 ⁽⁴⁾	<0,10 ⁽⁴⁾	<0,10 ⁽⁴⁾
Trans-1,2-Dichloroéthylène	mg/kg MS	<0,0250 ⁽⁴⁾	<0,0250 ⁽⁴⁾	<0,0250 ⁽⁴⁾	<0,0250 ⁽⁴⁾
cis-1,2-Dichloroéthylène	mg/kg MS	<0,0250 ⁽⁴⁾	<0,0250 ⁽⁴⁾	<0,0250 ⁽⁴⁾	<0,0250 ⁽⁴⁾
Somme cis/trans-1,2-Dichloroéthylènes	mg/kg MS	n.d. ⁽⁴⁾	n.d. ⁽⁴⁾	n.d. ⁽⁴⁾	n.d. ⁽⁴⁾

Hydrocarbures totaux (ISO)

Paramètres	Unité	826653 St1.1	826654 St2.1	826655 St3.1	826656 St4.1
Hydrocarbures totaux C10-C40	mg/kg MS	<20,0 ⁽⁴⁾	<20,0 ⁽⁴⁾	<20,0 ⁽⁴⁾	<20,0 ⁽⁴⁾
Fraction C10-C12 ^(*)	mg/kg MS	<4,0 ⁽⁴⁾	<4,0 ⁽⁴⁾	<4,0 ⁽⁴⁾	<4,0 ⁽⁴⁾
Fraction C12-C16 ^(*)	mg/kg MS	<4,0 ⁽⁴⁾	<4,0 ⁽⁴⁾	<4,0 ⁽⁴⁾	<4,0 ⁽⁴⁾

Les paramètres réalisés par AL-West BV sont accrédités selon la norme EN ISO/IEC 17025:2017. Seuls les paramètres non accrédités et/ou externalisés sont marqués du symbole ^(*).

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

page 3 de 9



AL-West B.V.

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



RAPPORT D'ANALYSE 1548943 Laval - sol 22.04.2025

Date: 01.05.2025

Information sur l'échantillon

Numéro d'échantillon	Date de prélèvement	Nom d'échantillon
826653	22.04.2025	St1.1
826654	22.04.2025	St2.1
826655	22.04.2025	St3.1
826656	22.04.2025	St4.1

Paramètres	Unité	826653 St1.1	826654 St2.1	826655 St3.1	826656 St4.1
Fraction C16-C20 ^{*)}	mg/kg MS	<2,0 ⁴⁾	<2,0 ⁴⁾	<2,0 ⁴⁾	<2,0 ⁴⁾
Fraction C20-C24 ^{*)}	mg/kg MS	<2,0 ⁴⁾	<2,0 ⁴⁾	<2,0 ⁴⁾	<2,0 ⁴⁾
Fraction C24-C28 ^{*)}	mg/kg MS	<2,0 ⁴⁾	<2,0 ⁴⁾	<2,0 ⁴⁾	<2,0 ⁴⁾
Fraction C28-C32 ^{*)}	mg/kg MS	<2,0 ⁴⁾	<2,0 ⁴⁾	<2,0 ⁴⁾	<2,0 ⁴⁾
Fraction C32-C36 ^{*)}	mg/kg MS	<2,0 ⁴⁾	<2,0 ⁴⁾	<2,0 ⁴⁾	<2,0 ⁴⁾
Fraction C36-C40 ^{*)}	mg/kg MS	<2,0 ⁴⁾	<2,0 ⁴⁾	<2,0 ⁴⁾	<2,0 ⁴⁾

Polychlorobiphényles

Paramètres	Unité	826653 St1.1	826654 St2.1	826655 St3.1	826656 St4.1
Somme 6 PCB	mg/kg MS	n.d. ⁴⁾	n.d. ⁴⁾	n.d. ⁴⁾	n.d. ⁴⁾
Somme 7 PCB (Ballschmitter)	mg/kg MS	n.d. ⁴⁾	n.d. ⁴⁾	n.d. ⁴⁾	n.d. ⁴⁾
PCB (28)	mg/kg MS	<0,001 ⁴⁾	<0,001 ⁴⁾	<0,001 ⁴⁾	<0,001 ⁴⁾
PCB (52)	mg/kg MS	<0,001 ⁴⁾	<0,001 ⁴⁾	<0,001 ⁴⁾	<0,001 ⁴⁾
PCB (101)	mg/kg MS	<0,001 ⁴⁾	<0,001 ⁴⁾	<0,001 ⁴⁾	<0,001 ⁴⁾
PCB (118)	mg/kg MS	<0,001 ⁴⁾	<0,001 ⁴⁾	<0,001 ⁴⁾	<0,001 ⁴⁾
PCB (138)	mg/kg MS	<0,001 ⁴⁾	<0,001 ⁴⁾	<0,001 ⁴⁾	<0,001 ⁴⁾
PCB (153)	mg/kg MS	<0,001 ⁴⁾	<0,001 ⁴⁾	<0,001 ⁴⁾	<0,001 ⁴⁾
PCB (180)	mg/kg MS	<0,001 ⁴⁾	<0,001 ⁴⁾	<0,001 ⁴⁾	<0,001 ⁴⁾

Information sur l'échantillon

Numéro d'échantillon	Date de prélèvement	Nom d'échantillon
826657	22.04.2025	St5.1
826658	22.04.2025	St6.1
826659	22.04.2025	St7.1

Prétraitement des échantillons

Paramètres	Unité	826657 St5.1	826658 St6.1	826659 St7.1
Matière sèche	%	86,7 ¹⁾	80,1 ¹⁾	84,9 ¹⁾
Prétraitement de l'échantillon		++ ^{1),2)}	++ ^{1),2)}	++ ^{1),2)}

Prétraitement pour analyses des métaux

Paramètres	Unité	826657 St5.1	826658 St6.1	826659 St7.1
Minéralisation à l'eau régale		... ³⁾	++ ^{1),2)}	++ ^{1),2)}

Les paramètres réalisés par AL-West BV sont accrédités selon la norme EN ISO/IEC 17025:2017. Seuls les paramètres non accrédités et/ou externalisés sont marqués du symbole ^{*)}.

DOC 13-23692768-FR-P-4

Kamer van Koophandel
Nr. 08110898
VAT/BTW-ID-Nr.:
NL 811132559 B01

Directeur
ppa. Marc van Gelder
Dr. Paul Wimmer

page 4 de 9



AL-West B.V.

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



RAPPORT D'ANALYSE 1548943 Laval - sol 22.04.2025

Date: 01.05.2025

Information sur l'échantillon

Numéro d'échantillon	Date de prélèvement	Nom d'échantillon
826657	22.04.2025	St5.1
826658	22.04.2025	St6.1
826659	22.04.2025	St7.1

Métaux

Paramètres	Unité	826657 St5.1	826658 St6.1	826659 St7.1
Arsenic (As)	mg/kg MS	...	15	18
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	...	0,1	<0,1 ⁴⁾
Chrome (Cr)	mg/kg MS	...	49	39
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	...	19	18
Mercurie (Hg)	mg/kg MS	...	0,14	<0,05 ⁴⁾
Nickel (Ni)	mg/kg MS	...	56	37
Plomb (Pb)	mg/kg MS	...	26	19
Zinc (Zn)	mg/kg MS	...	97	66

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (ISO)

Paramètres	Unité	826657 St5.1	826658 St6.1	826659 St7.1
Naphtalène	mg/kg MS	...	<0,050 ⁴⁾	<0,050 ⁴⁾
Acénaphthylène	mg/kg MS	...	<0,050 ⁴⁾	<0,050 ⁴⁾
Acénaphthène	mg/kg MS	...	<0,050 ⁴⁾	<0,050 ⁴⁾
Fluorène	mg/kg MS	...	<0,050 ⁴⁾	<0,050 ⁴⁾
Phénanthrène	mg/kg MS	...	<0,050 ⁴⁾	<0,050 ⁴⁾
Anthracène	mg/kg MS	...	<0,050 ⁴⁾	<0,050 ⁴⁾
Fluoranthène	mg/kg MS	...	<0,050 ⁴⁾	<0,050 ⁴⁾
Pyrène	mg/kg MS	...	<0,050 ⁴⁾	<0,050 ⁴⁾
Benzo(a)anthracène	mg/kg MS	...	<0,050 ⁴⁾	<0,050 ⁴⁾
Chrysène	mg/kg MS	...	<0,050 ⁴⁾	<0,050 ⁴⁾
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg MS	...	<0,050 ⁴⁾	<0,050 ⁴⁾
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS	...	<0,050 ⁴⁾	<0,050 ⁴⁾
Benzo(a)pyrène	mg/kg MS	...	<0,050 ⁴⁾	<0,050 ⁴⁾
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg MS	...	<0,050 ⁴⁾	<0,050 ⁴⁾
Benzo(g,h,i)pérylène	mg/kg MS	...	<0,050 ⁴⁾	<0,050 ⁴⁾
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	mg/kg MS	...	<0,050 ⁴⁾	<0,050 ⁴⁾
HAP (6 Borneff) - somme	mg/kg MS	...	n.d. ⁴⁾	n.d. ⁴⁾
Somme HAP (VROM)	mg/kg MS	...	n.d. ⁴⁾	n.d. ⁴⁾
HAP (EPA) - somme	mg/kg MS	...	n.d. ⁴⁾	n.d. ⁴⁾

Composés aromatiques

Paramètres	Unité	826657 St5.1	826658 St6.1	826659 St7.1
Benzène	mg/kg MS	...	<0,05 ⁴⁾	<0,05 ⁴⁾
Toluène	mg/kg MS	...	<0,05 ⁴⁾	<0,05 ⁴⁾
Ethylbenzène	mg/kg MS	...	<0,05 ⁴⁾	<0,05 ⁴⁾
m,p-Xylène	mg/kg MS	...	<0,10 ⁴⁾	<0,10 ⁴⁾
o-Xylène	mg/kg MS	...	<0,050 ⁴⁾	<0,050 ⁴⁾

Les paramètres réalisés par AL-West BV sont accrédités selon la norme EN ISO/IEC 17025:2017. Seuls les paramètres non accrédités et/ou externalisés sont marqués du symbole ⁴⁾.

DOC-13-23692768-FR-P5

Kamer van Koophandel
Nr. 08110898
VAT/BTW-ID-Nr.:
NL 811132559 B01

Directeur
ppa. Marc van Gelder
Dr. Paul Wimmer

page 5 de 9



AL-West B.V.

