



GESTION DE SITES ET SOLS POLLUÉS

ÉTUDES ET EXPERTISES

MAÎTRISE D'OEUVRE

RÉHABILITATIONS

Investigations sur les gaz du sol et les eaux souterraines Analyses des enjeux sanitaires

Deux Fleuves Loire Habitat
Centre technique municipal (CTM) de Firminy
Rue Hippolyte Sauzea, 42700 Firminy

60 pages, 15 figures, 25 tableaux, 8 annexes

Client :

Deux Fleuves Loire Habitat
30 rue Palluat de Besset
42007 SAINT-ETIENNE cedex 1

Bureau d'études :

ENVIREAUSOL – Agence Auvergne Rhône-Alpes
6B rue Georges Polossat
69720 SAINT LAURENT DE MURE
Jean-Pierre GOETTMANN, Gérant

Codification NF X 31-620 :

Prestations élémentaires A210, A230, A270 et A320

Numéro de projet :

24.318

Certification de service des prestataires
dans le domaine des sites et sols pollués



www.lne.fr



Siège social – Agence Alsace
9 rue de Nairobi – 67 150 Erstein
Tél : 03 90 00 21 64 – Fax : 03 90 00 21 65
Mail : contact-alsace@envireausol.fr



Agence Auvergne-Rhône-Alpes
6B Rue Georges Polossat – 69 720 St-Laurent-de-Mure
Tél : 04 28 29 11 77
Mail : contact-rhonealpes@envireausol.fr

SARL au capital de 300 000 € – SIRET 420 997 629 000 68 – APE 7112 B
Site internet : www.envireausol.fr

DESCRIPTIF

Client	Deux Fleuves Loire Habitat
Référence client	Devis signé du 11/07/024
Site	Centre technique municipal (CTM) de Firminy Rue Hippolyte Sauzea, 42700 Firminy
Offres globales de prestations	-
Prestations élémentaires	A210, A230, A270 et A320 selon la norme NFX 31-620-2

INFORMATIONS SUR LE RAPPORT D'ENVIREAUSOL

Date du rapport	19/09/2024	
Référence du rapport	R24.318	
Version et nature de la révision	V01 – Version initiale	
Agence en charge de la rédaction & de l’approbation	EnvirEauSol - Agence Auvergne Rhône Alpes	
Rédacteur(s)	Vérificateur	Approbateur
Rémi COTE Chef de projets Orlando PÉREZ-PARRA Chef de projets	Rémi COTE Chef de projets	BOVER Frédéric Superviseur

DROIT D'AUTEUR

© L'intégralité des documents transmis dans le cadre de ce rapport est propriété d'EnvirEauSol. Toute reproduction ou utilisation non autorisée est strictement interdite.

AGENCES ENVIREAUSOL

EnvirEauSol- Agence Alsace / Siège social
9 rue de Nairobi
67150 Erstein
Tel : 03 90 00 21 64
Fax : 03 90 00 21 65
Mail : contact-alsace@envireausol.fr

EnvirEauSol- Auvergne-Rhône-Alpes
6B rue Georges Polossat
69720 Saint-Laurent-De-Mure
Tel : 04 28 29 11 77
Mail : contact-rhonealpes@envireausol.fr

CERTIFICATIONS D'ENVIREAUSOL



Certifications LNE domaines A et B sous les certificats n°23567 et n°23568 révision 7 délivrés par le LNE : Erstein - St Laurent de Mure
Certification ATTES ALUR-SECUR-MEMOIRE-TRAVAUX sous le certificat n°38376-1 délivré par le LNE : Erstein - St Laurent de Mure

Certifications MASE et OPQIBI : Erstein - St Laurent de Mure

EnvirEauSol – Siège Social : 9, rue de Nairobi – 67150 Erstein – SARL au capital de 300 000 Euros - 420 997 629 RCS Strasbourg
SIRET 420 997 629 00068 - APE 7112B - N° Identification TVA : FR 34 420 997 629 - www.envireausol.fr

R24.318 V01
A210, A230, A270 et A320



EnvirEauSol
Agence Rhône-Alpes
6B Rue Georges Polossat
69 720 SAINT-LAURENT-DE-MURE

Deux Fleuves Loire Habitat
CTM de Firminy
Firminy (42)

Sommaire

1	Introduction et objectifs	11
2	Contexte de l'étude	12
2.1	Typologie des missions – normes utilisées	12
2.2	Orientation de l'étude	12
2.3	Sources d'informations consultées	13
2.4	Localisation et caractéristiques du site	14
3	Projet d'aménagement	17
4	Synthèse des études environnementales réalisées par EnvirEauSol	18
4.1	Prestation INFOS (rapport INFOS n° R23.372 V01 du 20/02/2024)	18
4.2	Prestation DIAG (rapport DIAG n° R23.372 V01 du 20/02/2024)	20
5	Investigations environnementales sur les eaux souterraines (A210).....	24
5.1	Programme des investigations sur les eaux souterraines.....	24
5.2	Piézométrie locale	26
5.3	Evolution de la piézométrie.....	27
5.4	Caractéristiques organoleptiques, mesures <i>in situ</i> et constats de terrain.....	28
5.5	Résultats des analyses sur les eaux souterraines	29
6	Investigations environnementales sur les gaz du sol (A230)	31
6.1	Programme des investigations sur les gaz du sol	31
6.2	Résultats des investigations sur les gaz du sol	33
6.2.1	Conditions de prélèvement.....	33
6.2.2	Mesures <i>in situ</i> de composés organiques volatils	34
6.2.3	Résultats des analyses de gaz du sol	34
7	Interprétation des résultats d'analyses (A270)	36
7.1	Interprétation des analyses sur les eaux souterraines	36
7.2	Analyse critique des données et incertitudes sur les eaux souterraines	37
7.3	Interprétation des analyses sur les gaz du sol.....	37
7.3.1	Corrélation entre les résultats d'analyses de sol et de gaz du sol.....	38
7.3.2	Comparaison des résultats d'analyses sur les gaz du sol entre janvier et juillet 2024.....	38
7.4	Analyse critique des données et incertitudes sur les résultats des sols	40
7.5	Assurance qualité sur les résultats des gaz du sol	40
7.6	Limites et incertitudes liées aux investigations	41
7.7	Synthèse des investigations sur les milieux	41
8	Schéma conceptuel V1	45
8.1	Usages et cibles	45
8.2	Caractéristiques des sources et comportement des substances	45
8.3	Voies de transfert et milieux/voies d'exposition	45
8.4	Conclusion du schéma conceptuel V1.....	47
9	Analyses des enjeux sanitaires (A320)	48



9.1	Principe et méthodologie appliquée	48
9.2	Scénarii pris en compte	48
9.3	Problématique « Inhalation » - Bâtiment à usage tertiaire et résidentiel – Adulte travailleur et adulte résident.....	49
9.3.1	Paramètres d’entrée	49
9.3.2	Substances et concentrations retenues	50
9.3.3	Concentrations modélisées dans l’air ambiant intérieur	51
9.3.4	Résultats des calculs de risques.....	52
9.4	Analyse des incertitudes	54
10	Conclusions.....	56
10.1	Contexte et objectifs	56
10.2	Présentation du site et du projet d’aménagement	56
10.3	Investigations sur le milieu eaux souterraines.....	56
10.4	Investigations sur le milieu gaz du sol	57
10.5	Schéma conceptuel V1	58
10.6	Analyse des enjeux sanitaires.....	58
11	Préconisations.....	59
11.1	Préconisations en matière de sites et sols pollués	59
11.2	Précautions d’utilisation	60
Limitations du rapport		
Classification des prestations – Norme NF X 31-620-2		



Liste des figures

Figure 1 : Localisation géographique du site (Géoportail).....	14
Figure 2 : Photographie aérienne du site (Géoportail)	15
Figure 3 : Emprise cadastrale (Cadastre.gouv.fr).....	16
Figure 4 : Esquisse du projet d'aménagement (Deux Fleuves Loire Habitat).....	17
Figure 5 : Carte synthétique des principaux résultats des investigations sur les milieux sol, eaux souterraines et gaz du sol – CTM1	22
Figure 6 : Carte synthétique des principaux résultats des investigations sur les milieux sol, eaux souterraines et gaz du sol – CTM2	23
Figure 7 : Plan de localisation des piézomètres.....	25
Figure 8 : Piézométrie locale du site CTM1 en date du 23/07/2024	27
Figure 9 : Evolution de la piézométrie entre janvier et juillet 2024	28
Figure 10 : Plan de localisation des piézaires	32
Figure 11 : Graphique de l'évolution des pressions atmosphériques, des précipitations et des températures durant les jours précédant les campagnes de prélèvements (infoclimats.fr) - Données issues de la station météorologique d'Andrézieux-Bouthéon, située à environ 15 km au nord du site.....	33
Figure 12 : Comparaison de la somme des BTEX dans les gaz du sol entre janvier et juillet 2024	39
Figure 13 : Comparaison du 1,1,1-Trichloroéthane dans les gaz du sol entre janvier et juillet 2024 (CTM2)	39
Figure 14 : Carte synthétique des principaux résultats des investigations sur les milieux sol, eaux souterraines et gaz du sol – CTM	43
Figure 15 : Carte synthétique des principaux résultats des investigations sur les milieux sol, eaux souterraines et gaz du sol	44



Liste des tableaux

Tableau 1 : Présentation des offres globales de prestations et prestations élémentaires	12
Tableau 2 : Contenu de la mission (1/2).....	12
Tableau 3 : Contenu de la mission (2/2).....	13
Tableau 4 : Synthèse de l'étude INFOS (1/2)	18
Tableau 5 : Synthèse de l'étude INFOS (2/2)	19
Tableau 6 : Synthèse de l'étude DIAG (1/2).....	20
Tableau 7 : Synthèse de l'étude DIAG (2/2).....	21
Tableau 8 : Caractéristiques des ouvrages prélevés et programme analytique	24
Tableau 9 : Synthèse des niveaux piézométriques et de la cote relative du toit de la nappe – Piézométrie du 23/07/2024	26
Tableau 10 : Résultats analytiques sur les eaux souterraines – Campagne de janvier et juillet 2024 ...	30
Tableau 11 : Programme analytique sur les gaz du sol – CTM2.....	31
Tableau 12 : Programme analytique sur les gaz du sol – CTM1.....	31
Tableau 13 : Résultats analytiques sur les gaz du sol – Campagne de janvier et juillet 2024.....	35
Tableau 14 : Analyse critique des données / incertitudes sur les résultats des eaux souterraines	37
Tableau 15 : Analyse critique des données / incertitudes sur les résultats des sols.....	40
Tableau 16 : Synthèse des résultats analytiques sur les milieux (investigations de janvier et juillet 2024)	42
Tableau 17 : Usages et cibles	45
Tableau 18 : Sources de pollution	45
Tableau 19 : Synthèse des voies de transferts	46
Tableau 20 : Synthèse des milieux/voies d'exposition.....	46
Tableau 21 : Synthèse des scénarios d'exposition sur site et hors site.....	47
Tableau 22 : Composantes du schéma conceptuel – exposition par inhalation – usage tertiaire et résidentiel.....	49
Tableau 23 : Concentrations retenues dans les gaz du sol, par paramètre, pour le scénario inhalation d'air ambiant intérieur – usage tertiaire et résidentiel.....	50
Tableau 24 : Concentrations modélisées dans l'air ambiant intérieur à partir des concentrations mesurées dans les gaz du sol – usage tertiaire et résidentiel – petite pièce	51
Tableau 25 : Résultats des calculs de risque – usage tertiaire et résidentiel – petite pièce	53



Liste des annexes

pAnnexe 1 : Méthodologie d'investigations sur les eaux souterraines et gaz du sol, référentiels et valeurs de référence retenues

Annexe 2 : Fiches de prélèvements des eaux souterraines

Annexe 3 : Résultats d'analyses des eaux souterraines, rapport EUROFINS

Annexe 4 : Protocoles de prélèvements des gaz du sol

Annexe 5 : Résultats d'analyses des gaz du sol, rapport EUROFINS

Annexe 6 : Analyses des enjeux sanitaires

Annexe 7 : Résultats des modélisations RISC – Concentrations dans l'air ambiant intérieur