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



RAPPORT D'ANALYSE 1548943 Laval - sol 22.04.2025

Date: 01.05.2025

Information sur l'échantillon

Numéro d'échantillon	Date de prélèvement	Nom d'échantillon
826657	22.04.2025	St5.1
826658	22.04.2025	St6.1
826659	22.04.2025	St7.1

Paramètres	Unité	826657 St5.1	826658 St6.1	826659 St7.1
Naphtalène	mg/kg MS	... ³⁾	<0,10 ⁴⁾	<0,10 ⁴⁾
Somme Xylènes	mg/kg MS	... ³⁾	n.d. ⁴⁾	n.d. ⁴⁾

COHV

Paramètres	Unité	826657 St5.1	826658 St6.1	826659 St7.1
Chlorure de Vinyle	mg/kg MS	... ³⁾	<0,02 ⁴⁾	<0,02 ⁴⁾
Dichlorométhane	mg/kg MS	... ³⁾	<0,05 ⁴⁾	<0,05 ⁴⁾
Trichlorométhane	mg/kg MS	... ³⁾	<0,05 ⁴⁾	<0,05 ⁴⁾
Tétrachlorométhane	mg/kg MS	... ³⁾	<0,05 ⁴⁾	<0,05 ⁴⁾
Trichloroéthylène	mg/kg MS	... ³⁾	<0,05 ⁴⁾	<0,05 ⁴⁾
Tétrachloroéthylène	mg/kg MS	... ³⁾	<0,05 ⁴⁾	<0,05 ⁴⁾
1,1,1-Trichloroéthane	mg/kg MS	... ³⁾	<0,05 ⁴⁾	<0,05 ⁴⁾
1,1,2-Trichloroéthane	mg/kg MS	... ³⁾	<0,05 ⁴⁾	<0,05 ⁴⁾
1,1-Dichloroéthane	mg/kg MS	... ³⁾	<0,10 ⁴⁾	<0,10 ⁴⁾
1,2-Dichloroéthane	mg/kg MS	... ³⁾	<0,05 ⁴⁾	<0,05 ⁴⁾
1,1-Dichloroéthylène	mg/kg MS	... ³⁾	<0,10 ⁴⁾	<0,10 ⁴⁾
Trans-1,2-Dichloroéthylène	mg/kg MS	... ³⁾	<0,0250 ⁴⁾	<0,0250 ⁴⁾
cis-1,2-Dichloroéthylène	mg/kg MS	... ³⁾	<0,0250 ⁴⁾	<0,0250 ⁴⁾
Somme cis/trans-1,2-Dichloroéthylènes	mg/kg MS	... ³⁾	n.d. ⁴⁾	n.d. ⁴⁾

Hydrocarbures totaux (ISO)

Paramètres	Unité	826657 St5.1	826658 St6.1	826659 St7.1
Hydrocarbures totaux C10-C40	mg/kg MS	... ³⁾	<20,0 ⁴⁾	<20,0 ⁴⁾
Fraction C10-C12 ^{*)}	mg/kg MS	... ³⁾	<4,0 ⁴⁾	<4,0 ⁴⁾
Fraction C12-C16 ^{*)}	mg/kg MS	... ³⁾	<4,0 ⁴⁾	<4,0 ⁴⁾
Fraction C16-C20 ^{*)}	mg/kg MS	... ³⁾	<2,0 ⁴⁾	<2,0 ⁴⁾
Fraction C20-C24 ^{*)}	mg/kg MS	... ³⁾	<2,0 ⁴⁾	<2,0 ⁴⁾
Fraction C24-C28 ^{*)}	mg/kg MS	... ³⁾	<2,0 ⁴⁾	<2,0 ⁴⁾
Fraction C28-C32 ^{*)}	mg/kg MS	... ³⁾	<2,0 ⁴⁾	<2,0 ⁴⁾
Fraction C32-C36 ^{*)}	mg/kg MS	... ³⁾	<2,0 ⁴⁾	<2,0 ⁴⁾
Fraction C36-C40 ^{*)}	mg/kg MS	... ³⁾	<2,0 ⁴⁾	<2,0 ⁴⁾

Polychlorobiphényles

Paramètres	Unité	826657 St5.1	826658 St6.1	826659 St7.1
Somme 6 PCB	mg/kg MS	... ³⁾	n.d. ⁴⁾	n.d. ⁴⁾
Somme 7 PCB (Ballschmitter)	mg/kg MS	... ³⁾	n.d. ⁴⁾	n.d. ⁴⁾
PCB (28)	mg/kg MS	... ³⁾	<0,001 ⁴⁾	<0,001 ⁴⁾

Les paramètres réalisés par AL-West BV sont accrédités selon la norme EN ISO/IEC 17025:2017. Seuls les paramètres non accrédités et/ou externalisés sont marqués du symbole ^{*)}.

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

page 6 de 9



AL-West B.V.

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



RAPPORT D'ANALYSE 1548943 Laval - sol 22.04.2025

Date: 01.05.2025

Information sur l'échantillon

Numéro d'échantillon	Date de prélèvement	Nom d'échantillon
826657	22.04.2025	St5.1
826658	22.04.2025	St6.1
826659	22.04.2025	St7.1

Paramètres	Unité	826657 St5.1	826658 St6.1	826659 St7.1
PCB (52)	mg/kg MS	.. ⁽³⁾	<0,001 ⁽⁴⁾	<0,001 ⁽⁴⁾
PCB (101)	mg/kg MS	.. ⁽³⁾	<0,001 ⁽⁴⁾	<0,001 ⁽⁴⁾
PCB (118)	mg/kg MS	.. ⁽³⁾	<0,001 ⁽⁴⁾	<0,001 ⁽⁴⁾
PCB (138)	mg/kg MS	.. ⁽³⁾	<0,001 ⁽⁴⁾	<0,001 ⁽⁴⁾
PCB (153)	mg/kg MS	.. ⁽³⁾	<0,001 ⁽⁴⁾	<0,001 ⁽⁴⁾
PCB (180)	mg/kg MS	.. ⁽³⁾	<0,001 ⁽⁴⁾	<0,001 ⁽⁴⁾

Pesticides organo-azotés

Paramètres	Unité	826657 St5.1	826658 St6.1	826659 St7.1
Atrazine	µg/kg MS	<200 ⁽⁴⁾	.. ⁽³⁾	.. ⁽³⁾
Cyanazine	µg/kg MS	<200 ⁽⁴⁾	.. ⁽³⁾	.. ⁽³⁾
Desmétrine	µg/kg MS	<200 ⁽⁴⁾	.. ⁽³⁾	.. ⁽³⁾
Prométryne	µg/kg MS	<200 ⁽⁴⁾	.. ⁽³⁾	.. ⁽³⁾
Propazine	µg/kg MS	<200 ⁽⁴⁾	.. ⁽³⁾	.. ⁽³⁾
Simazine	µg/kg MS	<100 ⁽⁴⁾	.. ⁽³⁾	.. ⁽³⁾
Terbutryne	µg/kg MS	<200 ⁽⁴⁾	.. ⁽³⁾	.. ⁽³⁾
Terbutylazine	µg/kg MS	<100 ⁽⁴⁾	.. ⁽³⁾	.. ⁽³⁾

Pesticides Organo-Phosphorés

Paramètres	Unité	826657 St5.1	826658 St6.1	826659 St7.1
Azinphos-méthyle	µg/kg MS	<200 ⁽⁴⁾	.. ⁽³⁾	.. ⁽³⁾
Azinphos-éthyle	µg/kg MS	<500 ⁽⁴⁾	.. ⁽³⁾	.. ⁽³⁾
Bromophos-méthyle	µg/kg MS	<200 ⁽⁴⁾	.. ⁽³⁾	.. ⁽³⁾
Bromophos-éthyle	µg/kg MS	<200 ⁽⁴⁾	.. ⁽³⁾	.. ⁽³⁾
Chlorpyrifos-éthyle	µg/kg MS	<200 ⁽⁴⁾	.. ⁽³⁾	.. ⁽³⁾
Coumaphos	µg/kg MS	<200 ⁽⁴⁾	.. ⁽³⁾	.. ⁽³⁾
Diazinon	µg/kg MS	<200 ⁽⁴⁾	.. ⁽³⁾	.. ⁽³⁾
Diméthoate	µg/kg MS	<200 ⁽⁴⁾	.. ⁽³⁾	.. ⁽³⁾
Disulfoton	µg/kg MS	<200 ⁽⁴⁾	.. ⁽³⁾	.. ⁽³⁾
Ethion	µg/kg MS	<200 ⁽⁴⁾	.. ⁽³⁾	.. ⁽³⁾
Fenitrothion	µg/kg MS	<200 ⁽⁴⁾	.. ⁽³⁾	.. ⁽³⁾
Fenthion	µg/kg MS	<100 ⁽⁴⁾	.. ⁽³⁾	.. ⁽³⁾
Malathion	µg/kg MS	<200 ⁽⁴⁾	.. ⁽³⁾	.. ⁽³⁾
Méthiathion	µg/kg MS	<200 ⁽⁴⁾	.. ⁽³⁾	.. ⁽³⁾
Mévinphos	µg/kg MS	<200 ⁽⁴⁾	.. ⁽³⁾	.. ⁽³⁾
Parathion-méthyle	µg/kg MS	<100 ⁽⁴⁾	.. ⁽³⁾	.. ⁽³⁾
Parathion-éthyle	µg/kg MS	<100 ⁽⁴⁾	.. ⁽³⁾	.. ⁽³⁾
Pyrazophos	µg/kg MS	<200 ⁽⁴⁾	.. ⁽³⁾	.. ⁽³⁾
Triazophos	µg/kg MS	<200 ⁽⁴⁾	.. ⁽³⁾	.. ⁽³⁾

Les paramètres réalisés par AL-West BV sont accrédités selon la norme EN ISO/IEC 17025:2017. Seuls les paramètres non accrédités et/ou externalisés sont marqués du symbole *).

DOC-13-23692768-FR-P7

Kamer van Koophandel
Nr. 08110898
VAT/BTW-ID-Nr.:
NL 811132559 B01

Directeur
ppa. Marc van Gelder
Dr. Paul Wimmer

page 7 de 9



AL-West B.V.

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



RAPPORT D'ANALYSE 1548943 Laval - sol 22.04.2025

Date: 01.05.2025

Information sur l'échantillon

Numéro d'échantillon	Date de prélèvement	Nom d'échantillon
826657	22.04.2025	St5.1
826658	22.04.2025	St6.1
826659	22.04.2025	St7.1

Paramètres	Unité	826657 St5.1	826658 St6.1	826659 St7.1
Trifluraline	µg/kg MS	<200 ⁴⁾	.. ³⁾	.. ³⁾

¹⁾ Tous les résultats obtenus à partir de l'analyse de la matière solide sont basés sur la matière sèche (MS), à l'exception des paramètres marqués du signe ¹⁾ qui sont basés sur la matière brute (MB).

²⁾ "++" Signifie que le traitement requis a été effectué en laboratoire.

³⁾ "..." Signifie "non demandé".

⁴⁾ Explication : "<" ou "n.d." indiquent que la concentration de l'analyte est inférieure à la limite de quantification (LQ).

⁵⁾ Tous les résultats d'analyse se rapportent à la matière sèche (MS), à l'exception des paramètres marqués d'un signe ⁵⁾, qui sont basés sur la matière brute (MB).

Début de l'analyse : 24.04.2025

Fin de l'analyse : 30.04.2025

Les résultats portent exclusivement sur les échantillons analysés. Si le laboratoire n'est pas responsable de l'échantillonnage, les résultats correspondent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Le laboratoire n'est pas responsable des informations fournies par le client. Les informations du client, le cas échéant, présentées dans le présent rapport d'analyse ne sont pas soumises à l'accréditation du laboratoire et peuvent affecter la validité des résultats d'essai. La reproduction d'extraits de ce rapport sans notre autorisation écrite n'est pas autorisée. En cas de déclaration de conformité, l'approche discrète est utilisée comme règle de décision. Cela signifie que l'incertitude de mesure n'est pas prise en compte pour l'établissement de la déclaration de conformité à une spécification ou à une norme.

AL-West B.V. (AGROLAB GROUP), M. Brice Theillère, Tél : 33380681937

Liste des méthodes

conforme à NEN 6950 (digestion conf. à NEN 6961/NEN-EN-ISO 54321, mesure conforme à NEN-ISO 16772)	Mercuré (Hg)
Conforme à NEN-EN 16179	Prétraitement de l'échantillon
ISO 16703	Hydrocarbures totaux C10-C40
ISO 16703 ⁴⁾	Fraction C10-C12 ⁴⁾ • Fraction C12-C16 ⁴⁾ • Fraction C16-C20 ⁴⁾ • Fraction C20-C24 ⁴⁾ • Fraction C24-C28 ⁴⁾ • Fraction C28-C32 ⁴⁾ • Fraction C32-C36 ⁴⁾ • Fraction C36-C40 ⁴⁾
ISO 22155	Benzène • Toluène • Ethylbenzène • m,p-Xylène • o-Xylène • Naphtalène [826653-826656, 826658-826659] • 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 • Trans-1,2-Dichloroéthylène • cis-1,2-Dichloroéthylène • Somme cis-trans-1,2-Dichloroéthylènes
Minéralisation conforme à NEN-EN-ISO 54321, mesure conforme à NEN-EN-ISO 11885	Arsenic (As) • Cadmium (Cd) • Chrome (Cr) • Cuivre (Cu) • Nickel (Ni) • Plomb (Pb) • Zinc (Zn)
méthode interne	Atrazine • Cyanazine • Desmétrine • Prométryne • Propazine • Simazine • Terbutryne • Terbutylazine • Azinphos-méthyle • Azinphos-éthyle • Bromophos-méthyle • Bromophos-éthyle • Chlorpyrifos-éthyle • Coumaphos • Diazinon • Diméthoate • Disulfoton • Ethion • Fenitrothion • Fenthion • Malathion • Méthiathion • Mévinphos • Parathion-méthyle • Parathion-éthyle • Pyrazophos • Triazophos • Trifluraline
NEN-EN 15934	Matière sèche
NEN-EN 16167	Somme 6 PCB • Somme 7 PCB (Ballschmutter) • PCB (28) • PCB (52) • PCB (101) • PCB (118) • PCB (138) • PCB (153) • PCB (180)
NF-EN 16174; NF EN 13657 (déchets)	Minéralisation à l'eau régale
équivalent à NF EN 16181	Naphtalène [826653-826656, 826658-826659] • Acénaphthylène • Acénaphthène • Fluorène • Phénanthrène • Anthracène • Fluoranthène • Pyrène • Benzo(a)anthracène • Chrysène • Benzo(b)fluoranthène • Benzo(k)fluoranthène • Benzo(a)pyrène • Dibenzo(a,h)anthracène • Benzo(g,h,i)peryène • Indéno(1,2,3-cd)pyrène • HAP (6 Borneff) - somme • Somme HAP (VROM) • HAP (EPA) - somme

Les paramètres réalisés par AL-West BV sont accrédités selon la norme EN ISO/IEC 17025:2017. Seuls les paramètres non accrédités et/ou externalisés sont marqués du symbole ⁴⁾.

Kamer van Koophandel
Nr. 08110898
VAT/BTW-ID-Nr.:
NL 811132559 B01

Directeur
ppa. Marc van Gelder
Dr. Paul Wimmer

page 8 de 9



AL-West B.V.

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



RAPPORT D'ANALYSE 1548943 Laval - sol 22.04.2025

Date: 01.05.2025

Annexe de N° commande 1548943

Conservation, date de conservation et flaconnage

Dans les analyses énumérées ci-dessous, il y a des déviations par rapport aux directives de conservation qui peuvent avoir une influence potentielle sur les résultats.

La date limite de conservation est dépassée pour les analyses suivantes:

1,1,1-Trichloroéthane	826653, 826654, 826655, 826656, 826658, 826659
1,1,2-Trichloroéthane	826653, 826654, 826655, 826656, 826658, 826659
1,1-Dichloroéthane	826653, 826654, 826655, 826656, 826658, 826659
1,1-Dichloroéthylène	826653, 826654, 826655, 826656, 826658, 826659
1,2-Dichloroéthane	826653, 826654, 826655, 826656, 826658, 826659
Benzène	826653, 826654, 826655, 826656, 826658, 826659
Chlorure de Vinyle	826653, 826654, 826655, 826656, 826658, 826659
cis-1,2-Dichloroéthylène	826653, 826654, 826655, 826656, 826658, 826659
Dichlorométhane	826653, 826654, 826655, 826656, 826658, 826659
Ethylbenzène	826653, 826654, 826655, 826656, 826658, 826659
m,p-Xylène	826653, 826654, 826655, 826656, 826658, 826659
Naphtalène	826653, 826654, 826655, 826656, 826658, 826659
o-Xylène	826653, 826654, 826655, 826656, 826658, 826659
Somme cis/trans-1,2-Dichloroéthylènes	826653, 826654, 826655, 826656, 826658, 826659
Somme Xylènes	826653, 826654, 826655, 826656, 826658, 826659
Toluène	826653, 826654, 826655, 826656, 826658, 826659
Trans-1,2-Dichloroéthylène	826653, 826654, 826655, 826656, 826658, 826659
Trichlorométhane	826653, 826654, 826655, 826656, 826658, 826659
Trichloroéthylène	826653, 826654, 826655, 826656, 826658, 826659
Tétrachlorométhane	826653, 826654, 826655, 826656, 826658, 826659
Tétrachloroéthylène	826653, 826654, 826655, 826656, 826658, 826659

Les paramètres réalisés par AL-West BV sont accrédités selon la norme EN ISO/IEC 17025:2017. Seuls les paramètres non accrédités et/ou externalisés sont marqués du symbole *).

DOC-13-23692768-FR-FR

Kamer van Koophandel
Nr. 08110898
VAT/BTW-ID-Nr.:
NL 811132559 B01

Directeur
ppa. Marc van Gelder
Dr. Paul Wimmer

page 9 de 9



Annexe 7 : Méthodologie EQRS

Le calcul de risque sanitaire a pour but de présenter de manière explicite, aux différentes parties, les éléments d'analyse sur lesquels la prise de décision pourra s'appuyer. À ce titre, cette étude est un outil d'analyse au service de la politique de gestion des sites et sols pollués, elle doit respecter les principes suivants :

- **Le principe de prudence scientifique** (prise en compte tous les risques avérés)
- **Le principe de proportionnalité** (adéquation des moyens avec le but recherché)
- **Le principe de spécificité** (utilisation d'outils spécifiques)
- **Le principe de transparence** (explicitation de tous les moyens mis en œuvre)

1. Méthodologie générale

L'évaluation des risques liés aux substances chimiques se décompose en quatre étapes :

- **La caractérisation des paramètres initiaux** (sources potentielles de contamination, vecteurs de transfert, récepteurs) permet de définir le schéma conceptuel d'exposition récapitulant l'ensemble des voies de transfert et d'exposition pour les populations cibles ;
- **L'évaluation de l'exposition** consiste à quantifier l'exposition (les concentrations ou les doses) des populations sur la base du schéma conceptuel d'exposition établi ;
- **L'évaluation de la toxicité** englobe l'identification du potentiel dangereux (ou détermination des effets indésirables que les substances chimiques sont intrinsèquement capables de provoquer chez l'homme) et l'évaluation des relations dose-effet (ou estimation du rapport entre le niveau d'exposition, ou la dose, et l'incidence et la gravité des effets) ;
- **La caractérisation du risque est la synthèse de l'évaluation des risques**, et quantifie le risque lié aux substances chimiques, en présentant les résultats sous une forme exploitable, accompagnée d'une évaluation des incertitudes relevées tout au long de l'étude.

2. Descriptif technique

L'évaluation des risques sanitaires se décompose en plusieurs étapes :

- **Analyse des données** (compilation et synthèse des données issues des différentes études réalisées au droit du site),
- **Évaluation des expositions** (définition des scénarii d'exposition, quantification des doses journalières d'exposition),
- **Sélection des substances** (détermination des substances retenues pour l'étude et leurs concentrations associées dans les sols et/ou la nappe) ;
- **Évaluation de la relation dose-réponse** : recueil des valeurs toxicologiques de référence disponibles au moment de la réalisation de l'étude, et choix argumenté d'une valeur toxicologique pour chaque substance retenue,
- **Caractérisation des risques** (effets avec seuil et sans seuil),
- **Évaluation des incertitudes**
- **Interprétation des résultats** : hiérarchisation des risques, détermination des objectifs de réhabilitation (ou de dépollution) et/ou de servitudes à mettre en place.

2.1. Analyse des données

L'ensemble des données issues des investigations réalisées au droit du site est compilé et analysé.

2.2. L'évaluation de l'exposition

L'évaluation de l'exposition est constituée de plusieurs étapes :

- Une caractérisation des lieux d'exposition (en accord avec les plans de réaménagement envisagés)
- Une identification des voies d'exposition (inhalation de gaz, ingestion de sols, etc.)
- Une identification des cibles susceptibles d'être exposées
- Une définition des scénarii d'exposition (construction du schéma conceptuel d'exposition)
- Une quantification de l'exposition (Dose Journalière d'Exposition (DJE) ou, pour un gaz, Concentration Inhalée (CI))

2.2.1 Caractérisation du lieu d'exposition

Le lieu d'exposition est décrit dans les plans du site. Il est important de connaître précisément ses caractéristiques au vu des calculs à effectuer.

Cette étape sert également à établir les voies de transfert et d'exposition potentielles.

2.2.2 Identification des voies d'exposition et des cibles

Dans une étude de risques, les **voies d'exposition** potentielles sont les voies de contact directes (ingestion des sols, inhalation de poussières) et indirectes (inhalation de substances volatiles, ingestion de végétaux, etc.). Le choix des voies retenues est fonction de l'aménagement prévu sur le site.

Les **cibles** sont les futurs usagers du site. Afin d'englober tous les cas de figures, les cibles retenues pour effectuer le calcul de risque sont les cibles les plus vulnérables (les plus exposées aux substances polluantes).

2.2.3 Définition des scénarii d'exposition

Plusieurs scénarii d'exposition peuvent être étudiés séparément, puis compilés. Chaque scénario doit contenir :

- Une source de pollution,
- Une voie de transfert (volatilisation, infiltration dans les nappes souterraines, etc.),
- Une cible,
- Un mode d'exposition (inhalation, ingestion, etc.).

Un schéma conceptuel d'exposition résumant de façon claire et précise tous les scénarii d'exposition doit être élaboré.

2.2.4 Quantification de l'exposition

Elle vise à calculer les doses journalières (ou concentration pour les gaz) d'exposition des cibles aux substances identifiées. Pour cela, il est important de définir les différents paramètres d'exposition :

- Les durées et fréquences d'exposition,
- Les caractéristiques des cibles (âge, poids, etc.),
- Les concentrations dans les sols ou dans l'air intérieur ou extérieur.

La **concentration de substance inhalée** permet la quantification de l'exposition journalière à une substance gazeuse polluante, présente dans l'air ambiant. Elle est définie comme une concentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) et se calcule grâce à la formule suivante dans le cas d'un risque lié à une inhalation de gaz.

$$CI = \frac{(Ci * Ti + Ce * Te) * T * Ef}{24 * Tm * 365}$$

Avec :

CI : concentration moyenne inhalée théorique ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Ci : concentration de la substance testée dans l'air intérieur ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Ti : fréquence d'exposition à la substance dans l'air intérieur (h/j)
Ce : concentration de la substance testée dans l'air extérieur ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Te : fréquence d'exposition à la substance dans l'air extérieur (h/j)
T : durée d'exposition théorique (an)
Ef : fréquence d'exposition théorique (j/an)
Tm : période de temps sur laquelle est moyennée l'exposition (ans)

2.3 La sélection des substances

Les substances sont sélectionnées pour l'étude à partir des analyses effectuées sur les sols et du schéma conceptuel.

Les différentes analyses effectuées en amont de l'analyse des risques sanitaires servent à déterminer quelles substances sont présentes dans les sols ou nappes souterraines dans des proportions supérieures aux normes tolérées ; le risque sera calculé relativement à ces substances.