Annexe 8 : Propriétés des substances



Liste des abréviations utilisées

AEP : Alimentation en Eau Potable
As : Arsenic
ARIA : Analyse Recherche et Informations sur les Accidents
ARR : Analyse des Risques Résiduels
ASPITET : Apports d'une Stratification Pédologique pour l'Interprétation des Teneurs en Eléments Traces
CASIAS : Carte des anciens sites industriels et activités de services
BASOL : Base de données des Sites et sols pollués ou potentiellement pollués
BRGM : Bureau de Recherches Géologiques et Minières
BSS : Base de Données du Sous-Sol
BTEX : Benzène Toluène Ethylbenzène Xylènes
CHU : Centre Hospitalier Universitaire
Cd : Cadmium
COHV : Composés Organique Halogénés Volatils
COT : Carbone Organique Total
Cr : Chrome
Cu : Cuivre
DDPP : Direction départementale de la protection des populations
DICT : Déclarations d'Intention de Commencement de Travaux
DREAL : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
EPI : Equipement de Protection Individuelle
EQRS : Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires
ETM : Eléments Traces Métaux
HAP : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques
HCT : Hydrocarbures Totaux
Hg : Mercure
ICPE : Installation Classée pour la protection de l'environnement
IGN : Institut national de l'information géographique et forestière (anciennement Institut Géographique National)
ISDI : Installation de Stockage des Déchets Inertes
ISDND : Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux
LQ : Limite de Quantification
ML : Métaux Lourds
MS : Masse Sèche
NGF : Nivellement Général de la France
Ni : Nickel
Pb : Plomb
PCB : PolyChloroBinéphyles
PID : Détecteur photo-ionisant (Photo Ionisation Detector)
PPri : Plan de Prévention des Risques d'inondation
SIS : Secteur d'information sur les sols
SSP : Sites et Sols Pollués
ZICO : Zone Importante pour la Conservation des Oiseaux
Zn : Zinc
ZNIEFF : Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique
ZS : Zone Source



Résumé non technique	
Caractéristique du projet	
Client	Deux Fleuves Loire Habitat
Etude	Investigations complémentaires sur les eaux souterraines et la gaz du sol. Analyse des enjeux sanitaires.
Site étudié	Centre technique municipal de Firminy Rue Hippolyte Sauzea à Firminy (42)
Cadastre Superficie	/ Parcelles n° 460, 720, 746, 994 et 995 (CTM1) de la section AE pour une superficie de 16 630 m²
Activités	Centre technique municipal de Firminy
Projet	Réalisation d'un Pôle des Aînés avec EPHAD et résidence autonomie.
Investigations sur les eaux souterraines	
	- Campagne de prélèvements d'eaux souterraines en date du 27/07/2024 au droit des 6 piézomètres existants (PZ1 à PZ6) ; - Concernant le CTM1 : - o les niveaux piézométriques étaient compris entre 1,64 et 5,49 m/sol de profondeur avec des différences altimétriques marquées, typiques des aquifères discontinus ; - o le sens d'écoulement supposé des eaux souterraines est en direction du nord-est, suivant la topographie de la zone d'étude (identique à celui de janvier 2024) ; - Concernant le CTM2, il ressort les éléments suivants : - o les piézomètres présentent une faible colonne d'eau ; - o le PZ3 n'est pas conforme aux règles de l'art ; - o au regard des éléments précités, aucune esquisse piézométrique ne peut être réalisée. - Faible productivité des piézomètres (ressource en eau limitée) ; - Les résultats analytiques du laboratoire mettent en avant : - o l'absence de contamination ; - o des dépassements des valeurs de référence pour l'arsenic (PZ2, CTM2) et nickel (PZ2, CTM2 et PZ6, aval CTM1) ; - o des dépassements des valeurs de référence pour le pour le Benzo(a)pyrène sur PZ2 et PZ3 (CTM2). - Par rapport à la précédente campagne du 10/01/2024 : - o les dépassements des valeurs de référence pour l'arsenic au droit de PZ2 (CTM2) sont observés lors des 2 campagnes, dans les mêmes ordres de grandeurs ; - o les dépassements des valeurs de référence observés en janvier pour le nickel au droit de PZ2 (CTM2) et PZ6 (aval CTM1) ne sont pas retrouvés en juillet ; - o des quantifications en HAP en légères augmentations ; - o des quantifications en HCT C₁₀-C₄₀ observées uniquement en juillet sur PZ1 et PZ2 (CTM2) ; - o les BTEX et les COHV ne sont toujours pas quantifiés sur l'ensemble des ouvrages.
Investigations sur les gaz du sol	
Synthèse	- Campagne de prélèvements de gaz du sol en date du 23 et 24/07/2024 au droit des 8 piézairs existants ; - Le Pzair S15 était inexploitable lors de notre intervention (non prélevé) ; - Les conditions de prélèvements des 23 et 24/07/2024 étaient plutôt favorables vis-à-vis du dégazage des composés volatils depuis les sols ; - Les résultats analytiques mettent en avant : - o des quantifications en hydrocarbures uniquement sur le CTM1 (Pzair S16) ; - o des quantifications en BTEX uniquement sur le CTM1 (Pzair 16 et Pzair 19) ;



	○ des quantifications en COHV uniquement sur le CTM2 : ❖ sur Pzair S8, en trichloroéthylène et tétrachloroéthylène ; ❖ sur les 4 ouvrages installés (Pzair S1, Pzair S5, Pzair S6 et Pzair S8), en 1,1,1-Trichloroéthane. ○ l'absence de quantifications en naphthalène sur l'ensemble des ouvrages prélevés. La comparaison des résultats sur les gaz du sol entre janvier et juillet 2024 met en avant : ○ BTEX : ils sont majoritairement davantage quantifiés en janvier qu'en juillet ; ○ HCT C₁₀-C₄₀ : ils ne sont quasiment jamais quantifiés sur les 2 campagnes ; ○ COHV : ils sont majoritairement davantage quantifiés en juillet qu'en janvier.
Schéma conceptuel V1	
- A l'issue des investigations réalisées en janvier et juillet 2024 par EnvirEauSol, la seule voie d'exposition retenue sur site est l'inhalation de gaz depuis les milieux souterrains vers l'air intérieur ; - En cas de travaux, les voies d'expositions retenues sur site pour les travailleurs sont : ○ contact direct de sols et/ou de poussières présentant des anomalies ; ○ inhalation de poussières présentant des anomalies. - Hors site, aucune voie d'exposition n'est retenue.	
Analyse des enjeux sanitaires	
L'analyse des enjeux sanitaires conclut sur l'absence de dépassement des niveaux de risques (QD et ERI) (risque acceptable) pour l'inhalation de vapeurs provenant des sols par un adulte travailleur et un adulte résident au droit du rez-de-chaussée d'une petite pièce.	
Préconisations	
Au regard des éléments précités et conformément à la méthodologie de gestion des Sites et Sols Pollués, il est préconisé dans le cadre du projet de construction/aménagement : - le maintien des revêtements en bon état (dalle béton, enrobé et/ou terre végétale) afin de couper certaines voies d'exposition (contact et ingestion de sols et poussières) pour les usagers du site ; - la mise en place de canalisations AEP dans des matériaux sains et/ou de type anti-perméation ; - l'interdiction de réaliser des cultures de légumes et/ou fruits autoproduits en pleine terre ; - l'interdiction d'utiliser les eaux souterraines (sauf étude spécifique). Préconisations d'ordre général : - en cas de terrassement et d'évacuation de terres hors site (déblais excédentaires), ces dernières ne sont pas toutes acceptables en ISDI (dépassement des valeurs de l'arrêté du 12/12/14 et remblais du CTM2 avec mâchefers, briques, bétons ...). Des surcoûts sont ainsi à prévoir en cas d'envoi hors site des remblais. Une réutilisation des terres sur site (sous réserve de contraintes géotechniques) est à privilégier ; - en cas de travaux : ○ porter une attention particulière sur d'éventuels indices organoleptiques non décelés au cours des diagnostics environnementaux ; ○ dans le cas d'anomalie rencontrée au cours des travaux chaque suspicion devra être levée par la prestation d'un bureau d'études qualifié (avec analyses de paramètres physico-chimique) ; ○ la mise en œuvre de protection individuelle pour éviter les risques d'accidents ou d'inhalation de poussières en phase travaux, le personnel devra être équipé des EPI adéquats vis-à-vis des risques sanitaires, notamment du fait de la présence d'anomalies dans les sols ; - la conservation de la mémoire et le partage de l'information, concernant les résultats de l'ensemble des études environnementales ; - en cas de changement d'usage du site modifiant les hypothèses prises dans la présente étude : réactualisation des résultats documentés à l'aide d'une étude complémentaire.	

1 Introduction et objectifs

Dans le cadre de la réalisation d'un Pôle des Aînés sur l'actuel centre technique municipal (CTM) de Firminy, Deux Fleuves Loire Habitat (Maître d'Ouvrage) a mandaté EnvirEauSol en 2024 pour réaliser des études en lien avec la problématique des sites et sols pollués pour mener à bien ce projet.

Les préconisations de ces études environnementales ont été :

- ✓ **réaliser une seconde campagne d'investigations sur les gaz du sol.** La réalisation d'au moins 2 campagnes (à des périodes climatiques différentes, idéalement une en été et une en hiver) est recommandée, afin de tenir compte de la forte influence des conditions météorologiques sur les résultats obtenus ;
- ✓ **réaliser une seconde campagne d'investigations sur les eaux souterraines** (à minima, 2 campagnes d'échantillonnage par an sont à réaliser, 1 en période de hautes eaux et 1 en période de basses eaux), afin de valider le contexte hydrogéologique local et les résultats analytiques ;
- ✓ **réaliser une analyse des enjeux sanitaires (A320).** Le schéma conceptuel V1 ayant retenu la voie d'exposition « inhalation de composés volatils dans l'air intérieur », il est nécessaire de réaliser une Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS) afin de vérifier la compatibilité sanitaire du site avec l'usage projeté.

C'est dans ce contexte que LOIRE HABITAT a mandaté EnvirEauSol pour la réalisation d'investigations complémentaires sur les gaz du sol et les eaux souterraines, ainsi que l'élaboration d'une analyse des enjeux sanitaires.

La présente étude a été réalisée conformément :

- ✓ à la méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués mise à jour en avril 2017 ;
- ✓ à la norme NF X 31-620-2 de décembre 2021 « Prestations de services relatives aux sites et sols pollués (Exigences dans le domaine des prestations d'études, d'assistance et de contrôle) ».

L'étude a fait l'objet du bon pour accord du 11/07/24 suite à l'offre technique et financière EnvirEauSol n° D24.318 V1 datée du 24/06/2024.

2 Contexte de l'étude

2.1 Typologie des missions – normes utilisées

Les missions réalisées conformément aux prescriptions de la norme NF X 31-620-2 en vigueur, sont présentées ci-dessous.

Tableau 1 : Présentation des offres globales de prestations et prestations élémentaires

Missions élémentaires	Libellé de la mission
A210	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les eaux souterraines
A230	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les gaz du sol
A270	Interprétation des résultats des investigations
A320	Analyse des enjeux sanitaires

2.2 Orientation de l'étude

La présente étude comporte les prestations suivantes, détaillées ci-dessous.

Tableau 2 : Contenu de la mission (1/2)

Prestations	Contenu
Investigations de terrain Milieu « eaux souterraines »	Des prélèvements d'eaux souterraines au sein des 6 piézomètres existants selon les règles de l'art, accompagnés des mesures in-situ quantitatives au moyen d'une sonde multi-paramètre. Des analyses physico-chimiques effectués par le laboratoire Eurofins disposant de l'accréditation COFRAC : ✓ hydrocarbures C₁₀-C₄₀ (avec découpage en fractions) ; ✓ hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) ; ✓ composés volatils : benzène, toluène, éthylbenzène, xylènes (BTEx) ; ✓ composés organohalogénés volatils (COHV) ; ✓ métaux lourds (As, Cd, Cu, Cr, Ni, Pb, Zn et Hg).
Investigations de terrain Milieu « gaz du sol »	Des prélèvements de gaz du sol au sein des 8 piézaires existants, selon les règles de l'art, accompagnés de mesures in situ semi-quantitatives (PID) et des paramètres physico-chimiques. Des analyses physico-chimiques effectuées par le laboratoire EUROFINS disposant de l'accréditation COFRAC : ✓ TPH (Total Petroleum Hydrocarbons) ; ✓ composés aromatiques volatils : benzène, toluène, éthylbenzène, xylènes totaux (BTEx) ; ✓ composés organiques-halogénés volatils (COHV) ; ✓ naphthalène.