Le schéma conceptuel permet d'indiquer quelles substances sont susceptibles d'entrer en contact avec les cibles. Si le seul mode d'exposition est l'inhalation par exemple, il ne faut prendre en compte que les substances volatiles et donc susceptibles d'être inhalées.

Les substances sélectionnées sont connues pour être toxiques pour la santé humaine. Elles ne peuvent être utilisées pour les calculs que s'il existe des valeurs toxicologiques de référence associées qui soient accessibles et fiables.

2.4 L'évaluation de la relation dose-effet

Le but de l'évaluation dose-effet est d'identifier les effets indésirables qu'une substance peut avoir sur la santé humaine et, si possible, de déterminer une relation entre le niveau d'exposition et la gravité de ces effets.

Les valeurs toxicologiques de références (VTR) qui sont utilisées dans les évaluations de risques sont calculées à partir de la relation dose-effet des substances. Le portail des substances chimiques de l'INERIS (2009) consultable sur internet, propose une bibliothèque de fiches toxicologiques de nombreuses substances.

Il existe deux grandes catégories de substances toxiques. Les substances dites sans seuil d'effet qui sont cancérigènes, et les substances à seuil d'effet, non cancérigènes.

Il n'est pas rare de constater que des substances entrent dans les deux catégories : c'est-à-dire qu'elles ont des effets cancérigènes mais peuvent provoquer d'autres maux à partir d'une certaine dose. Dans le cas de ces substances, les risques sont calculés pour les deux effets, puis hiérarchisés en fonction de la gravité des conséquences.

2.4.1 Caractérisation des substances à effets cancérigènes (sans seuil)

Les substances à effets cancérigènes, aussi appelées substances sans seuil d'effet, présentent un risque à tous les niveaux d'exposition, excepté le niveau 0 (dose d'exposition nulle).

Plusieurs classifications des substances existent. Elles sont classées par rapport à leur niveau de cancérogénicité. L'US EPA définit les classes suivantes :

Classification US EPA :

- Groupe A :** Substance cancérigène pour l'homme
- Groupe B1 :** Substance probablement cancérigène pour l'homme avec des données disponibles limitées chez l'homme.
- Groupe B2 :** Substance probablement cancérigène chez l'homme mais il existe des preuves suffisantes chez l'animal et des preuves non adéquates ou pas de preuves chez l'homme.
- Groupe C :** Cancérigène possible pour l'homme.
- Groupe D :** Substance non classifiable quant à la cancérogénicité pour l'homme.
- Groupe E :** Substance pour laquelle il existe des preuves de non-cancérogénicité pour l'homme

Le Centre International de Recherche sur le Cancer de l'Organisation Mondiale de la Santé (CIRC/IARC) a également effectué une classification décrite ci-dessous :

Classification du CIRC / IARC :

- Groupe 1 :** L'agent (le mélange) est cancérogène pour l'homme.
- Groupe 2A :** L'agent (le mélange) est probablement cancérogène pour l'homme.
- Groupe 2B :** L'agent (le mélange) est peut-être cancérogène pour l'homme.
- Groupe 3 :** L'agent (le mélange) est inclassable quant à sa cancérogénicité pour l'homme
- Groupe 4 :** L'agent (le mélange) n'est probablement pas cancérogène pour l'homme.

Enfin l'Union Européenne a émis une classification réglementaire (applicable en France) quant aux effets cancérigènes, mutagènes, ou toxiques pour la reproduction des produits chimiques. La classification des substances cancérogènes est définie ci-dessous :

Classification de l'Union Européenne

- Catégorie 1 :** Substances que l'on sait être cancérogène pour l'homme.
- Catégorie 2 :** Substances devant être assimilées à des substances cancérogènes pour l'homme
Substances préoccupantes pour l'homme en raison d'effets cancérigènes possible mais pour
- Catégorie 3 :** lesquelles les informations disponibles ne permettent pas une évaluation satisfaisante (preuves insuffisantes).

Pour évaluer le risque de ces substances cancérigènes la valeur toxicologique de référence est utilisée. Il peut s'agir de :

- **L'Excès de Risques Unitaire (ERU)** pour la voie orale. Il correspond à la probabilité supplémentaire, par rapport à un sujet non exposé, qu'un individu contracte un cancer s'il est exposé pendant sa vie entière à une unité de dose de la substance cancérigène. Cet indice est l'inverse d'une dose et s'exprime en $(\text{mg/kg/j})^{-1}$.
- **L'Inhalation Unit Risk (IUR)** élaboré par l'US-EPA, pour la voie respiratoire. Cet indice est l'inverse d'une concentration et s'exprime en $\text{m}^3/\mu\text{g}$.

2.4.2 Caractérisation des substances à effets non cancérigènes (avec seuil)

Les substances à effets non cancérigènes présentent un risque lorsque le niveau d'exposition dépasse un certain seuil. En dessous de ce seuil, des mécanismes physiologiques tels que l'absorption, la distribution, l'excrétion, et le métabolisme, réduisent les effets néfastes de la substance. La dose (ou concentration) seuil est la dose (ou concentration) la plus basse engendrant un effet néfaste. Elle est estimée à partir d'études sur les animaux, ou à partir de données humaines lorsqu'elles sont disponibles.

Plusieurs valeurs de VTR sont disponibles et varient selon le mode d'exposition (orale ou respiratoire) et les conditions d'exposition (chronique, aiguë, ...). En général, un calcul de risque s'effectue pour des expositions chroniques. On utilise alors la **Reference concentration** (RfC) pour la voie respiratoire. Cet indice est homogène à une concentration et s'exprime en $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Ces VTR, élaborées par l'US-EPA sont les plus utilisées pour une évaluation des risques sanitaires.

2.4.3 Choix des valeurs toxicologiques de référence

Les VTR sont choisies conformément aux instructions de la circulaire du 30 mai 2006 du ministre en charge de la santé.

2.5 La caractérisation du risque

La caractérisation du risque est l'étape finale de l'EQRS. Elle sert à quantifier le risque à partir des valeurs obtenues aux étapes précédentes.

2.5.1 Calcul du risque pour une substance cancérigène

Pour une substance cancérigène, l'Excès de Risque Individuel (ERI) est calculé. Il représente l'excès de risque théorique de développer un cancer dans les conditions d'expositions spécifiques au calcul.

Il s'agit du produit entre la dose (ou concentration) journalière d'exposition et la valeur toxicologique de référence sélectionnée pour la substance.

Il est sans unité.

Pour une inhalation :

$$ERI = CI * IUR$$

Avec :

ERI : Excès de Risque Individuel, calculé pour des substances cancérigènes (sans dimension)

CI : Concentration moyenne inhalée théorique, calculé à l'étape *Quantification de l'exposition* ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

IUR : Inhalation Unit Risk ; valeur toxicologique de référence sélectionnée pour la substance cancérigène $\text{m}^3/\mu\text{g}$.

2.5.2 Calcul du risque pour une substance non cancérigène

Pour une substance non cancérigène, le Quotient de Danger (QD) est calculé.

Il s'agit du rapport entre la dose (ou concentration) journalière d'exposition et la valeur toxicologique de référence sélectionnée pour la substance.

Il est sans unité.

Pour une inhalation :

$$QD = \frac{CI}{RfC}$$

Avec :

IR : Indice de Risque théorique, calculé pour des substances non cancérigènes (sans dimension)

CI : Concentration moyenne inhalée théorique, calculé à l'étape *Quantification de l'exposition* ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

RfC : Reference Concentration ; valeur toxicologique de référence sélectionnée pour la substance non cancérigène ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

2.5.3 Règle de cumul des effets

Les risques sont calculés séparément pour chaque substance intervenant dans l'étude. En l'absence de connaissances sur les interférences entre les différentes substances, il est considéré que les effets produits par ces différentes substances s'ajoutent.

- Pour les effets à seuil (non cancérogènes), l'additivité des indices de risque entre voies d'exposition et substances est retenue comme hypothèse de départ, quel que soit les effets sanitaires associés à chacune des substances considérées ;
- Pour les effets sans seuil (cancérogènes), le cumul des ERI correspond à l'hypothèse d'une indépendance des effets cancérogènes des différentes substances.

2.5.4 Interprétation des résultats

Les valeurs ainsi calculées sont à comparer aux intervalles de gestion des risques publiés par le MEEDDAT dans un document présentant les nouvelles démarches de gestion des sites et sols pollués (V0. Février 2007).

Pour les substances non cancérogènes (à seuil) :

- Si **IR < 1** la survenue d'un effet toxique apparaît peu probable même pour une population sensible : le risque est acceptable.
- Si **IR > 1** l'effet toxique peut vraisemblablement apparaître : le risque est inacceptable.

Pour les substances cancérogènes (sans seuil) :

- Si **ERI < 10⁻⁶** le niveau de risque toxicologique est considéré comme acceptable
- Si **ERI > 10⁻⁶** le niveau de risque toxicologique est considéré comme inacceptable

2.6 Evaluation des incertitudes

L'analyse des risques résiduels fait bien sûr l'objet de nombreuses incertitudes dues aux outils de modélisation et au choix arbitraire de certains paramètres. Les incertitudes sont donc présentes tout au long du processus de calcul du risque et peuvent parfois être significatives.

Une évaluation des incertitudes est alors nécessaire à effectuer à la fin de toute EQRS.

Annexe 8 : Présentation du logiciel Modul'ERS

D'après le rapport d'étude INERIS DRC-14-141968-00696A (Mars 2014), « Guide l'utilisateur ».

MODUL'ERS a été produit par l'INERIS dans le cadre des programmes d'appui de l'institut pour le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie (MEDDE).

MODUL'ERS est un outil logiciel pour la réalisation des évaluations prospectives des risques sanitaires effectuées dans le cadre de l'analyse des effets sur la santé des Installations Classées Pour l'Environnement (ICPE) et pour la réalisation des Evaluations de Risque Sanitaire (ERS) des sites et sols pollués. Il permet d'estimer les concentrations dans les milieux, les niveaux d'exposition et des niveaux de risque en fonction du temps.

Il consiste en une plateforme de modélisation et de simulation et en une bibliothèque de modules, basée sur le manuel référencé DRC-08—94882-16675B et intitulé « *Jeux d'équations pour la modélisation des expositions liées à la contamination d'un sol ou aux émissions d'une installation industrielle* ».

MODUL'ERS permet de :

- Construire des modèles multimédias adaptés, en agencant les modules prédéfinis de la bibliothèque, selon le schéma conceptuel du site étudié ;
- Mener des simulations déterministes, probabilistes et des analyses de sensibilité sur les résultats.

Cet outil a été développé à partir de la plateforme de modélisation et simulation ECOLEGO, logiciel de la société Facilia. MODUL'ERS est en fait un applicatif d'ECOLEGO, dont les fonctionnalités ont été augmentées et adaptées, avec le concours de Facilia, aux besoins des études menées dans le cadre de la politique de gestion des Installations Classées Pour l'Environnement (ICPE) et des sites et sols pollués.

MODUL'ERS est un outil permettant de faire concrètement le lien entre le schéma conceptuel défini pour le site d'étude et l'évaluation prospective des expositions et des risques sanitaires, puisque la première étape consiste pour l'utilisateur à construire son modèle sur la base du schéma conceptuel.

MODUL'ERS se veut donc avant tout un outil flexible, permettant de construire un modèle adapté au cas d'étude, en termes de mécanismes de transfert à prendre en compte (principe de spécificité) et en terme de précision requise et d'informations disponibles (principe de proportionnalité).

Ainsi, pour chaque substance étudiée, l'utilisateur peut choisir :

- **De prendre en compte ou non un mécanisme de transfert pour modéliser la concentration attendue dans un milieu.** Par exemple, il peut tenir compte de la perte de polluant par le sol lié au ruissellement pour calculer la concentration dans le sol et de l'apport équivalent vers les eaux superficielles pour calculer la concentration dans les eaux superficielles. Mais ces deux aspects « apport » et « perte », liés au phénomène de ruissellement peuvent être découplés, et l'utilisateur peut, dans une approche conservatoire, ne considérer que le phénomène d'apport pour éviter de sous-estimer la concentration attendue dans le sol ;
- **Entre différentes approches de modélisation, pour représenter certains mécanismes de transfert ou estimer des coefficients de transfert entre différentes matrices** (exemples : modèle Volasoil ou Johnson et Ettinger pour le transfert de polluant du sol vers l'air intérieur, approche dynamique ou stationnaire pour le calcul des concentrations dans les matrices animales...) ;
- **Entre l'utilisation de données mesurées pour les concentrations dans les milieux et les niveaux d'exposition ou le recours à la modélisation.** Si, par exemple, l'utilisateur voulant évaluer l'exposition aux polychlorodibenzodioxines (PCDD) et aux polychlorobiphényles (PCB) par ingestion d'œufs dispose de données de mesure uniquement pour le premier groupe de substances, il pourra entrer ses données pour des dioxines et estimer les concentrations de PCB dans les œufs par modélisation au cours d'une même simulation.

MODUL'ERS vise aussi à améliorer la transparence des études.

Les éléments contribuant à cet objectif sont :

- **La fourniture d'un manuel présentant les équations sur lesquelles MODUL'ERS est basé. Ce document, revu par des experts nationaux et internationaux, présente les hypothèses et les limites des équations utilisées.** Ce manuel et le rapport reprenant les commentaires et les réponses apportées par l'INERIS sont accessibles dans la documentation jointe au logiciel ;
- **La possibilité de visualiser la manière dont les équations ont été implémentées dans le logiciel,** grâce à une syntaxe simple du type de celle utilisée sous Excel. La navigation par lien hypertexte permet ainsi de retrouver facilement l'ensemble des équations utilisées pour estimer une grandeur donnée ;
- **La mise en évidence des données d'entrée modifiées par l'utilisateur dans son étude par rapport aux valeurs prédéfinies.** Cette mise en évidence se traduit, à l'écran, par l'apparition des valeurs modifiées en caractères gras et, dans le rapport éditables, par la fourniture des valeurs prédéfinies dans l'outil, à côté de celles retenues par l'utilisateur.
- **L'accès aux valeurs, intervalles de valeurs ou/et distributions statistiques renseignant les données d'entrée, la fourniture au sein du logiciel des références utilisées pour définir ces valeurs par défaut et le statut de validation accordée à ces valeurs.**

Le travail de collecte, de vérification et de sélection de valeurs, intervalles de valeurs ou/et distributions statistiques pour chaque donnée d'entrée est un travail très consommateur de temps, mais important au vu de la sensibilité des modèles d'exposition à un certain nombre de données d'entrée. Dans un premier temps, ce statut de validation vise à qualifier le niveau d'analyse effectuée par l'INERIS pour renseigner la donnée d'entrée considérée, et ainsi aider l'utilisateur, ayant réalisé une analyse de sensibilité, à identifier les données d'entrée pour lesquelles une estimation plus fine est possible. In fine, cela permettra à l'utilisateur d'améliorer la qualité de son étude en réduisant les incertitudes entourant le résultat.

A terme, l'objectif est d'aller plus loin en fournissant des rapports spécifiques pour présenter les sources consultées de manière plus détaillée, les données collectées et leur contexte d'obtention, ainsi que les raisons ayant orienté la sélection de valeurs pour chaque donnée d'entrée du modèle. Ce travail a déjà été réalisé pour les paramètres d'exposition relatifs aux animaux. Le rapport correspondant est accessible dans la documentation annexée au logiciel.

Annexe 9 : Données des calculs

Page 1 of 27

MODULERS v.1.0.142

EQRS Laval Inh JV

Report generated: Tue May 06 11:51:56 CEST 2025

Table of contents

- 1 Project properties
- 2 Materials/Species
- 3. Model description
 - 3.1. Constantes_Reglages
 - 3.2. Conc_gaz_air_interieur_J_E
 - 3.3. Conc_gaz_air_exterieur
 - 3.4. Niveaux_Exposition_Risque
- 4 Simulation settings
- 5 Results



1. Project properties

Project name	EQRS Laval Inh JV
Author	X
Description	Modele_base : version 2.0.1

CHAMP D'UTILISATION

MODUL'ERS est un outil logiciel pour la réalisation des évaluations de risque prospectives effectuées dans le cadre de l'analyse des effets pour la santé des installations classées et pour la réalisation des Analyses de Risques Résiduels des sites et sols pollués.

Il est donc avant tout orienté vers l'estimation des expositions et des risques chroniques pour une source de contamination locale.

Toutefois, les concentrations dans les milieux et les niveaux d'exposition sont également données en fonction du temps. La représentativité de ces données de sortie dépend de celles des données d'entrée et des hypothèses sur lesquelles reposent les modèles utilisés (calcul dynamique ou à l'état stationnaire, temps nécessaire pour satisfaire une hypothèse d'équilibre,...). Le détail de ces hypothèses est présenté dans le document "Jeux d'équations pour la modélisation des expositions liées à la contamination d'un sol ou aux émissions d'une installation industrielle" (référence INERIS DRC-08-94882-16675B).

MODUL'ERS peut être utilisé pour des substances organiques et inorganiques. Toutefois, dans sa version actuelle, MODUL'ERS ne prend pas en compte le pH des milieux et ne calcule pas la fraction ionisée des substances organiques partiellement ionisables. Pour étudier les substances organiques partiellement ionisables, il peut être nécessaire d'ajuster les paramètres relatifs aux substances en fonction de la répartition entre la forme neutre et la forme ionisée dans le milieu. Pour le mercure, MODUL'ERS donne des valeurs de paramètres pour les formes inorganique et organique, mais n'estime pas la répartition des deux formes dans les différents milieux.

2. Materials/Species

Materials

Name	Enabled
Toluène	Yes
Xylènes	Yes

3. Model description

Interaction Matrix

Constantes Reglages	Constantes Reglages to Conc gaz air interieur J E	Constantes Reglages to Conc gaz air exterieur		1
	Conc gaz air interieur J E		Conc gaz air interieur J E to Niveaux Exposition Risque	2
	Conc gaz air exterieur to Conc gaz air interieur J E	Conc gaz air exterieur	Conc gaz air exterieur to Niveaux Exposition Risque	3
			Niveaux Exposition Risque	4
1	2	3	4	

3.1. Constantes Reglages

Constantes Reglages		Sub-system
Id	Constantes_Reglages	
Enabled flag	Yes	
Symbol	Constantes Reglages	
Object	Output	Sub-system
type Polluant	type Polluant type Polluant	Conc gaz air interieur J E Conc gaz air exterieur
inorganique	inorganique inorganique	Conc gaz air interieur J E Conc gaz air exterieur
organique	organique organique	Conc gaz air interieur J E Conc gaz air exterieur

General variable changes

Vector general variables

Full Name	Symbol	Unit
type_Polluant	type Polluant	
Description		
Indiquer s'il s'agit d'un polluant organique ou inorganique		
Materials	Value	Predefined value
Toluène	organique	Constantes_Reglages.non_defini
Xylènes	organique	Constantes_Reglages.non_defini

Parameter changes

Scalar parameters

Full Name				Symbol	Unit
Age de l'individu au début de l'exposition				Age individu,debut,expo	year
Description					
sert au calcul de la dose d'exposition de l'individu en fonction de son âge (effets cancérigènes)					
Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
18.0	0.0			unid(0,18)	

Full Name	Symbol	Unit			
Durée d'exposition de l'individu	Duree _{expo,individu}	year			
Description					
sert au calcul de la dose d'exposition de l'individu en fonction de son âge (effets cancérigènes).Durée d'exposition de l'individu à ou aux source(s) de contamination du site.					
Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
42.0	30.0				

Vector parameters

Full Name	Symbol	Unit				
Age minimal de chaque classe d'âge	Age _{min,classes}	year				
Description						
sert au calcul de la dose d'exposition de l'individu en fonction de son âge (effets cancérigènes). Pour chaque classe d'âge à prendre en compte, définir l'âge minimal. Les classes doivent se succéder selon l'âge croissant. Pour les classes non utilisées, laisser la valeur infinie par défaut.						
Classes_d'age	Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
classe_1	18.0	0.0				
classe_10	Infinity					
classe_2	Infinity	1.0				
classe_3	Infinity	3.0				

classe_4	Infinity	6.0
classe_5	Infinity	11.0
classe_6	Infinity	15.0
classe_7	Infinity	18.0
classe_8	Infinity	
classe_9	Infinity	

3.2. Conc gaz air interieur J E

Conc gaz air interieur J E		Sub-system
Id	Conc_gaz_air_interieur_J_E	
Enabled flag	Yes	
Symbol	Conc gaz air interieur J E	
Description	Le module est basé sur les équations du modèle de Johnson et Ettinger (Johnson et al., 1991). Il permet le calcul du flux d'émission à partir d'une source sol ou d'une source nappe et l'estimation des concentrations attendues dans l'endroit où a lieu l'émission (sous-sol ou pièces à vivre selon les cas) et dans le lieu de vie, si le bâtiment comporte un sous-sol. La moyenne annuelle de la concentration dans le lieu de vie et les niveaux d'exposition par inhalation sont également calculées. Dans le cas d'un bâtiment sur sous-sol, il est possible de distinguer la fraction de temps passé dans le sous-sol et la fraction de temps passé dans les pièces à vivre. La concentration de la source est définie comme une constante . <u>Ce module est conçu pour un bâtiment construit sur une dalle (dalle d'un bâtiment de plain pied ou dalle d'un sous-sol). Il n'est pas adapté dans le cas d'un bâtiment sur vide sanitaire.</u> Pour le calcul du flux d'émission, <u>l'utilisateur peut définir les caractéristiques de 2 couches de sol différentes entre la source et la surface inférieure de la dalle du bâtiment . Ces couches de sol sont numérotées de la source vers la surface</u> . La partie enterrée du bâtiment est supposée incluse dans une couche de mêmes caractéristiques que la couche 2 (utilisation par le modèle des caractéristiques de cette couche de sol pour estimer les flux convectif et diffusif au niveau de la dalle). Par conséquent, si <u>une seule couche de sol a besoin d'être renseignée entre la source et la surface d'émission (sol homogène), renseigner la couche numérotée 2 et laisser les valeurs par défaut des données d'entrée pour la couche 1</u> . 1) <u>Dans le cas d'une source nappe</u> , en plus du transfert dans la frange capillaire, il est possible de considérer la diffusion du polluant dans la nappe ("aquifère mal mélangé"). 2) Dans le cas d'une source sol, la concentration attendue dans le bâtiment peut être estimée en utilisant la solution pour une <u>source infinie</u> ou la solution pour une <u>source finie</u> . * <u>La solution en source finie</u> peut être utilisée dans <u>le cas d'un bâtiment avec ou sans sous-sol</u> . Dans le cas d'un sous-sol, <u>celui-ci doit se trouver au-dessus de la source sol</u> (sous-sol non inclus dans la source-sol). Par ailleurs, dans le cas d'une source finie, si la distance entre la source et la dalle est nulle (epaisseur_couche1 et epaisseur_couche2 égales à 0), par défaut cette distance sera considérée comme égale à 1 cm par le modèle. *Dans le cas de la solution pour une <u>source sol considérée comme infinie</u> , si l'utilisateur définit <u>le volume de la source et la concentration dans le sol (Cs_source)</u> , le flux d'émission émis à un instant t peut être limité par un <u>contrôle de la masse de polluant dans le sol</u>. Le contrôle de la masse de polluant porte soit sur le flux d'émission instantané, soit sur la quantité de polluant émise depuis le début de la simulation. - Dans le premier cas (contrôle de la masse de polluant portant sur le flux d'émission instantané), le flux d'émission (appelé J), résultant des transferts par convection et diffusion, est constant jusqu'à l'instant t, où $J \times t \times \text{Surface_batiment} = Q$ (quantité initiale présente dans le sol) puis il est égal à : $Q / \text{Surface_batiment} / t$. Le flux ainsi calculé sert notamment au calcul des niveaux d'exposition des cibles à un instant t (Cinh_fraction_expo_classe_age et Cinh_fraction_expo_individu), ainsi qu'au calcul de la concentration dans le lieu de vie en moyenne annuelle (Cinh_lieu_vie_moy_an) et des niveaux d'exposition par inhalation en moyenne annuelle	

(Cinh_fraction_expo_classe_age_moy_an) au-delà de la première année de simulation.