Tableau 3 : Contenu de la mission (2/2)

Prestations	Contenu
Interprétation des résultats d'analyses	✓ un examen des contraintes liées aux conditions d'accès au terrain, présence de structures et réseaux enterrées, risques particuliers à prendre en considération ; ✓ une analyse des potentiels écarts entre les investigations réalisées et celles initialement prévues pour le programme d'investigations. Elle précisera si besoin les raisons de ces écarts ; ✓ la vérification de la cohérence des résultats analytiques fournis par le laboratoire ; ✓ une interprétation des données : ○ de terrains (coupe géologique, indices organoleptiques) ; ○ des résultats d'analyses sur les échantillons envoyés au laboratoire : ✓ au regard des valeurs de référence définies par la méthodologie actuelle pour la gestion des sites et sols potentiellement pollués ; ✓ avec la réalisation de livrables graphiques : plans de localisation des sondages et des contaminations associées, tableaux de résultats des analyses ; ○ par une cartographie des concentrations au droit des zones investiguées. ✓ la présentation des limites et des incertitudes liées aux investigations réalisées, accompagnée d'une discussion de leurs influences sur les résultats.
Analyse des enjeux sanitaire	Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS) constituée par : ✓ le schéma conceptuel mis à jour suite au plan de gestion ; ✓ l'identification des dangers potentiels par rapport aux substances présentes dans les gaz du sol ; ✓ l'évaluation de la toxicité des substances ; ✓ l'évaluation de l'exposition sur la base des concentrations mesurées ; ✓ la caractérisation du risque en fonction de l'exposition cumulée ou non à plusieurs substances ou des plusieurs types d'exposition.
Des conclusions sur : ✓ l'état environnemental des milieux au droit du site ; ✓ la vérification de la compatibilité sanitaire au regard de l'état environnemental du site avec des futurs usagers.	

2.3 Sources d'informations consultées

Les sources de données exploitées dans le présent rapport sont présentées ci-dessous :

- ✓ étude historique, documentaire et de vulnérabilité d'EnvirEauSol n° R23.372 V01 du 20/02/2024 ;
- ✓ diagnostic environnemental d'EnvirEauSol n° R23.372 V01 du 20/02/2024 ;
- ✓ les bases de données internet CASIAS, BASOL et SIS ;
- ✓ le site internet du Cadastre ;
- ✓ le site internet Infoterre® du BRGM (Banque de Données du Sous-sol) ;
- ✓ le site internet Géoportail® de l'IGN ;
- ✓ le site internet Google Street View ®.



2.4 Localisation et caractéristiques du site

Le site est localisé au nord-est du centre-ville de Firminy (42), de part et d'autre de la rue Hippolyte Sauzea. Il peut être décomposé en 2 parties : le CTM1 au nord et le CTM2 au sud.

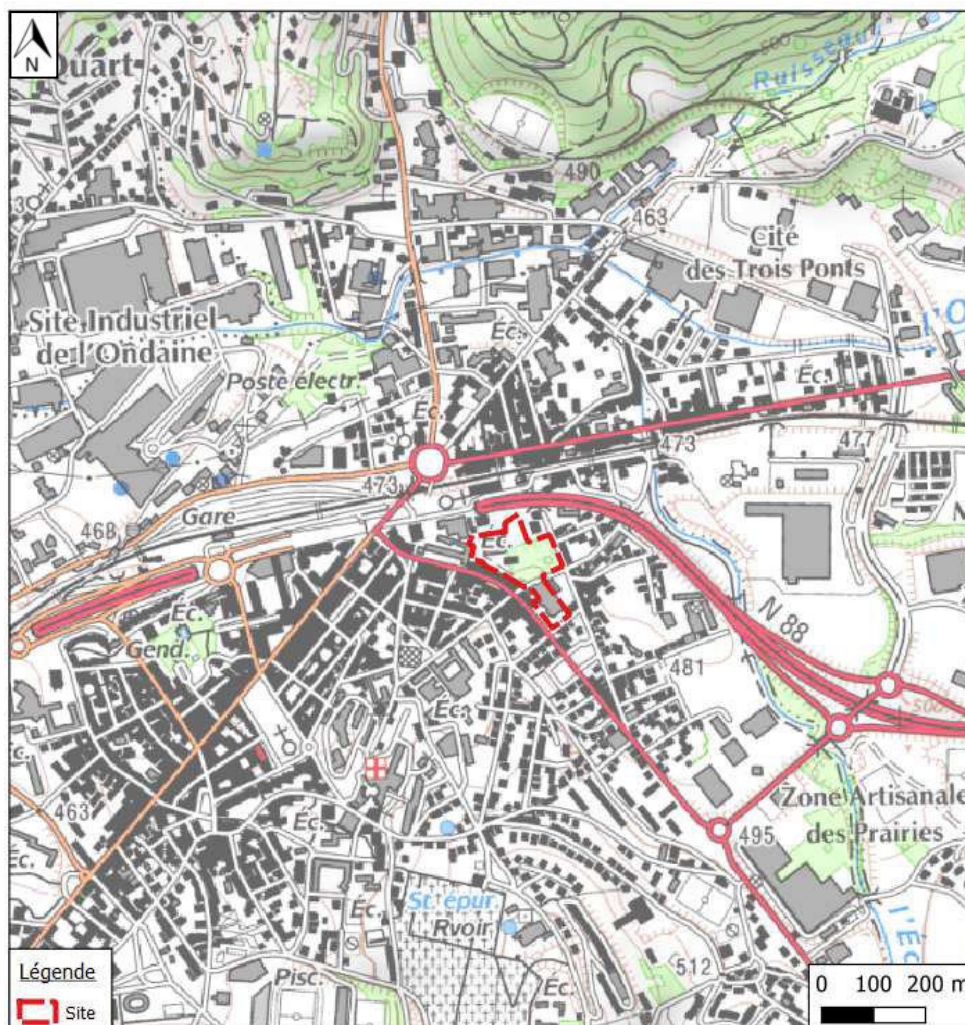


Figure 1 : Localisation géographique du site (Géoportail)

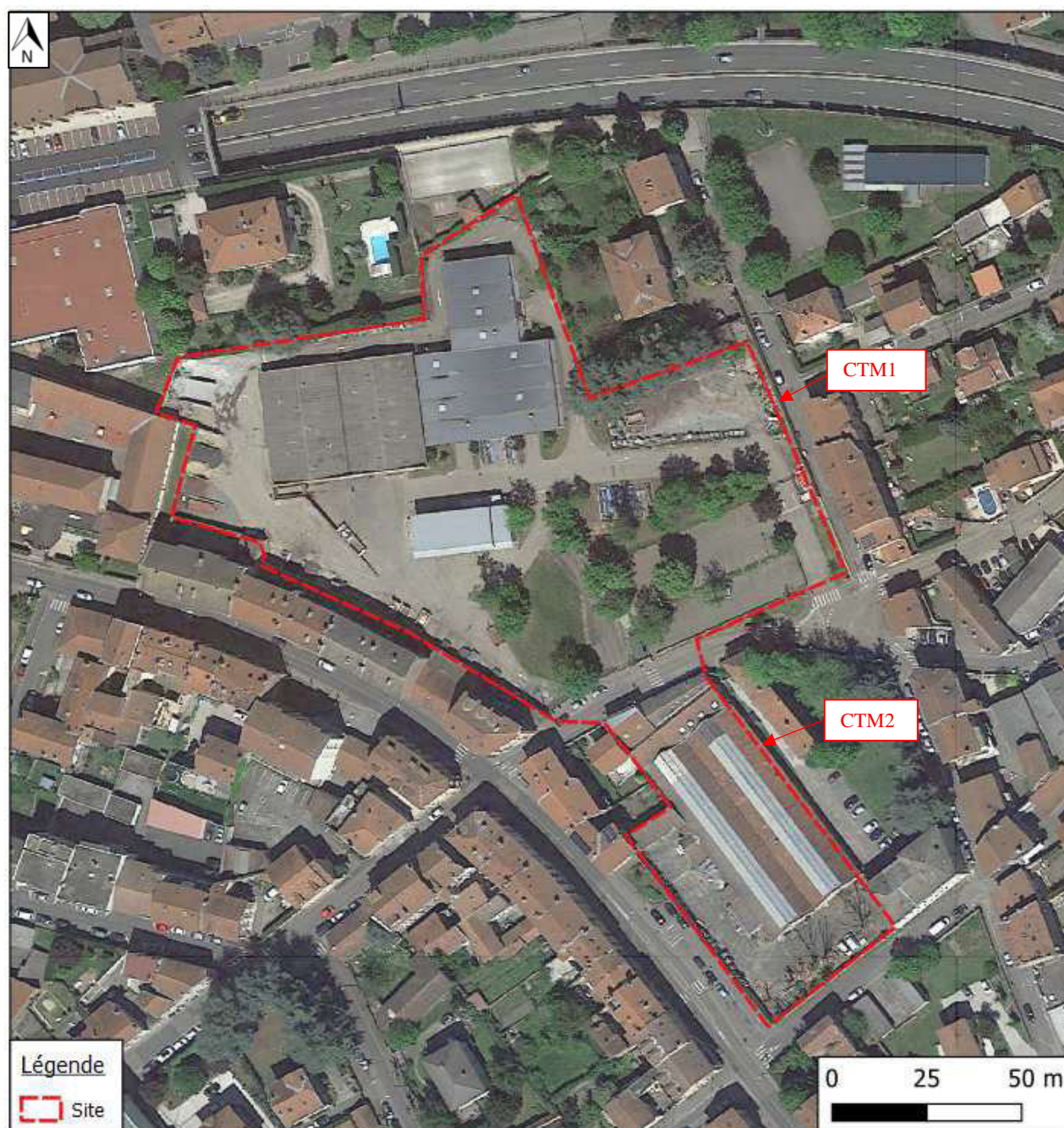


Figure 2 : Photographie aérienne du site (Géoportail)

La zone d'étude présente une superficie d'environ 16 630 m² et comprend les parcelles 746 (CTM2) et 460, 720, 994 et 995 (CTM1) de la section AE.

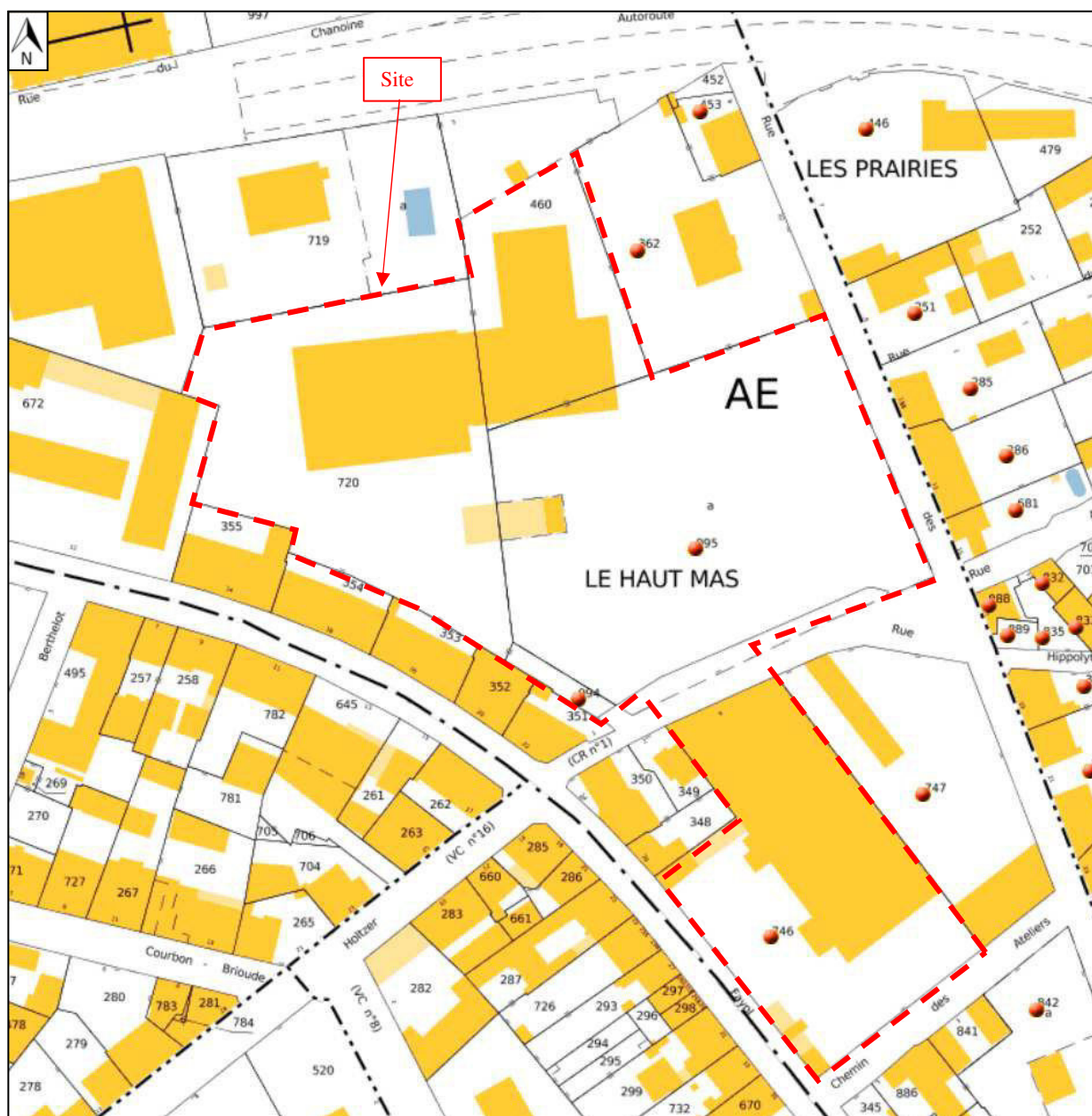


Figure 3 : Emprise cadastrale (Cadastre.gouv.fr)