- Dans le second cas (contrôle de masse de polluant sur la quantité de polluant émise depuis le début de la simulation), le flux d'émission (appelé J_{prime}), résultant des transferts par convection et diffusion, est constant jusqu'à l'instant t , où $J \times t \times X_{Surface_batiment} = Q$ (quantité initiale présente dans le sol) puis il est égal à 0. Le flux ainsi calculé sert notamment au calcul du niveau d'exposition par inhalation sur la vie entière (Cinh_fraction_expo_vie_entiere) et aux niveaux d'exposition en moyenne annuelle lors de la première année de simulation (les variables calculées selon cette approche portent le suffixe $_{prime}$).

Pour une source sol infinie, la concentration dans l'air du sol peut aussi être calculée en tenant compte ou non du mélange de substances présentes dans le sol et en appliquant ou non la loi de Raoult pour cela.

L'apport de polluant dans le bâtiment à partir de l'air extérieur peut également être pris en compte en définissant la concentration dans l'air extérieur (Cag_e_Hb_attrib)
La concentration de bruit de fond dans l'air intérieur peut être prise en compte. La fraction gazeuse peut être définie par l'utilisateur (Cag_i_BF_E) ou calculée à partir de l'équation 1.1.35 et de la concentration de bruit de fond dans l'air incluant les fractions gazeuse et particulaire (Ca_i_BF).

Object	Input	Sub-system
inorganique	inorganique	Constantes Reglages
type Polluant	type Polluant	Constantes Reglages
Cag_e,Hb,attrib	Cag_e,Hb,attrib	Conc gaz air exterieur
organique	organique	Constantes Reglages
Cag_e,Hb,attrib,prime	Cag_e,Hb,attrib,prime	Conc gaz air exterieur
Object	Output	Sub-system
Cinh_fraction,expo,vie,entiere	Cinh_fraction,expo,vie,entiere	Niveaux Exposition Risque
Cinh fraction expo classe age moy an	Cinh_fraction,expo,classe,age,moy,an	Niveaux Exposition Risque

General variable changes

Vector general variables

Full Name	Symbol	Unit
definition_Cinh	definition Cinh	
Description		
Sélectionner l'option à prendre en compte pour définir la concentration de polluant dans le bâtiment (lieu d'entrée du flux dans le bâtiment pièce à vivre dans le cas d'un bâtiment sur dalle ou sous-sol dans les autres cas). Il peut s'agir d'une valeur calculée par le modèle : concentration attribuable au site (valeur_Cag_i_inh_attrib) ou concentration totale (valeur_Cag_i_inh_tot) ou d'une valeur définie par l'utilisateur (valeur_entrée)		
Materials	Value	Predefined value
Toluène	valeur_Cag_i_inh_attrib	Conc_gaz_air_interieur_J_E.valeur_entree
Xylènes	valeur_Cag_i_inh_attrib	Conc_gaz_air_interieur_J_E.valeur_entree

Full Name	Symbol	Unit
definition_source	definition source	
Description		
A définir si definition_Cinh est différent de valeur_entree. Sélectionner le type de modélisation : modèle de Johnson et Ettingher en source finie, utilisable uniquement dans le cas d'une source sol et si la pollution n'est pas à une profondeur inférieure à celle de la dalle du bâtiment (cas des murs au niveau de la source de pollution), ou en source infinie (source-sol ou source-nappe).		
Materials	Value	Predefined value
Toluène	source_infinie	Conc_gaz_air_interieur_J_E.non_defini
Xylènes	source_infinie	Conc_gaz_air_interieur_J_E.non_defini

Parameter changes

Scalar parameters

Full Name	Symbol	Unit			
Epaisseur de la dalle du bâtiment	ldalle	m			
Description					
A définir si definition_Cinh est different de valeur_entree.					
Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
0.1	0.12	0.08	0.15		
Comment					
Vérifié. 0,12 m : épaisseur minimale pour une maison (0,08 m autrefois), 0,15 épaisseur minimale pour un usage industriel					

Full Name				Symbol	Unit
Hauteur du bâtiment				HBat	m
Description					
A définir si definition_Cinh est différent de valeur_entree					
Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
2.5	0.0				
Comment					

Vérifié

Full Name				Symbol	Unit
Largeur_Bat				Largeur_Bat	m
Description					
A définir si definition_Cinh est différent de valeur_entree					
Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
2.0	0.0				

Full Name	Symbol	Unit			
Longueur du bâtiment	Longueur _{Bat}	m			
Description					
A définir si definition_Cinh est différent de valeur_entree					
Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
3.0	0.0				

Full Name	Symbol	Unit			
Perméabilité intrinsèque de la couche 2	ka,2	m ²			
Description					
A définir si definition_Cinh est différent de valeur_entree. Sert au calcul du flux d'air du sol entrant dans le bâtiment (Qsol). Paramètre à renseigner même si la couche polluée vient au contact de la dalle du bâtiment : utiliser alors la perméabilité de la couche polluée					
Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
9.6E-14	0.0	1.0E-16	1.0E-10		
Comment					
Vérifié. Sols sableux : 10 ⁻¹³ à 10 ⁻¹⁰ ; Sols limoneux : 10 ⁻¹³ à 10 ⁻¹¹ ; Sols argileux : 10 ⁻¹⁶ à 10 ⁻¹²					

Full Name	Symbol	Unit			
Porosite de la couche de sol 2	n2	unitless			
Description					
A définir si definition_Cinh est différent de valeur_entree. Paramètre à renseigner même si la couche polluée vient au contact de la dalle du bâtiment : utiliser alors la même porosité que celle de la couche polluée					
Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
0.442	0.0	0.25	0.5		
Comment					
Vérifié. Sols sableux : 0,25 à 0,4 (0,4 par défaut) ; sols limoneux et argileux : 0,35 à 0,5 (0,45 par défaut)					

Full Name	Symbol	Unit
Porosité de la couche de sol pollué	Porosite_couche,source	unitless
Description		
A définir si definition_Cinh est différent de valeur_entree et s'il s'agit d'une source sol (definition Cas_source_sol=valeur_calculée_sol ou definition Cas_source_sol=valeur_entree_sol)		

Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
0.442	0.0	0.25	0.5		

Comment

Vérifié. Sols sableux : 0,25 à 0,4 (0,4 par défaut) ; sols limoneux et argileux : 0,35 à 0,5 (0,45 par défaut)

Full Name	Symbol	Unit
Rayon de fissure	Rayon fissure	m

Description

A définir si definition_Cinh est différent de valeur_entree

Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
0.0050	0.0	5.0E-4	0.0050		

Vector parameters

Full Name	Symbol	Unit
Coefficient de diffusion dans l'air	Da	$m^2 s^{-1}$

Materials	Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
Toluène	7.8E-6	NaN				
Xylènes	6.9E-6	NaN				

Full Name	Symbol	Unit
Coefficient de diffusion dans l'eau	De	$m^2 s^{-1}$

Materials	Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
Toluène	9.2E-10	NaN				
Xylènes	8.5E-10	NaN				

Full Name	Symbol	Unit
Concentration dans l'air du sol à la surface de la nappe ou au niveau de la source sol (hors bruit de fond)	Cas _{source,E}	$mg m^3$

Description

A définir si definition_Cinh est différent de valeur_entree et si definition_Cas_source==valeur_entree_sol ou valeur_entree_nappe

Materials	Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
Toluène	0.03591	NaN				
Xylènes	0.1197	NaN				

Full Name	Symbol	Unit
Constante de Henry à température du sol	H _{Ts}	$Pa m^3 mol^{-1}$

Description

A définir si definition_Cinh est différent de valeur_entree. Mettre à 0 pour les substances inorganiques (hors mercure)

Materials	Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
Toluène	537.0	-1.0				
Xylènes	660.0	-1.0				

Full Name	Symbol	Unit
Epaisseur de la couche 2 de la ZNS	l2	m

Description

Epaisseur de la couche 2 de la ZNS (située entre la couche 1 et la dalle du bâtiment. Dans le cas d'une source nappe, la hauteur de la frange capillaire n'est pas incluse dans l'épaisseur de la couche 2. A définir si definition_Cinh est différent de valeur_entree

Materials	Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
Toluène	1.0	0.0				
Xylènes	1.0	0.0				

Full Name	Symbol	Unit
Fraction annuelle de temps passé à l'intérieur (lieu de vie + sous-sol) sur le site	f	unitless
	annuelle,temps,int	

Description

A définir pour le calcul du niveau d'exposition par inhalation

Classes_d'age	Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
classe_1	0.183	0.726				
classe_10	0.0					
classe_2	0.0	0.726				
classe_3	0.0	0.63				
classe_4	0.0	0.63				
classe_5	0.0	0.643				
classe_6	0.0	0.606				
classe_7	0.0	0.686				
classe_8	0.0					
classe_9	0.0					

Classes_d'age	Comment
classe_1	Vérifié. temps passé au domicile, à l'intérieur
classe_10	
classe_2	Vérifié. temps passé au domicile, à l'intérieur
classe_3	Vérifié. temps passé au domicile, à l'intérieur
classe_4	Vérifié. temps passé au domicile, à l'intérieur
classe_5	Vérifié. temps passé au domicile, à l'intérieur
classe_6	Vérifié. temps passé au domicile, à l'intérieur
classe_7	Vérifié. temps passé au domicile, à l'intérieur
classe_8	
classe_9	

Lookup table changes

Scalar lookup tables

Full Name	Symbol	Unit
Teneur en eau de la couche de sol 2	$\Theta_{couche2}$	unitless
Description		
A définir si definition_Cinh est différent de valeur_entree. Paramètre à renseigner même si la couche polluée vient au contact de la dalle du bâtiment : utiliser alors la même teneur en eau que celle de la couche polluée		
Cyclic option		
No		
Interpolation		
Interpolation-Use End Values		
Time	Values	
Predefined	0.0:0.0	
0.0	0.079	