3 Projet de construction/ aménagement

Selon le scenario d'aménagement transmis par Deux Fleuves Loire Habitat, le Pôle des Aînés se composera :

✓ **au droit du CTM1 :**

- un EHPAD en R+3 avec sous-sol partiel ;
- une résidence autonomie en R+2 sans sous-sol ;
- un pôle commun et une cuisine centrale en RDC ;
- des espaces verts et de voiries ;

✓ au droit du CTM2 :

- une résidence sénior en R+1 sans sous-sol ;
- des espaces verts et des emplacements de stationnements.

Le plan de masse du projet d'aménagement est présenté ci-dessous.

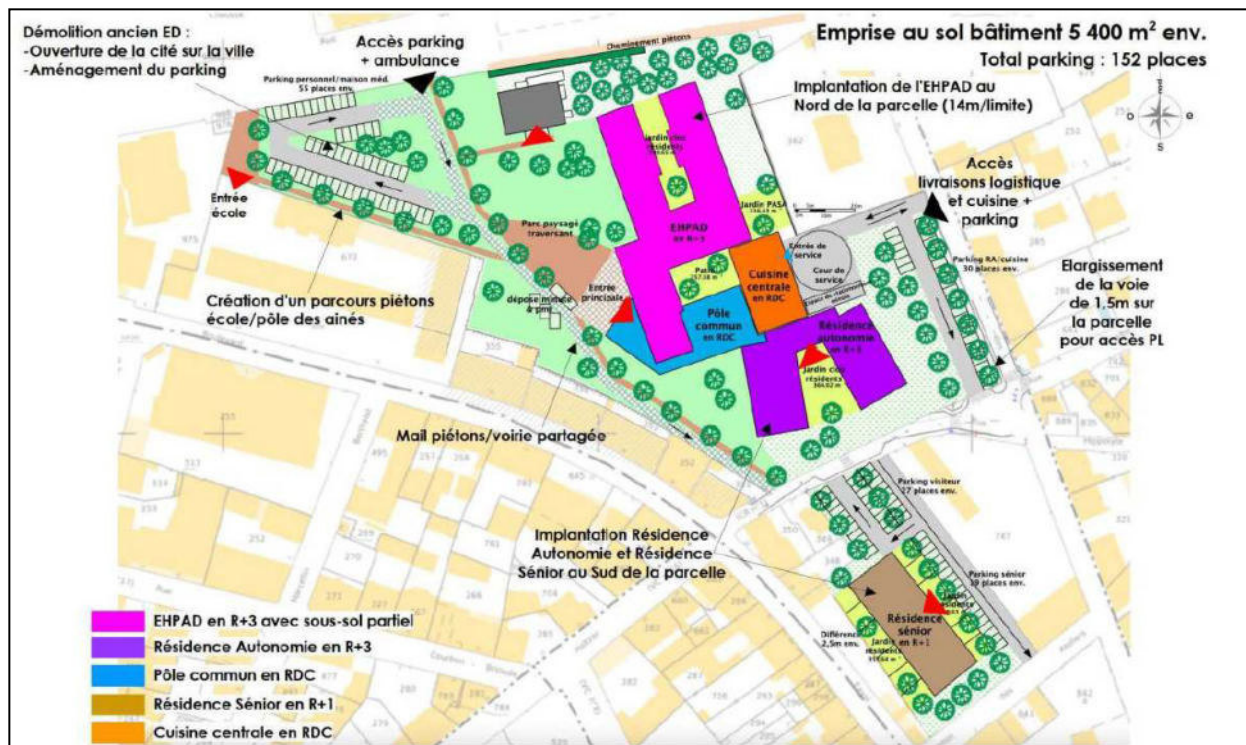


Figure 4 : Esquisse du projet d'aménagement (Deux Fleuves Loire Habitat)

4 Synthèse des études environnementales réalisées par EnvirEauSol

4.1 Prestation INFOS (rapport INFOS n° R23.372 V01 du 20/02/2024)

Tableau 4 : Synthèse de l'étude INFOS (1/2)

Visite de site	
Observations	✓ Le site est localisé au nord-est du centre-ville de Firminy (42), de part et d'autre de la rue Hippolyte Sauzea ; ✓ Il peut être décomposé en 2 parties : le CTM1 au nord et le CTM2 au sud ; ✓ La visite de site réalisée le 14/12/2023 a mis en évidence : - CTM1 : 2 ateliers de 2 500 m² et un abri à sel. Les extérieurs sont majoritairement recouverts par un enrobé, avec des zones enherbées en partie sud-est, plusieurs zones de dépôts de matériaux et équipements divers, deux séparateurs d'hydrocarbures, une aire de lavage et un parking ; - CTM2 : 1 bâtiment de 2 200 m² avec une partie bureaux et vestiaires en R+1 et une partie avec plusieurs ateliers (présence de 2 fosses d'entretien mécanique, stockage d'huile, une aire de lavage et un séparateur hydrocarbures). Les extérieurs sont majoritairement recouverts par un enrobé, avec des zones de dépôts d'équipements divers, un parking et un ancien quai supposé ; ✓ Le site est implanté dans une zone urbaine dense avec notamment une école à proximité immédiate du CTM1 ; ✓ Aucun danger immédiat pour l'environnement et la santé publique n'ayant été identifié sur le site, il n'est pas nécessaire de mettre en œuvre de mesure corrective immédiate de mise en sécurité.
Etudes historiques et documentaires	
Synthèse	✓ Le site n'est pas référencé dans les bases de données BASOL, CASIAS et SIS ; ✓ Le site n'est pas référencé comme une ICPE ; ✓ Les études géotechniques réalisées par SIC INFRA en septembre 2023 ont mis en avant : - <u>risque minier</u> : présence de couches charbonneuses à faibles profondeurs. Il n'a pas été repéré sous le CTM1 de travaux miniers. En revanche, au droit du CTM2, il a été mis en avant une discontinuité liée à des travaux miniers entre 7,90 et 9,00 m avec vide et des stériles schisto-charbonneux entre 11,50 à 12,35 m ; - <u>géologie</u> : présence de remblais argilo-sableux ou limono-sableux avec cailloutis entre 0,2 et 3,75 m puis le terrain naturel au-delà (socle schisto-gréseux altéré puis rocheux avec niveaux charbonneux à schisto-charbonneux) ; - <u>hydrogéologie</u> : absence d'arrivée d'eau lors des sondages. ✓ Pour la partie CTM1, l'étude historique a permis de mettre en évidence : - <u>jusqu'à 1979</u> : le site correspond à des jardins (Houillères de Bassin du Centre et du Midi) ; - <u>à partir de 1980</u> : rachat progressif des parcelles par la maire de Firminy afin de construire les différentes infrastructures du CTM1 (1980 : atelier technique 1, 1998 : construction de l'abri à sel et 2003 : atelier 2) ; ✓ Pour le CTM2, l'étude historique a permis de mettre en évidence : - <u>< 1950</u> : le site correspond à un bâtiment industriel avec une activité de tissage supposée ; - <u>années 1940 à 1950</u> : remplacement du bâtiment industriel par le bâtiment actuel ; - <u>années 1970 à aujourd'hui</u> : centre technique municipal.
Etude de vulnérabilité et de sensibilité des milieux	
Synthèse	✓ <u>Sols</u> : les sols sont vulnérables à une pollution issue du site. Les usages futurs sont sensibles ; ✓ <u>Eaux souterraines</u> : les eaux souterraine sont considérées comme peu vulnérables pour toute pollution issue du site. Leur usage est considéré comme non sensible ; ✓ <u>Eaux superficielles</u> : les eaux superficielles sont considérées comme non vulnérables pour toute pollution issue du site. Leur usage est sensible ; ✓ <u>Air ambiant</u> : sensible (environnement immédiat de type résidentiel avec présence d'une école) ; ✓ <u>Espaces naturels protégés</u> : aucun espace naturel protégé n'est recensé à proximité du site (non sensible).

Tableau 5 : Synthèse de l'étude INFOS (2/2)

Zones sources potentielles de pollution	
Synthèse	✓ CTM1 : ○ <u>ZS1</u> : séparateur hydrocarbures 1 ; ○ <u>ZS2</u> : séparateur hydrocarbures 2 ; ○ <u>ZS3</u> : stockage sur terrain nu ; ○ <u>ZS4</u> : ateliers 1 et 2 ; ○ <u>ZS5</u> : cuve aérienne de gazole de 1,5 m³ ; ○ <u>ZS6</u> : aire de lavage 1 ; ○ <u>ZS7</u> : casiers bétons avec stockage de matériaux ; ○ <u>ZS8</u> : abri à sel ; ○ <u>ZS9</u> : parking. ✓ CTM2 : ○ <u>ZS10</u> : ancien bâtiment industriel et actuel centre technique ; ○ <u>ZS11</u> : aire de lavage et séparateur hydrocarbures 3 ; ○ <u>ZS12</u> : stockage peinture ; ○ <u>ZS13</u> : 2 fosses techniques ; ○ <u>ZS14</u> : atelier mécanique avec stockage d'huile ; ○ <u>ZS15</u> : local de stockage d'huile ; ○ <u>ZS16</u> : extérieur avec parking, quai supposé et stockage divers. ✓ Les polluants associés sont les HCT C₁₀-C₄₀, HAP, BTEX, COHV, PCB, chlorures et métaux lourds (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn).
Conception du programme d'investigations	
	✓ <u>Concernant le milieu sol :</u> - réalisation de 20 sondages à l'aide d'un atelier portatif par carottage jusqu'à 3 m de profondeur ; - programme analytique : HCT C₁₀-C₄₀, HAP, BTEX, COHV, PCB, métaux lourds et bilan ISDI. ✓ <u>Concernant le milieu eaux souterraines :</u> - réalisation d'un réseau piézométrique constitué de 6 ouvrages ; - profondeur des ouvrages à 10 m ; - fréquence d'échantillonnage : 1 campagne ; - programme analytique : HCT C₁₀-C₄₀, HAP, BTEX, COHV, PCB, métaux lourds. ✓ <u>Concernant le milieu gaz du sol :</u> - réalisation au carottier portatif de 8 piézairs à 2 m de profondeur ; - ouvrages implantés au droit des sondages sols présentant des constats de pollution et au droit des futurs bâtiments ; - fréquence d'échantillonnage : 1 campagne ; - programme analytique : TPH, BTEX, naphthalène, COHV et mesures in-situ.
Schéma conceptuel initial	
Le schéma conceptuel initial réalisé pour le projet d'aménagement projeté (usage sensible, avec bâtiments, parking et espaces verts) a mis en évidence pour les futurs usagers du site, la seule voie d'exposition potentielle suivante : « inhalation de gaz depuis les milieux souterrains vers l'air intérieur ». Hors site, la seule voie d'exposition potentielle retenue est l'inhalation de gaz depuis les milieux souterrains vers l'air intérieur.	
Préconisations	
Conformément à la méthodologie nationale des Sites et Sols Pollués, EnvirEauSol préconise la réalisation de la prestation globale DIAG (investigations sur les sols, les eaux souterraines et les gaz du sol) au droit des zones sources potentielles de pollution.	



4.2 Prestation DIAG (rapport DIAG n° R23.372 V01 du 20/02/2024)

Tableau 6 : Synthèse de l'étude DIAG (1/2)

Investigations sur les sols	
Observations	✓ Réalisation de 20 sondages du 03 au 05/01/24, à l'aide d'un marteau mécanique portatif équipé de carottiers à fenêtre, jusqu'à une profondeur de 3,0 m/sol ; ✓ Il a été mis en avant la lithologie suivante, de haut en bas : - des revêtements de type dalle béton ou enrobé bitumineux ; - des remblais limono-sableux avec graves, marron à noirs, avec présence ponctuelle de briques, mâchefers et bétons, entre 0,5 et 2,1 m ; - le terrain naturel constitué de limons sablo-graveleux, marron à gris, avec ponctuellement des passages charbonneux (socle schisto-gréseux altéré puis induré). ✓ Aucune arrivée d'eau n'a été enregistrée lors de la réalisation des sondages ; ✓ Aucune teneur particulière en COV (composés organiques volatils) n'a été détectée lors des mesures in-situ sur les échantillons de sols ; ✓ Les résultats analytiques en laboratoire ont mis en évidence : - une anomalie modérée en hydrocarbures sur S13(0,05-1) (casiers bétons du CTM1) au niveau des remblais (extension verticale limitée) ; - des anomalies faibles et diffuses en hydrocarbures et HAP (remblais et terrain naturel) ; - des anomalies diffuses en arsenic et cadmium sur les remblais et le terrain naturel (à mettre en lien avec le fond géochimique local) ; - des anomalies ponctuelles en cuivre et plomb sur les remblais du CTM2 (mauvaise qualité des remblais) ; - sur 8 tests ISDI réalisés, un seul ne respecte pas l'arrêté du 12/12/14 (échantillon prélevé sur les remblais du CTM2).
Investigations sur les eaux souterraines	
Synthèse	✓ Réalisation de 6 piézomètres entre 9,5 et 10 m de profondeur les 04 et 05/01/2024 ; ✓ Concernant le CTM1, il ressort les éléments suivants : - des niveaux piézométriques avec des différences altimétriques marquées (entre 1,8 et 5,6 m de profondeur), typiques des aquifères discontinus ; - les PZ4 et PZ6 s'assèchent rapidement lors la purge, traduisant une faible productivité ; - le sens d'écoulement supposé des eaux souterraines est en direction du nord-est ; ✓ Concernant le CTM2, il ressort les éléments suivants : - le PZ1 est à sec ; - le PZ2 présente une très faible productivité ; - le PZ3 n'est pas conforme aux règles de l'art (présence d'un vide lié au travaux miniers) ; - au regard des éléments précités, aucun sens d'écoulement ne peut être défini. ✓ Les résultats analytiques en laboratoire ont mis en évidence : - l'absence de contamination ; - des dépassement ponctuels des valeurs de référence « eau potable » pour le nickel et les HAP .

Tableau 7 : Synthèse de l'étude DIAG (2/2)

Investigations sur les gaz du sol	
Synthèse	✓ Réalisation de 8 piézairs du 03 au 05/01/24 ; ✓ La campagne de prélèvement de gaz du sol a été réalisée le 09/01/2024 ; ✓ Les conditions de prélèvements étaient globalement défavorables vis-à-vis du dégazage des composés volatils. Aucune teneur en COV n'a été détectée lors des mesures PID <i>in-situ</i> ; ✓ Les résultats analytiques en laboratoire ont mis en avant : - une quantification en hydrocarbures aliphatiques uniquement sur Pzair 8 (CTM2) ; - des quantifications en BTEX sur 5 des 8 piézairs analysés (CTM 1 et CTM2) ; des quantifications en COHV (chloroforme et 1,1,1-Trichloroéthane) sur 5 des 8 piézairs (majoritairement CTM2).
Schéma conceptuel V1	
Le schéma conceptuel réalisé après investigations et pour le projet d'aménagement a mis en évidence pour les futurs usagers du site, la seule voie d'expositions pertinente : « inhalation de gaz depuis les milieux souterrains vers l'air intérieur ». Hors site, aucune voie d'exposition n'est retenue.	
Préconisations	
Conformément à la méthodologie nationale des Sites et Sols Pollués, EnvirEauSol préconise : ✓ <u>une seconde campagne d'investigations sur les gaz du sol</u>. La réalisation d'au moins 2 campagnes (à des périodes climatiques différentes, idéalement une en été et une en hiver) est recommandée, afin de tenir compte de la forte influence des conditions météorologiques sur les résultats obtenus ; ✓ <u>une seconde campagne d'investigations sur les eaux souterraines</u> (à minima, 2 campagnes d'échantillonnage par an sont à réaliser, 1 en période de hautes eaux et 1 en période de basses eaux), afin de valider le contexte hydrogéologique local et les résultats analytiques ; ✓ <u>une analyse des enjeux sanitaires (A320)</u>. Le schéma conceptuel V1 ayant retenu la voie d'exposition « inhalation de composés volatils dans l'air intérieur », il est nécessaire de réaliser une Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS) afin de vérifier la compatibilité sanitaire du site avec l'usage projeté. Préconisations générales : ✓ dans le cadre du projet d'aménagement, le maintien d'un recouvrement sur l'ensemble du site (dalle béton, enrobé ou terre végétale à minima sur 30 cm d'épaisseur) ; ✓ pour le CTM2, la mise en place des futures canalisations AEP anti-perméation et réalisées dans matériaux sains ; ✓ dans le cadre du projet d'aménagement, l'absence de potagers, de toute plantation d'arbres fruitiers et de manière générale toute pratique culturale en pleine terre destinée à la consommation humaine (excepté en cas de culture hors sol et de décapage et substitution des sols) ; ✓ en cas de terrassement et d'envoi de terres hors site (déblais excédentaires), les remblais ne sont pas tous acceptables en ISDI (dépassement des valeurs de l'arrêté du 12/12/14 et remblais du CTM2 avec mâchefers, briques, bétons ...). Des surcoûts sont ainsi à prévoir en cas d'envoi hors site des remblais. Une réutilisation des terres sur site (sous réserve de contraintes géotechniques) est à privilégier ; ✓ en cas de terrassement porter une attention particulière sur d'éventuels indices organoleptiques non décelés au cours des diagnostics environnementaux ; ✓ dans le cas d'anomalie rencontrée au cours des travaux chaque suspicion devra être levée par la prestation d'un bureau d'études qualifié (avec analyses en laboratoire de paramètres physico-chimique) ; ✓ en cas de changement d'usage du site modifiant les hypothèses prises dans la présente étude : réactualisation des résultats documentés à l'aide d'une étude complémentaire ; ✓ la conservation de la mémoire et le partage de l'information, concernant les résultats de l'ensemble des études environnementales ; ✓ en phase travaux de terrassement /construction, le port d'équipements de protection individuelle pour éviter les risques d'accidents ou d'inhalation de poussières en phase travaux, le personnel devra être équipé des EPI adéquats vis-à-vis des risques sanitaires, notamment du fait de la présence de contaminations des sols.	



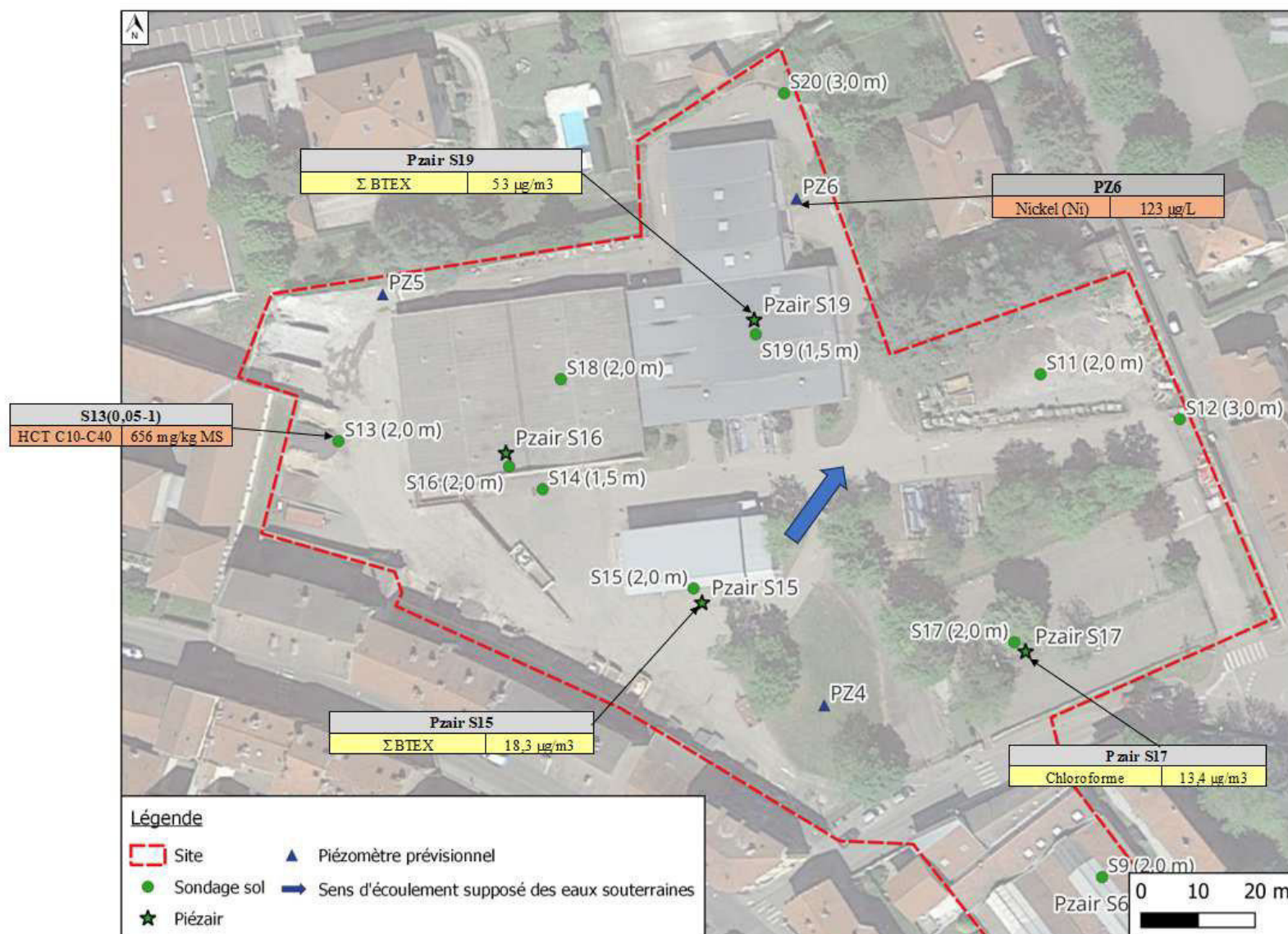


Figure 5 : Carte synthétique des principaux résultats des investigations sur les milieux sol, eaux souterraines et gaz du sol – CTM1