3.3. Conc gaz air exterieur

Conc gaz air exterieur		Sub-system
Id	Conc_gaz_air_exterieur	
Enabled flag	Yes	
Symbol	Conc gaz air exterieur	
Description	Le module permet le calcul du flux d'émission à partir d'une source sol ou d'une source nappe, l'estimation des concentrations attendues dans l'air et les niveaux d'exposition par inhalation de polluant gazeux en milieux extérieur Dans les deux cas, <u>l'utilisateur peut définir les caractéristiques de 2 couches de sol différentes au-dessus de la source (sauf pour le calcul du flux de diffusion à partir d'une source sol finie). Ces couches de sol sont numérotées de la source vers la surface . Si une seule couche de sol a besoin d'être renseignée entre la source et la surface d'émission (sol homogène), renseigner la couche numérotée 2 et laisser les valeurs par défaut des données d'entrée pour la couche 1 .</u> 1) <u>Dans le cas d'une source nappe , la concentration sera définie comme une constante</u> . Il sera possible de considérer des remontées capillaires jusqu'à la surface ou non et la diffusion du polluant dans la nappe ("aquifère mal mélangé") en plus du transfert dans la frange capillaire. 2) <u>Dans le cas d'une source sol, si la distance entre la source et la surface du sol est non nulle, le flux de diffusion devra être calculé en régime stationnaire (ce qui correspond à une source sol infinie) , avec ou sans remontées capillaires à la surface. La concentration dans le sol ou le gaz du sol sera définie comme une constante .</u> Dans ce cas, <u>en définissant le volume de la source, la surface d'émission (S_émission) et la concentration dans le sol (Cs_source)</u> , il est néanmoins possible de limiter le flux d'émission émis à un instant t par un <u>contrôle de la masse de polluant dans le sol</u> . Le contrôle de la masse de polluant effectué porte soit sur le flux d'émission instantané, soit sur la quantité de polluant émise depuis le début de la simulation. * Dans le premier cas (contrôle de la masse de polluant portant sur le flux d'émission instantané), le flux d'émission (appelé J), résultant des transferts par convection et diffusion, est constant jusqu'à l'instant t, où $J \times t \times X_{S_émission} = Q$ (quantité initiale présente dans le sol) puis il est égal à : $Q / S_émission / t$. Le flux ainsi calculé sert notamment au calcul des niveaux d'exposition des cibles à un instant t (Cinh_fraction_expo_classe_age et Cinh_fraction_expo_individu), ainsi qu'au calcul de la concentration dans le lieu de vie en moyenne annuelle (Cinh_lieu_vie_moy_an) et des niveaux d'exposition par inhalation en moyenne annuelle (Cinh_fraction_expo_classe_age_moy_an) au-delà de la première année de simulation. * Dans le second cas (contrôle de masse de polluant sur la quantité de polluant émise depuis le début de la simulation), le flux d'émission (appelé J_prime), résultant des transferts par convection et diffusion, est constant jusqu'à l'instant t, où $J \times t \times X_{S_émission} = Q$ (quantité initiale présente dans le sol) puis il est égal à 0. Le flux ainsi calculé sert notamment au calcul du niveau d'exposition par inhalation sur la vie entière (Cinh_fraction_expo_vie_entiere) et aux niveaux d'exposition en moyenne annuelle lors de la première année de simulation (les variables calculées selon cette approche portent le suffixe _prime). Par ailleurs, dans le cas d'une source sol infinie, la concentration dans l'air du sol peut être calculée en tenant compte ou non du mélange de substances présentes dans le sol et en appliquant ou non la loi de Raoult pour cela. * <u>Dans le cas d'une source sol, si la distance entre la source et la surface du sol est nulle , le flux de diffusion devra être calculé en utilisant l'approche de Jury (1984) : approche avec une source-sol finie.</u>	

Pour le calcul de la concentration inhalée par les cibles, il est possible, en plus des sources sol ou nappe, de tenir compte de la concentration de polluant liée à d'autres sources de polluants issues du site. Pour définir cette concentration et la concentration de bruit de fond dans l'air, l'utilisateur peut définir les concentrations incluant les fractions gazeuse et particulaire ($Ca_e_autres_sources_sites$ et Ca_e_BF respectivement) ou les concentrations gazeuses seules ($Cag_e_autres_sources_sites_E$ et Cag_e_BF). Dans le premier cas, la fraction gazeuse sera calculée à partir de l'équation 1.1.35 du rapport sur les Jeux d'équation.

La concentration inhalée par les cibles est calculée à la hauteur de respiration de ces cibles. Il est aussi possible de calculer la concentration dans l'air à une hauteur Hb différente (exemple hauteur des fenêtres pour connecter cette donnée au module $Conc_gaz_air_int_Volasoil$ et tenir compte de l'apport de polluant dans le bâtiment à partir de l'extérieur).

Voir le chapitre 1.2 Partie B du rapport Jeux d'équations pour la modélisation des expositions liées à la contamination d'un sol ou aux émissions d'une installation industrielle et note INERIS_DRC_18 sur les modes de calcul des flux de polluant..

Object	Input	Sub-system
type Polluant	type Polluant	Constantes Reglages
inorganique	inorganique	Constantes Reglages
organique	organique	Constantes Reglages
Object	Output	Sub-system
$Cag_e,Hb,attrib$	$Cag_e,Hb,attrib$	Conc gaz air interieur J E
$Cinh_fraction,expo,vie,entiere$	$Cinh_fraction,expo,vie,entiere$	Niveaux Exposition Risque
$Cinh_fraction_expo_classe_age_moy_an$	$Cinh_fraction,expo,classe,age,moy,an$	Niveaux Exposition Risque
$Cag_e,Hb,attrib,prime$	$Cag_e,Hb,attrib,prime$	Conc gaz air interieur J E

General variable changes

Vector general variables

Full Name	Symbol	Unit
definition_Cinh	definition Cinh	
Description		
Sélectionner la concentration à prendre en compte pour le calcul du niveau d'exposition des cibles. Il peut s'agir d'une valeur calculée par le modèle : concentration attribuable au site (valeur_Cag_e_inh_attrib) ou concentration totale (valeur_Cag_e_inh_tot) ou d'une valeur définie par l'utilisateur (valeur_entree)		
Materials	Value	Predefined value
Toluène	valeur_Cag_e_inh_attrib	Conc_gaz_air_exterieur.valeur_entree
Xylènes	valeur_Cag_e_inh_attrib	Conc_gaz_air_exterieur.valeur_entree

Full Name	Symbol	Unit
definition_flux_J	definition flux J	
Description		
A si definition_Cinh est différent de valeur_entree ou si l'utilisateur veut calculer la concentration gazeuse à la hauteur Hb. Sélectionner le mode d'estimation du flux d'émission à utiliser pour le calcul de la concentration dans l'air extérieur attribuable à la contamination du sol ou de la nappe : valeur calculée par le modèle pour une source-nappe sans remontées capillaires à la surface, pour une source-nappe avec remontées capillaires jusqu'à la surface, pour une source-sol finie, pour une source-sol infinie ou valeur définie par l'utilisateur. Si la source sol affleure à la surface, sélectionner source-sol finie.		
Materials	Value	Predefined value
Toluène	source_sol_infinie	Conc_gaz_air_exterieur.valeur_entree
Xylènes	source_sol_infinie	Conc_gaz_air_exterieur.valeur_entree

Parameter changes

Scalar parameters

Full Name	Symbol	Unit			
Dimension de la zone d'émission parallèle à la direction du vent	Dim _{zone,emission}	m			
Description					
A définir si definition_C_inh est différent de valeur_entree ou si l'utilisateur veut calculer la concentration gazeuse à la hauteur Hb. Sert au calcul des concentrations gazeuses dans l'air extérieur attribuable au sol ou à la nappe					
Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
4.0	0.0				

Full Name	Symbol	Unit			
Porosité de la couche contenant la source sol	Porosite_couche,source	unitless			
Description					
A définir si definition_Flux_J=source_sol_finie ou definition_Flux_J=source_sol_infinie					
Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
0.442	0.0	0.25	0.5		
Comment					

Vérifié. Sols sableux : 0,25 à 0,4 (0,4 par défaut) ; sols limoneux et argileux : 0,35 à 0,5 (0,45 par défaut)

Full Name				Symbol	Unit
Porosité de la couche de sol 2				n_2	unitless
Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
0.442	0.0	0.3	0.7		
Comment					
Vérifié. Sols sableux : 0,4 par défaut : sols limoneux et argileux : 0,5					

Vector parameters

Full Name	Symbol	Unit				
Cas_source_sol_E (Concentration dans l'air du sol au niveau de la source sol (hors bruit de fond))	Cas _{source,sol,E}	mg m ⁻³				
Description						
Concentration dans l'air du sol au niveau de la source sol (hors bruit de fond) : valeur définie par l'utilisateur. A définir si definition_Cinh différent de valeur_entree, definition_Cas_source_sol=valeur_entree et s'il s'agit d'une source sol ou bien si l'utilisateur veut calculer la concentration gazeuse à la hauteur Hb, definition_Cas_source_sol=valeur_entree et s'il s'agit d'une source sol						
Materials	Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
Toluène	0.03591	NaN				
Xylènes	0.1197	NaN				

Full Name				Symbol	Unit	
Coefficient de diffusion dans l'air				Da	m ² s ⁻¹	
Description						
A définir si definition_Cinh et definition_Flux_J sont différents de valeur_entree ou bien si l'utilisateur veut calculer la concentration gazeuse à la hauteur Hb et definition_Flux_J est différent de valeur_entree.						
Materials	Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
Toluène	7.8E-6	NaN				
Xylènes	6.9E-6	NaN				

Full Name				Symbol	Unit	
Coefficient de diffusion dans l'eau				De	m ² s ⁻¹	
Description						
A définir si definition_Cinh et definition_Flux_J sont différents de valeur_entree ou bien si l'utilisateur veut calculer la concentration gazeuse à la hauteur Hb et definition_Flux_J est différent de valeur_entree.						
Materials	Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
Toluène	9.2E-10	NaN				
Xylènes	8.5E-10	NaN				

Full Name	Symbol	Unit
-----------	--------	------

Constante de Henry à température du sol

H_{Ts} $\text{Pa m}^3 \text{mol}^{-1}$

Description

A définir si definition_Cinh et definition_Flux_J sont différents de valeur_entree ou bien si l'utilisateur veut calculer la concentration gazeuse à la hauteur Hb et definition_Flux_J est différent de valeur_entree. Mettre à 0 pour les substances inorganiques sauf mercure

Materials	Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
Toluène	537.0	-1.0				
Xylènes	660.0	-1.0				

Full Name

Symbol

Unit

Épaisseur de la couche 2 de la ZNS (située entre la couche 1 et la surface du sol)

l_2

m

Description

Épaisseur de la couche 2 de la zone insaturée du sol (situé entre la surface et la couche1). A définir si definition_flux_J =source_sol_infinie ou si definition_Cas_source_nappe=valeur_calculée. **Si definition_flux_J=source_sol_infinie, l'épaisseur de la couche 2 doit être supérieure à 0** (approche ne pouvant pas être utilisée pour une source sol affleurant à la surface)

Materials	Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
Toluène	1.0	0.0				
Xylènes	1.0	0.0				

Full Name

Symbol

Unit

Fraction annuelle de temps passé à l'extérieur sur le site

f

unitless

annuelle,temps,ext

Description

A définir pour le calcul du niveau d'exposition par inhalation

Classes_d'age	Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
classe_1	0.05	0.0313				
classe_10	0.0					
classe_2	0.0	0.0313				
classe_3	0.0	0.0999999999999999				
classe_4	0.0	0.1				
classe_5	0.0	0.0361				
classe_6	0.0	0.0361				
classe_7	0.0	0.0279				
classe_8	0.0					
classe_9	0.0					
Classes_d'age	Comment					
classe_1	Temps passé à l'extérieur au domicile					
classe_10						
classe_2	Temps passé à l'extérieur au domicile					
classe_3	Temps passé à l'extérieur au domicile					
classe_4	Temps passé à l'extérieur au domicile					
classe_5	Temps passé à l'extérieur au domicile					

classe_6	Temps passé à l'extérieur au domicile
classe_7	Temps passé à l'extérieur au domicile. Pour les agriculteurs, f_annuelle_temps_ext=0,26
classe_8	
classe_9	