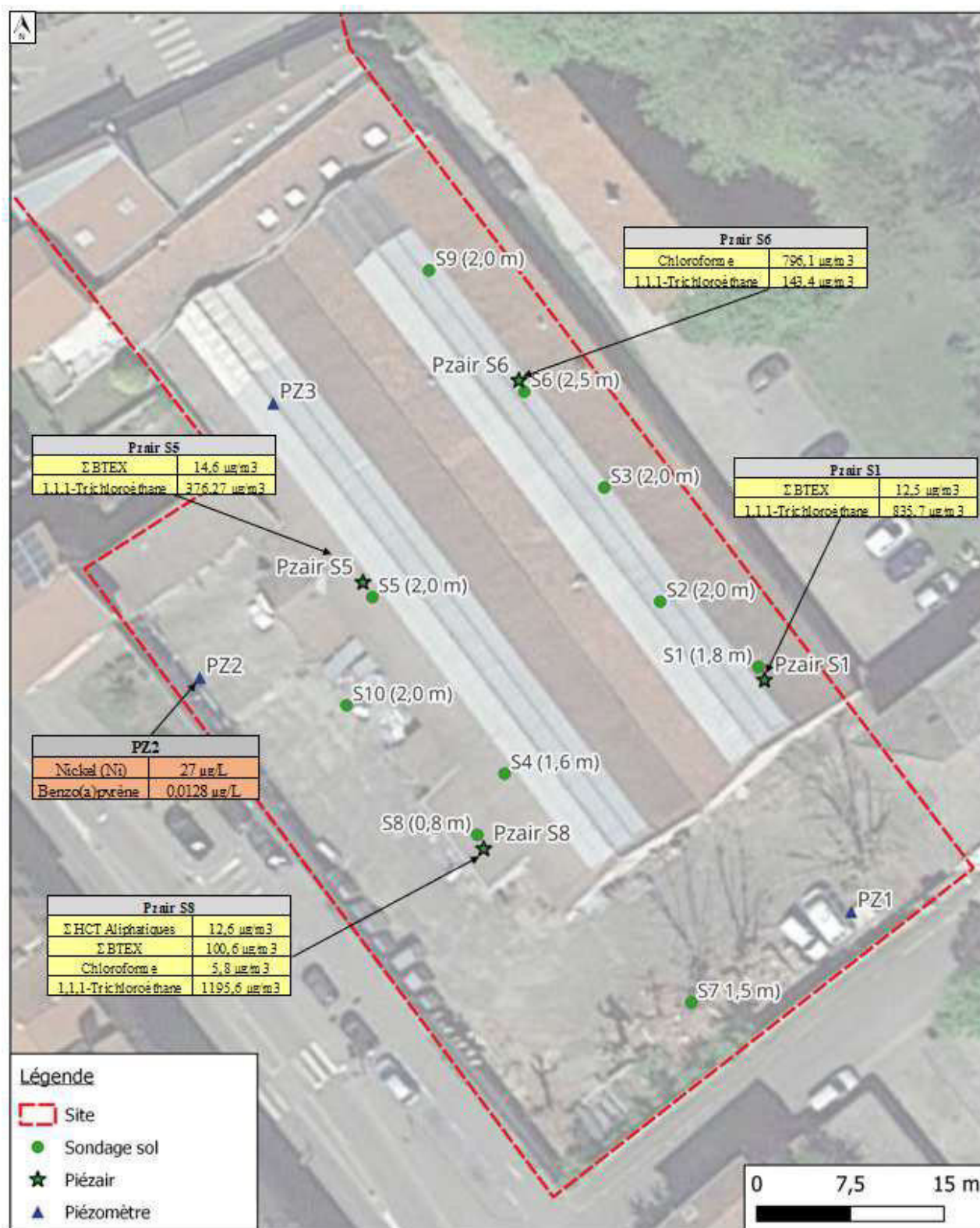


Figure 6 : Carte synthétique des principaux résultats des investigations sur les milieux sol, eaux souterraines et gaz du sol – CTM2

5 Investigations environnementales sur les eaux souterraines (A210)

5.1 Programme des investigations sur les eaux souterraines

Les objectifs des investigations sont :

- ✓ de confirmer ou infirmer la présence d'impact sur ce milieu ;
- ✓ de consolider la connaissance du contexte hydrogéologique du site.

Le programme d'investigations sur les eaux souterraines a consisté en la réalisation d'une campagne de prélèvements d'eaux souterraines en date du **27/07/2024** au droit des 6 piézomètres existants.

Les caractéristiques des ouvrages prélevés ainsi que le programme analytique associé sont synthétisés dans le tableau suivant.

Tableau 8 : Caractéristiques des ouvrages prélevés et programme analytique

Ouvrage	PZ1	PZ2	PZ3	PZ4	PZ5	PZ6
Localisation	Partie sud – CTM2	Partie nord-est – CTM2	Partie nord – CTM2	Partie sud – CTM1	Partie nord-ouest – CTM2	Partie nord-est – CTM2
Date de mise en place	04/01/2024				05/01/2024	
Diamètre de l'ouvrage (mm)	52/60 – PVC					
Profondeur (m/TN)	10,0	10,0	9,5 m	10,0	10,0	10,0
Hauteur du tube plein (m)	0 à 2 m	0 à 2 m	0 à 1,5 m et 8,5 à 9,5 m	0 à 2 m	0 à 2 m	0 à 2 m
Hauteur crépinée (m)	2 à 10,0 m	2 à 10,0 m	1,5 à 8,5 m	2 à 10,0 m	2 à 10,0 m	2 à 10,0 m
Cote relative du repère de l'ouvrage (m)	99,63	100,00	99,03	98,65	96,05	95,20
Repère considéré	Bouche à clés ras le sol					
Date de prélèvement	23/07/2024					
Programme analytique	HC C ₁₀ -C ₄₀ + HAP + BTEX + COHV + ML					

HC C₁₀-C₄₀ : Hydrocarbures C₁₀-C₄₀ ; BTEX : Benzène Toluène Ethylbenzène Xylènes ; ML : métaux lourds ; HAP : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques, COHV : Composés Organo Halogénés Volatils

Les méthodologies de prélèvements des eaux souterraines, les référentiels et les valeurs de référence sont présentés en **Annexe 1**.

Pour rappel, lors du forage du PZ3 (atelier du CTM2), il a été mis en avant un vide entre 8,5 et 9,5 m de profondeur, correspondant aux travaux d'exploitation de la couche carbonneuse de 3^{ème} Malafolie. Ainsi, aucun massif filtrant n'a pu être mis en place ce **qui rend ce piézomètre non conforme aux règles de l'art (norme NF X10-999)**.



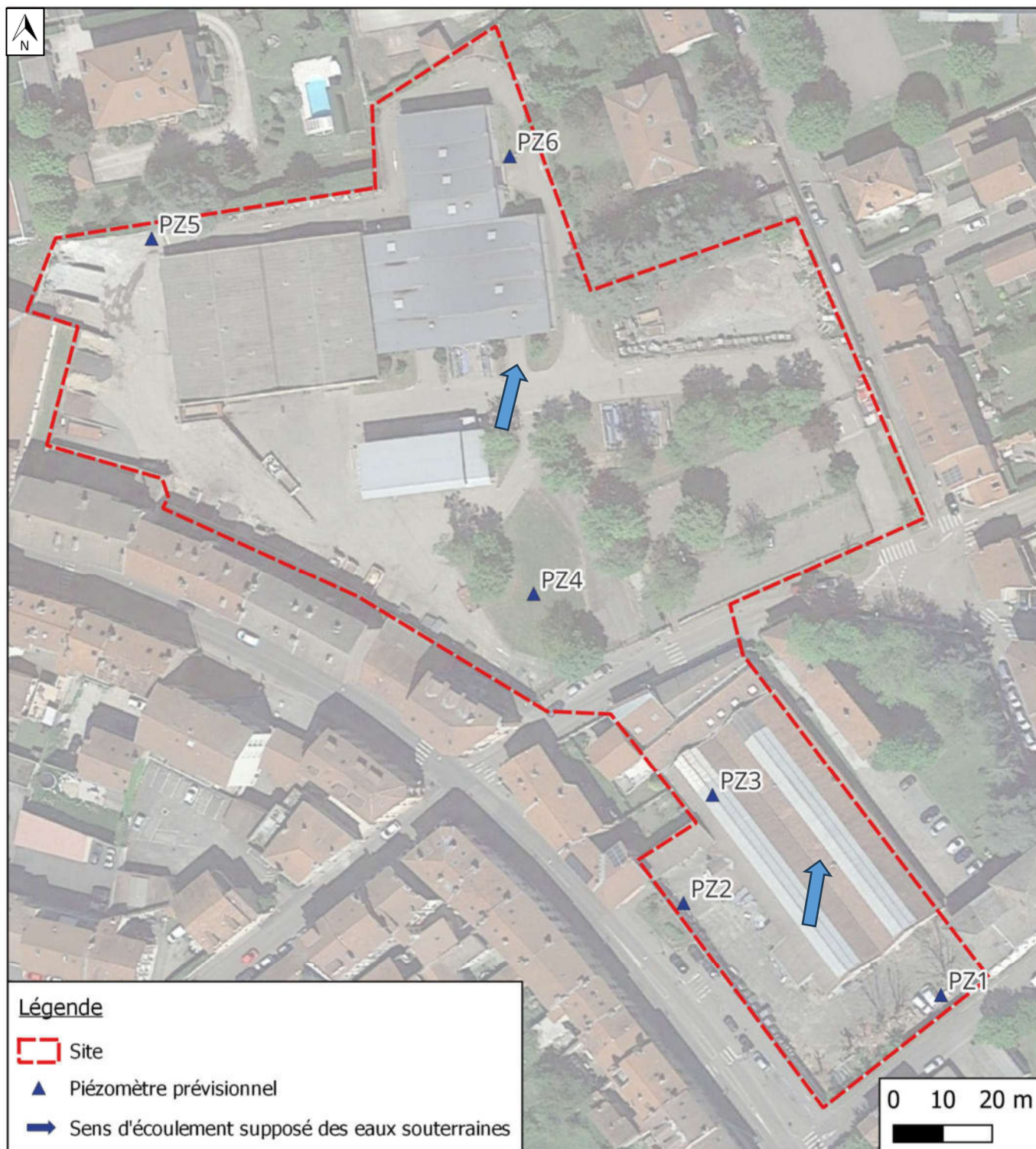


Figure 7 : Plan de localisation des piézomètres

5.2 Piézométrie locale

Le tableau suivant fait la synthèse des niveaux d'eaux mesurés lors de la campagne de prélèvements du 23/07/2024.

Tableau 9 : Synthèse des niveaux piézométriques et de la cote relative du toit de la nappe – Piézométrie du 23/07/2024

Ouvrage	Site	Cote altimétrique relative (m)	Repère considéré	Niveau statique (m)	Cote piézométrique relative (m)	Position hydraulique
PZ1	CTM2	99,63	Bouche à clés ras le sol	9,11	90,52	-
PZ2		100,00		8,92	91,08	-
PZ3		99,03		8,07	90,96	-
PZ4	CTM1	98,65		3,80	94,85	Amont
PZ5		96,05		1,64	94,41	Amont
PZ6		95,20		5,49	89,71	Aval

Concernant le CTM1, il ressort les éléments suivants :

- ✓ des niveaux piézométriques avec des différences altimétriques marquées, typiques des **aquifères discontinus** ;
- ✓ le sens d'écoulement supposé des eaux souterraines est en direction du **nord-est**, suivant la topographie de la zone d'étude (PZ5 et PZ4 en amont et PZ6 en aval). Le sens d'écoulement est **identique** à celui observé lors de la campagne du 10/01/2024.

Concernant le CTM2, il ressort les éléments suivants :

- ✓ les PZ1, PZ2 et PZ3 présentent une faible colonne d'eau avec un niveau piézométrique plus profond que sur le CTM1 ;
- ✓ le PZ3 n'est pas conforme aux règles de l'art. Il présente lui aussi une faible colonne d'eau et traverse une couche charbonneuse exploitée. Les travaux miniers à faibles profondeurs au droit du site modifient localement l'hydrologie (galeries ennoyées avec cheminement préférentiels) ;
- ✓ au regard des éléments précités, **aucune esquisse piézométrique ne peut être réalisée**. Par extrapolation avec le CTM1, le sens d'écoulement supposé des eaux souterraines est en direction du **nord-est**.

La carte piézométrique locale du CTM1 en date du 23/07/2024 est présentée en page suivante.

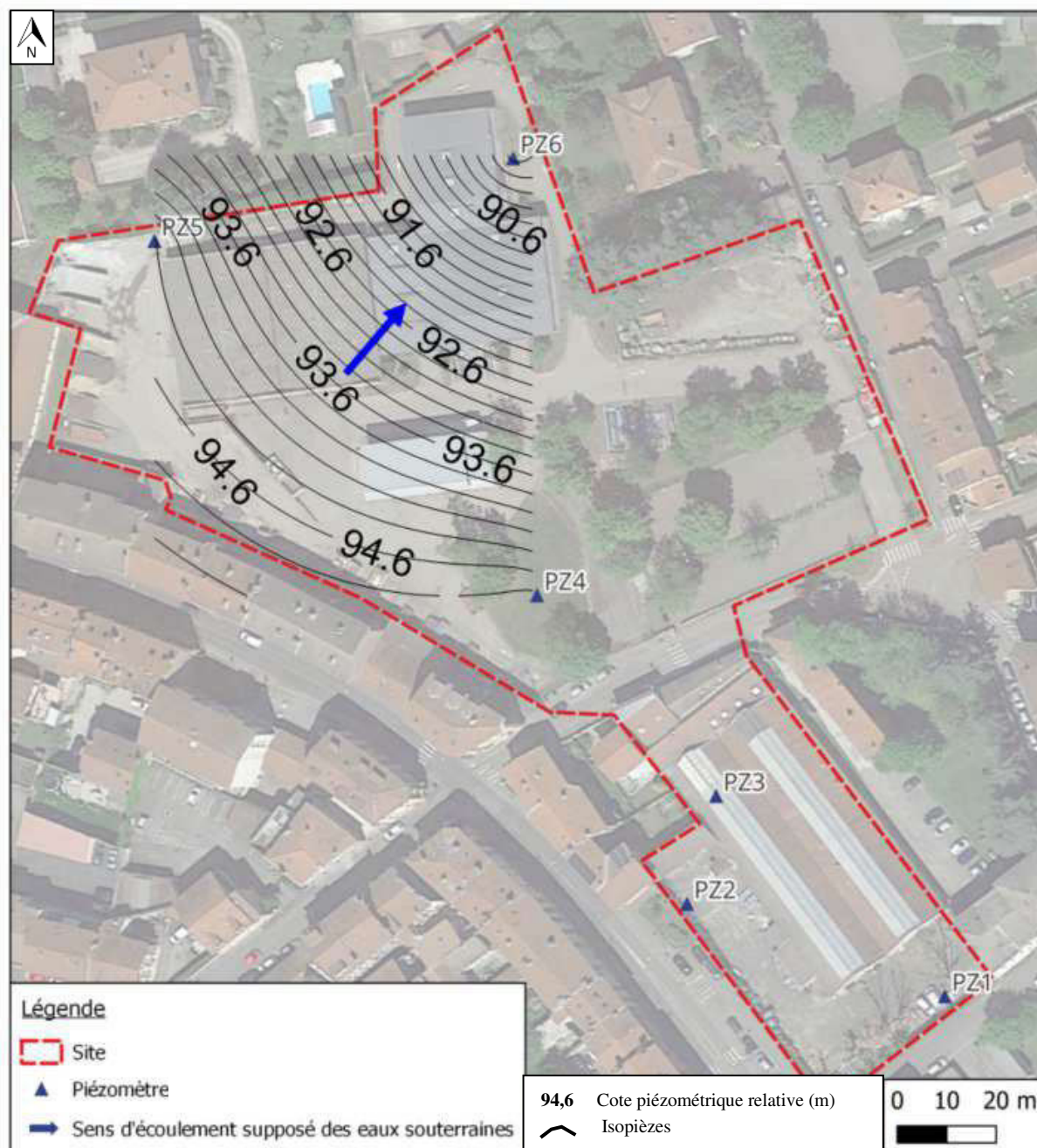


Figure 8 : Piézométrie locale du site CTM1 en date du 23/07/2024

5.3 Evolution de la piézométrie

Le graphique suivant présente les niveaux piézométriques des campagnes du 10/01/2024 et du 23/07/2024.

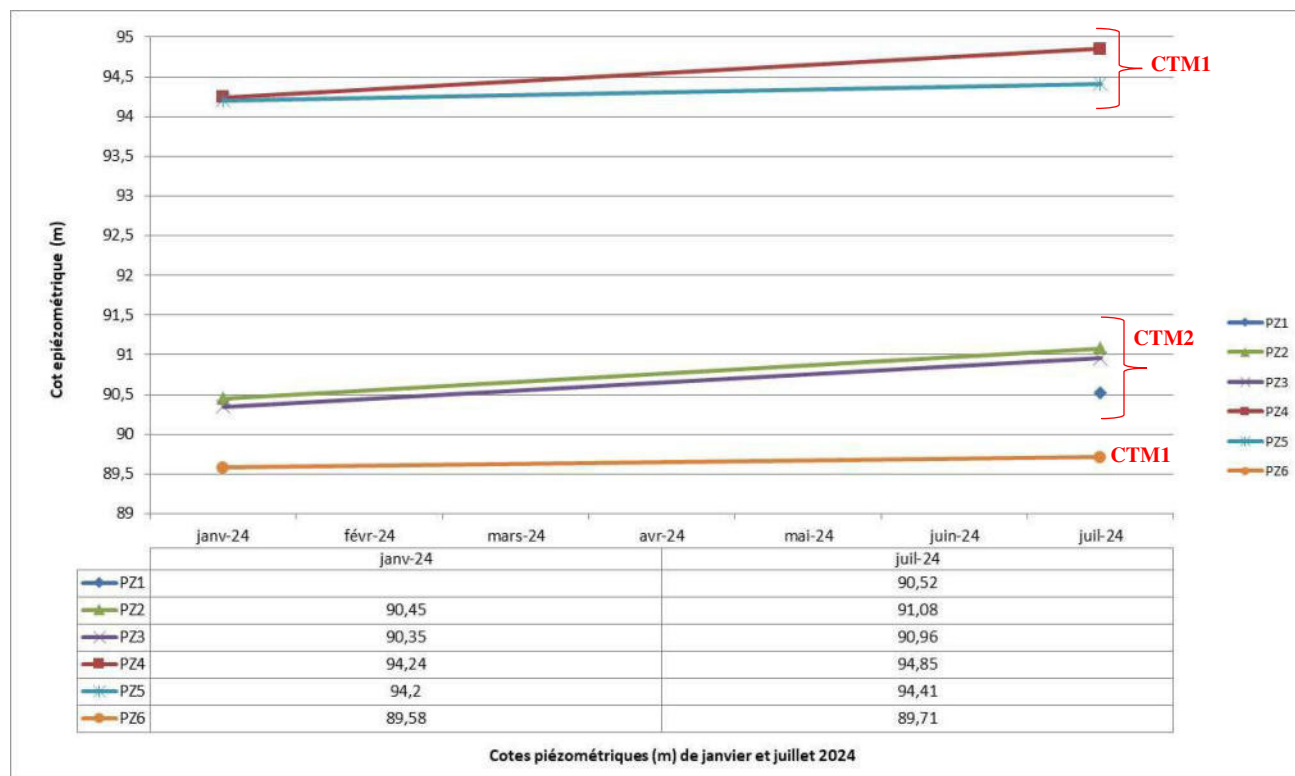


Figure 9 : Evolution de la piézométrie entre janvier et juillet 2024

L'alimentation des eaux souterraines sur la zone d'étude est assurée uniquement par les précipitations. C'est généralement durant la période hivernale que cette recharge survient, car les précipitations sont les plus importantes, l'évaporation est faible et la végétation est peu active et ne prélève pratiquement pas d'eau dans le sol. Toutefois, il est observé des niveaux piézométriques plus élevés en juillet qu'en janvier, liés aux fortes précipitations printanières et estivales.

Il est à noter également :

- ✓ que les l'évolution des niveaux piézométriques sont synchrones ;
- ✓ le PZ1 à sec en janvier présente une faible colonne d'eau en juillet ;
- ✓ le PZ6 (aval du CTM1) présente un niveau piézométrique bien plus bas que les PZ4 et PZ5 (amont du CTM1), traduisant une nappe n'eau discontinue.

5.4 Caractéristiques organoleptiques, mesures *in situ* et constats de terrain

On note l'assèchement des piézomètres PZ1, PZ2 et PZ6 ainsi qu'une forte diminution du niveau dynamique de PZ4 durant les purges, **traduisant une faible productivité (ressource en eau limitée)**.

Aucun indice organoleptique n'a été constaté pendant la phase de purge des ouvrages (absence d'irisations, phase flottante ou coulante).

Les paramètres physico-chimiques mesurés au cours de la campagne de prélèvements des eaux souterraines mettent en avant :

- ✓ un pH hétérogène compris entre 5,15 et 8,33 :
- ✓ des mesures du potentiel redox hétérogènes entre -78,0 mV (condition réductrice) et 292,6 (condition oxydante) ;
- ✓ des conductivités hétérogènes comprises entre 408 et 1 745µS/cm, traduisant des eaux minéralisées.

Toutes les caractéristiques : coloration, turbidité et odeur, ainsi que toutes les mesures in situ et les données rassemblées sur place sont consignées dans les protocoles de prélèvement d'eau en **Annexe 2**.

5.5 Résultats des analyses sur les eaux souterraines

Les résultats d'analyses physico-chimiques sur les eaux souterraines sont présentés dans le tableau ci-dessous. L'échantillon d'eau est désigné par la dénomination du piézomètre duquel il a été prélevé.

Les concentrations sont identifiées par un code couleur dans le tableau de résultats.

< X	Concentration inférieure à la limite de quantification du laboratoire
X	Concentration supérieure à la limite de quantification du laboratoire et inférieure aux valeurs de référence
X	Concentration supérieure à l'arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux destinées à la consommation humaine
X	Concentration supérieure aux valeurs guides de l'OMS de 2017 relatif aux eaux destinées à la consommation humaine
X	Concentration supérieure à l'arrêté du 11 janvier 2007 modifié par l'arrêté du 21 janvier 2010 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes

Les résultats d'analyses, avec les listes des paramètres, les méthodes d'analyses et les Limites de Quantification (LQ) sont consignés dans l'**Annexe 3**.

Tableau 10 : Résultats analytiques sur les eaux souterraines – Campagne de janvier et juillet 2024