Full Name				Symbol	Unit	
Hauteur de respiration de la cible				H _{resp}	m	
Description						
doit être supérieure à 0						
Classes_d'age	Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
classe_1	1.5	0.3				
classe_10	0.0					
classe_2	0.0	0.7				
classe_3	0.0	0.9				
classe_4	0.0	1.1				
classe_5	0.0	1.35				
classe_6	0.0	1.5				
classe_7	0.0	1.55				
classe_8	0.0					
classe_9	0.0					
Classes_d'age	Comment					
classe_1	Se rapporte à un enfant assis					
classe_10						
classe_2	Estimé à partir de la taille					
classe_3	Estimé à partir de la taille					
classe_4	Estimé à partir de la taille					
classe_5	Estimé à partir de la taille					
classe_6	Estimé à partir de la taille					
classe_7	Estimé à partir de la taille					
classe_8						
classe_9						

Full Name				Symbol	Unit	
Surface d'émission de la source_sol				S _{emission}	m ²	
Description						
Paramètre utilisé pour calculer le flux maximal émis à partir d'une souce sol de type infini. Si la surface de la source n'est pas connue, laisser la valeur par défaut (le flux maximal émis lié à la quantité initiale de polluant présente dans le sol ne sera alors pris en compte = pas de contrôle de la mase de polluant dans le sol).						
Materials	Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
Toluène	10.0	0.0				
Xylènes	10.0	0.0				

Full Name	Symbol	Unit
-----------	--------	------

Vitesse du vent dans la boîte à la hauteur de respiration des cibles

u_{Hresp} $m s^{-1}$

Classes_d'age	Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
classe_1	3.0	0.0				
classe_10	0.0					
classe_2	0.0					
classe_3	0.0					
classe_4	0.0					
classe_5	0.0					
classe_6	0.0					
classe_7	0.0					
classe_8	0.0					
classe_9	0.0					

Lookup table changes

Scalar lookup tables

Full Name	Symbol	Unit
Teneur en eau de la couche de sol 2	$\Theta_{couche2}$	unitless
Description		
A définir en fonction du bilan hydrique		
A définir en fonction du bilan hydrique, sables : de 0,04 à 0,28, limons : de 0,1 à 0,34, argile : 0,15 à 0,39 (Bruand, 2004 ; EPFL, 2006 ; Cornell University)		
Cyclic option		
No		
Interpolation		
Interpolation-Use End Values		
Time	Values	
Predefined	0.0:0.0	
0.0	0.079	

3.4. Niveaux Exposition Risque

Niveaux Exposition Risque

Sub-system

Id	Niveaux_Exposition_Risque	
Enabled flag	Yes	
Symbol	Niveaux Exposition Risque	
Description	Ce module permet de calculer, d'une part les niveaux d'exposition chroniques (en moyenne annuelle) pour les différentes classes d'âge définies par l'utilisateur et pour le profil d'individus (défini par l'âge en début d'exposition et la date au début de l'exposition : cf. module Constantes_Reglages), et d'autre part les niveaux de risques chroniques pour des effets cancérigènes et non cancérigènes. Les niveaux de risques sont définis par substance individuelle et pour toutes les substances et peuvent aussi être définis par organe cible, en précisant les organes cibles de chaque substance par voies orale et respiratoire. La classe d'âge ayant les niveaux de risque non cancérigènes les plus élevés est mise en évidence (Max_Age_QD_). Pour la voie orale, l'utilisateur peut définir en données d'entrée les doses d'exposition en fonction du temps pour les différentes classes d'âge et le profil d'individus définis ou bien connecter ces données à partir des modules adhoc (modules "Sol", "Vegetaux", "Animaux_aquatiques"...). Pour l'inhalation, les concentrations inhalées en moyenne annuelle, pondérées par la fréquence d'exposition pour les différentes classes d'âge (Cinh_fraction_expo_classe_age_moy_an) seront définies par l'utilisateur ou connectées aux données des modules adhoc pour le calcul des risques non cancérigènes. Pour le calcul du risque cancérigène par inhalation, la concentration inhalée moyennée sur la durée d'exposition et pondérée par la fréquence d'exposition (Cinh_fraction_expo_vie_entiere) sera définie ou connectée aux données des modules adhoc. Attention : Les VTR (Valeurs de Référence Toxicologiques) et les organes cibles de chaque substance ne sont pas renseignés par défaut.	
Object	Input	Sub-system
Cinh fraction,expo,vie,entiere	Cinh fraction,expo,vie,entiere Cinh fraction,expo,vie,entiere	Conc gaz air interieur J E Conc gaz air exterieur
Cinh fraction,expo,classe,age,moy,an	Cinh fraction expo classe age moy an Cinh fraction expo classe age moy an	Conc gaz air interieur J E Conc gaz air exterieur

Parameter changes

Vector parameters

Full Name	Symbol	Unit
VTR à seuil par voie respiratoire	VTR _{seuil,inh}	mg m ⁻³
Description		
Si la substance ne possède pas de VTR pour les effets à seuil par voie respiratoire, laisser la mention "NaN"		

Materials	Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
Toluène	19.0	NaN				
Xylènes	0.1	NaN				

4. Simulation settings

Simulation type	Deterministic
Start time	0.0 Years
End time	70.0 Years
Output option	Produce specified output only
Time series	Linear Increment(start,end,1.0)
Solver	NDF
Absolute tolerance	Auto
Relative tolerance	0.0010
Initial step size	1.0E-5
Maximum step size	0.5
Minimum step size	Auto
Refine output	1
Limit number of data points to last	1000
Control error relative to norm of solution	No
Allowed number of step size violations	1
Enable saturation	Yes
Maximum order	5
LU decomposition matrix format	Dense

5. Results

Tables

Raw data table

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh [Toluène] [classe 1]
1	1,31E-7

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh [Xylènes] [classe 1]
1	7,57E-5

Iteration	Niveaux Exposition Risque.Somme QD inh [classe 1]
1	7,58E-5

Copyright (C) INERIS 2013-2014 All Rights Reserved

Annexe 10 : Evaluation des incertitudes

Incertitudes liées aux concentrations

Les concentrations prises en compte dans les calculs présentés précédemment sont les concentrations maximales mises en évidence sur le site. Ces concentrations et toutes les étapes précédant les analyses présentent plusieurs points d'incertitudes (liste non exhaustive) :

- La précision des résultats d'analyses au laboratoire, liés à un grand nombre de facteurs physiques et chimiques, qui peut donc sous-estimer ou surestimer la concentration réelle.
- Les délais entre le prélèvement et l'analyse, qui contribue potentiellement à la dégradation partielle des composés les moins stables.
- Les pertes liées à la méthode de prélèvement, qui peut participer à la volatilisation de certains composés.
- La représentativité des forages, chaque sondage donnant une image d'un point précis dont la représentativité dépend du nombre de sondages avoisinant.

Tous ces paramètres contribuent donc à des incertitudes sur les concentrations prises en compte, avec potentiellement des concentrations plus importantes qui n'ont pas été mises en évidence.

Le niveau de risques étant directement proportionnel à la concentration, l'augmentation ou la diminution des concentrations utilisées dans les calculs peut entraîner des résultats significativement différents. Une augmentation de 100% de la concentration d'un composé va donc entraîner une augmentation de 100 % des QD et ERI associés.

Autres sources d'incertitudes

Un certain nombre d'autres facteurs peuvent engendrer des incertitudes sur les résultats des calculs. Les principaux facteurs d'incertitudes mis en évidence sur cette étude sont listés ci-dessous.

- **Influence de la lithologie**

Les calculs réalisés au cours de cette étude ont été faits en considérant que le sol était un ensemble uniforme et homogène dont les caractéristiques dynamiques (porosité, teneur en eau et en air...) étaient des valeurs moyennes pondérées des caractéristiques d'un sol limon sableux et d'un sol argilo-sableux. La lithologie observée ayant mis en évidence une interface entre ces deux faciès lithologiques, il y aura des différences dans l'importance des sources sols (présentes dans les limons sableux) et l'influence de la nappe (dans les argiles sableuses) par rapport aux calculs réalisés ici.

De manière qualitative, on peut déterminer que les sources sols présenteront un risque plus important et la nappe un risque moins important que ceux calculés.

Il est également à noter que les calculs de risques avec le modèle Johnson & Ettinger considère que le sol est constitué de niveaux horizontaux continus et homogènes. Les sols du site n'étant très probablement pas dans cette configuration, de nombreuses différences entre les calculs et la réalité peuvent apparaître dus à l'hétérogénéité des sols (texture, profil...)

- **Influence des temps d'exposition**

Les calculs de risques par inhalation ont été réalisés en considérant des durées d'exposition en intérieur « standards » et régulièrement utilisées, qui sont les valeurs utilisées par l'INERIS dans leur module de calcul MO-DUL'ERS.

- **Incertitudes liées aux modèles et à la méthodologie des prélèvements et des calculs**

Les calculs de risques sanitaires font l'objet de nombreuses incertitudes dues aux outils de modélisation et au choix arbitraire de certains paramètres. Les incertitudes sont donc présentes tout au long du processus de calcul du risque et peuvent parfois être significatives. Certains exemples sont présentés ci-dessous :

- **Le taux de fissuration de la dalle et le taux de ventilation de la pièce** : le taux de fissuration a été pris égal à la valeur par défaut du modèle Johnson and Ettinger. Par principe de précaution, le taux de ventilation dans l'atelier a été choisi égal au minimum réglementaire recommandé par le code du travail pour les locaux à pollution non spécifique. Ces deux paramètres ont une grande importance dans le modèle Johnson & Ettinger et les valeurs par défaut peuvent ne pas représenter la réalité des caractéristiques du bâtiment.
- **Toutes les cibles n'ont pas été prises en compte**, seules les plus vulnérables interviennent dans le calcul. **Les fréquences d'exposition sont issues d'études statistiques** ; elles varient énormément selon les cas de figure.

Il convient de rappeler que les paramètres retenus pour l'EQRS ont tendance à surestimer les risques afin de répondre au principe de prudence scientifique qui régit l'évaluation quantitative des risques sanitaires.

- **La sélection des substances à traiter pour l'EQRS est également une source d'incertitude.** Ici les substances choisies sont les seules constituant un risque d'inhalation et dont les teneurs sont supérieures aux normes. Cependant les autres substances existent même en proportion moindre ; leur influence sur les risques encourus ne sera pourtant pas étudiée.
- **La quantification des concentrations des substances dans le sol par le laboratoire est soumise à des limites de précision.**
- Les délais entre le prélèvement et l'analyse, qui contribue potentiellement à la dégradation partielle des composés les moins stables.
- Les pertes liées à la méthode de prélèvement, qui peut participer à la volatilisation de certains composés.
- La représentativité des forages, chaque sondage donnant une image d'un point précis dont la représentativité dépend du nombre de sondages avoisinants. Des concentrations plus importantes que celles mises en évidence sont donc susceptibles d'être présentes sur le site à proximité des sondages réalisés.
- Les données toxicologiques retenues pour l'étude proviennent de l'US EPA, de l'OEHHA, de RIVM et de l'INERIS. Ce sont des valeurs reconnues dans les procédures de calculs de risques sanitaires, cependant une incertitude non quantifiable réside dans ces valeurs.
- Le calcul de risque se fait sur un scénario très précis, et ne peut pas prendre en compte les situations extérieures. Le calcul ne tient pas rigueur des expositions éventuelles à la même substance ou à d'autres substances auxquelles l'individu est confronté en dehors des scénarii établis et qui pourraient interférer et modifier considérablement l'évaluation des risques.