Paramètres	Unité	Valeurs de référence pour les eaux potables		Valeurs de référence pour les eaux brutes (AM du 30/12/2022)	PZ1		PZ2		PZ3		PZ4		PZ5		PZ6		
					CTM2		CTM2		CTM2		CTM1 - Amont		CTM1 - Amont		CTM1 - Aval		
		AM du 30/12/2022	OMS		janv-24	juil-24	janv-24	juil-24	janv-24	juil-24	janv-24	juil-24	janv-24	juil-24	janv-24	juil-24	janv-24
Métaux																	
Arsenic (As)	µg/L	10	10	100	n.a	6	19	43	6	<5,0	<5	<5,0	<5	<5,0	9	9	
Cadmium (Cd)		5	3	5		<5,0	<5	<5,0	<5	<5,0	<5	<5,0	<5	<5,0	<5	<5,0	
Chrome (Cr)		50	50	50		<5,0	<5	<5,0	<5	<5,0	<5	<5,0	<5	<5,0	<5	<5,0	
Cuivre (Cu)		2000	2000	n.d.		<10,0	<10	<10,0	<10	<10,0	<10	<10,0	<10	<10,0	<10	<10,0	
Mercure (Hg)		1	6	1		<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	
Nickel (Ni)		20	70	20		15	27	<5,0	<5	<5,0	6	8	<5	<5,0	123	18	
Plomb (Pb)		10	10	50		<5,0	<5	<5,0	<5	<5,0	<5	<5,0	<5	<5,0	<5	<5,0	
Zinc (Zn)		n.d.	n.d.	5000		<20,0	40	<20,0	<20	<20,0	<20	<20,0	<20	<20,0	<20	<20,0	
Hydrocarbures Totaux (HCT)																	
Indice Hydrocarbures C ₁₀ -C ₄₀	mg/L	n.d.	n.d.	1	n.a	0,095	<0,03	0,155	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	
nC ₁₀ - nC ₁₆ (Calcul)		n.d.	n.d.	n.d.		<0,008	<0,008	0,028	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	
> nC ₁₆ - nC ₂₂ (Calcul)		n.d.	n.d.	n.d.		<0,008	<0,008	0,032	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	
> nC ₂₂ - nC ₃₀ (Calcul)		n.d.	n.d.	n.d.		0,049	<0,008	0,063	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	
> nC ₃₀ -nC ₄₀ (Calcul)		n.d.	n.d.	n.d.		0,035	<0,008	0,033	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)																	
Naphtalène	µg/L	n.d.	n.d.	n.d.	n.a	<0,01	0,05	0,08	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	0,01	0,04	
Acénaphthylène		n.d.	n.d.	n.d.		<0,01	0,01	0,03	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	
Acénaphthène		n.d.	n.d.	n.d.		<0,01	0,01	0,03	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	
Fluorène		n.d.	n.d.	n.d.		<0,01	0,03	0,11	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	
Phénanthrène		n.d.	n.d.	n.d.		<0,01	0,1	0,41	0,03	0,02	<0,01	0,03	<0,01	<0,01	0,01	0,08	
Anthracène		n.d.	n.d.	n.d.		<0,01	0,01	0,06	0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	
Fluoranthène ⁶		n.d.	n.d.	n.d.		<0,01	0,02	0,07	0,02	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	
Pyrène		n.d.	n.d.	n.d.		<0,01	0,02	0,05	0,02	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	
Benzo-(a)-anthracène		n.d.	n.d.	n.d.		<0,01	0,03	0,08	0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	
Chrysène		n.d.	n.d.	n.d.		<0,01	0,03	0,09	0,01	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	
Benzo(b)fluoranthène ¹		n.d.	n.d.	n.d.		<0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	
Benzo(k)fluoranthène ²		n.d.	n.d.	n.d.		<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	
Benzo(a)pyrène ⁵		0,01	0,7	n.d.		<0,0075	0,0128	0,0207	0,0093	0,0144	<0,0075	<0,0075	<0,0075	<0,0075	<0,0075	<0,0075	
Dibenzo(a,h)anthracène		n.d.	n.d.	n.d.		<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	
Benzo(g,h,i)peryène ³		n.d.	n.d.	n.d.		<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	
Indeno(1,2,3-c,d)pyrène ⁴		n.d.	n.d.	n.d.		<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	
Somme des 4 HAP		0,1	n.d.	n.d.		n.s	0,01	0,03	0,01	0,04	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	
Somme des 6 HAP		n.d.	n.d.	1		n.s	0,0428	0,1207	0,0393	0,0744	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	0,01
Somme des 16 HAP		n.d.	n.d.	n.d.		n.s	0,35	1,1	0,17	0,15	n.s	0,075	n.s	n.s	n.s	0,045	0,2
Composés aromatiques volatils (BTEX)																	
Benzène	µg/L	1	10	n.d.	n.a	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	
Toluène		n.d.	700	n.d.		<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	
Ethylbenzène		n.d.	300	n.d.		<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	
o-Xylène		n.d.	n.d.	n.d.		<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	
Xylène (méta-, para-)		n.d.	n.d.	n.d.		<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	
Somme des xylènes		n.d.	500	n.d.		n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	
Somme des BTEX		n.d.	n.d.	n.d.		n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	
Composés organiques halogénés volatils (COHV)																	
Dichlorométhane	µg/L	n.d.	20	n.d.	n.a	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	
Chloroforme ^A		n.d.	300	n.d.		<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	
Tetrachlorométhane		n.d.	4	n.d.		<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	
Trichloroéthylène (TCE)		n.d.	20	n.d.		<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	
Tetrachloroéthylène (PCE)		n.d.	40	n.d.		<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	
Somme TCE +PCE		10	n.d.	n.d.		<2,00	n.s	<2,00	n.s	<2,00	n.s	<2,00	n.s	<2,00	n.s	<2,00	
1,1-Dichloroéthane		n.d.	n.d.	n.d.		n.s	<2,00	n.s	<2,00	n.s	<2,00	n.s	<2,00	n.s	<2,00	n.s	
1,2-Dichloroéthane		3	30	n.d.		<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	
1,1,1-Trichloroéthane		n.d.	n.d.	n.d.		<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	
1,1,2-Trichloroéthane		n.d.	n.d.	n.d.		<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	
cis-1,2-Dichloroéthylène (C1,2DE)		n.d.	n.d.	n.d.		<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	
trans-1,2-dichloroéthylène (T1,2DE)		n.d.	n.d.	n.d.		<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	
Somme C1,2DE + T1,2DE		n.d.	50	n.d.		<0,50	n.s	<0,50	n.s	<0,50	n.s	<0,50	n.s	<0,50	n.s	<0,50	
Chlorure de vinyle		0,5	0,3	n.d.		n.s	<0,50	n.s	<0,50	n.s	<0,50	n.s	<0,50	n.s	<0,50	n.s	
1,1-Dichloroéthylène		n.d.	30	n.d.		<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	
Bromochlorométhane		n.d.	n.d.	n.d.		<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	
Dibromométhane		n.d.	n.d.	n.d.		<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	
Bromodichlorométhane ^C		n.d.	60	n.d.		<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	
Dibromochlorométhane ^D		n.d.	100	n.d.		<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	
1,2-Dibromoéthane		n.d.	n.d.	n.d.		<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	
Bromoforme ^B		n.d.	100	n.d.		<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	
Somme A + B + C + D		100	n.d.	n.d.		n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	

n.a. : non analysé ; n.d. : non déterminé ; n.s. : non significatif

6 Investigations environnementales sur les gaz du sol (A230)

6.1 Programme des investigations sur les gaz du sol

Le programme des investigations sur les gaz du sol a été orienté dans l'optique :

- ✓ d'évaluer la compatibilité sanitaire du site avec son usage futur (voie d'exposition inhalation de composés volatils dans les bâtiments) ;
- ✓ de réaliser des prélèvements en été afin de tenir compte de la forte influence des conditions météorologiques sur les résultats obtenus.

Le programme d'investigations a consisté en :

- ✓ la réalisation d'une campagne de prélèvements de gaz du sol en date du **23 et 24/07/2024** au droit des 8 piézairs existants ;
- ✓ la confection d'un blanc de terrain, faisant également office de blanc de transport ;
- ✓ des analyses physico-chimiques réalisées avec recherches des composés volatils.

Les caractéristiques des ouvrages existants, ainsi que le programme analytique sur les gaz du sol sont reportés dans le tableau suivant.

Tableau 11 : Programme analytique sur les gaz du sol – CTM2

Ouvrage	Pzair S1	Pzair S5	Pzair S6	Pzair S8
Date de mise en place	03/01/2024	03/01/2024	03/01/2024	04/01/2024
Sondage de sol de référence	S1	S5	S6	S8
Diamètre de l'ouvrage (mm)	24,5/32			
Hauteur du tube plein (m)	0,0 – 1,0	0,0 – 1,0	0,0 – 1,0	0,0 – 0,5
Hauteur crépinée (m)	1,0 – 1,5	1,0 – 2,0	1,0 – 2,0	0,5 – 0,8
Date de prélèvement des gaz du sol	23/07/2024			
Programme analytique	TPH, BTEX, COHV, naphtalène			

TPH : Hydrocarbures Pétroliers Totaux (Total Petroleum Hydrocarbons) ; BTEX : Benzène, Toluène, Ethylbenzène, Xylènes ;
COHV : Composés Organohalogénés Volatils

Tableau 12 : Programme analytique sur les gaz du sol – CTM1

Ouvrage	Pzair S15	Pzair S16	Pzair S17	Pzair S19
Date de mise en place	05/01/2024	03/01/2024	04/01/2024	05/01/2024
Sondage de sol de référence	S15	S16	S17	S19
Diamètre de l’ouvrage (mm)	24,5/32			
Hauteur du tube plein (m)	0,0 – 1,0	0,0 – 1,0	0,0 – 1,0	0,0 – 1,0
Hauteur crépinée (m)	1,0 – 2,0	1,0 – 1,5	1,0 – 2,0	1,0 – 1,5
Date de prélèvement des gaz du sol	Non prélevé	24/07/2024		
Programme analytique	TPH, BTEX, COHV, naphtalène			

TPH : Hydrocarbures Pétroliers Totaux (Total Petroleum Hydrocarbons) ; BTEX : Benzène, Toluène, Ethylbenzène, Xylènes ;
COHV : Composés Organohalogénés Volatils



NOTA : Le Pzair S15 était inexploitable lors de notre intervention. La protection ras le sol était arrachée et le tubage partiellement comblé par des matériaux. Cet ouvrage n'a pas été prélevé.

L'implantation des piézairs est reportée ci-dessous.



Figure 10 : Plan de localisation des piézairs

Les méthodologies de prélèvements des gaz souterrains et les valeurs de référence sont consignées en **Annexe 1**.

6.2 Résultats des investigations sur les gaz du sol

6.2.1 Conditions de prélèvement

D'après les données issues du guide INERIS-DRC-16-156183-01401A, les conditions de prélèvements des 23 et 24/07/2024 étaient **plutôt favorables vis-à-vis du dégazage des composés volatils depuis les sols**. Le détail des paramètres environnementaux influençant le dégazage est présenté dans les protocoles de prélèvements en **Annexe 4**.

Les jours précédant les investigations et pendant les campagnes, les conditions étaient majoritairement de types anticycloniques, à savoir supérieures à 1013 hPa. L'état anticyclonique défavorise le dégazage d'éventuels composés gazeux depuis les sols vers l'air ambiant.

Les températures étaient comprises entre 23 et 24°C durant les prélèvements, ce qui correspond à des conditions favorables au dégazage des composés volatils.

Durant les prélèvements, aucune précipitation n'a été observée. La pluie sur les sols non imperméabilisés peut favoriser l'écoulement et le transport des composés gazeux dans les sols et ainsi limiter le dégazage des composés volatils depuis les sols.

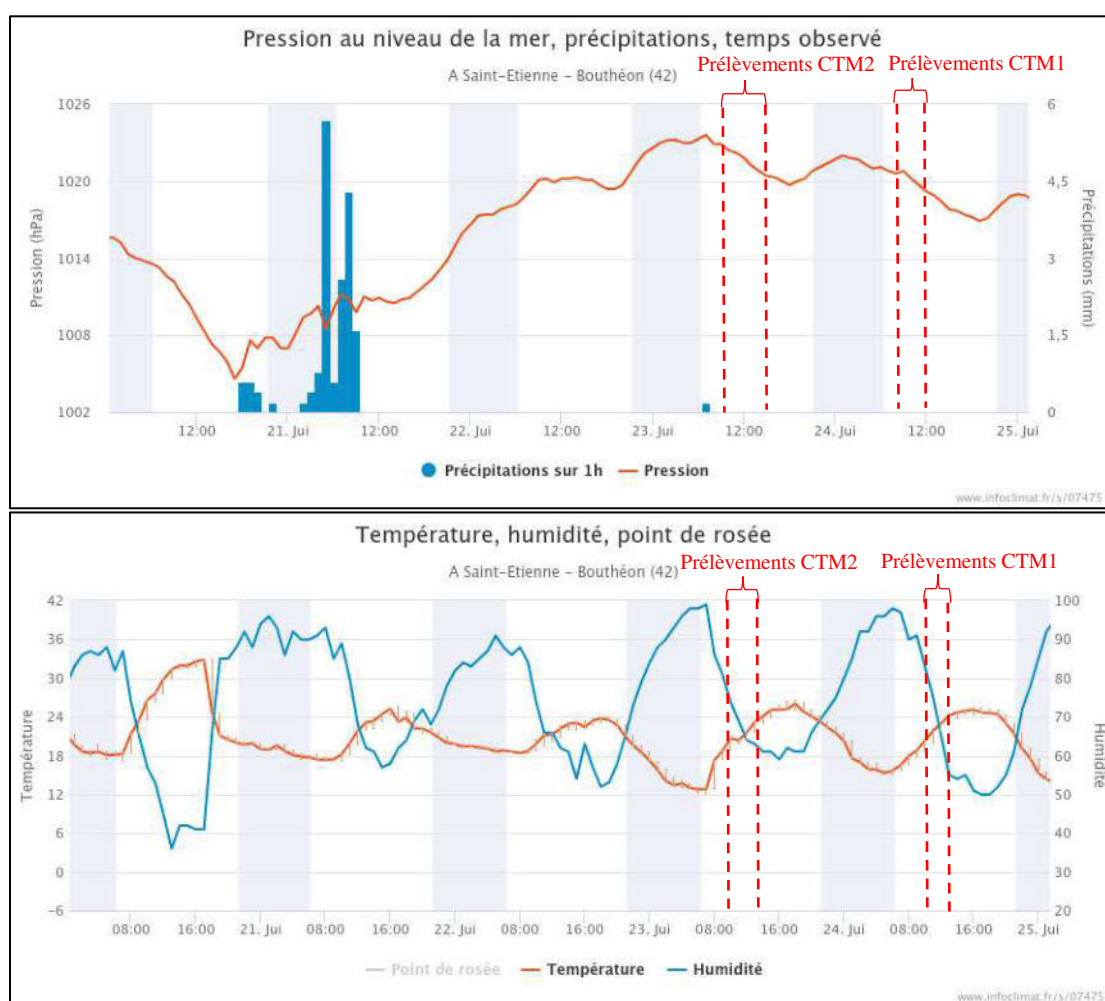


Figure 11 : Graphique de l'évolution des pressions atmosphériques, des précipitations et des températures durant les jours précédant les campagnes de prélèvements (infoclimats.fr) - Données issues de la station météorologique d'Andrézieux-Bouthéon, située à environ 15 km au nord du site

6.2.2 Mesures in situ de composés organiques volatils

Des mesures *in-situ* de composés organiques volatils (COV) ont été réalisées au moyen d'un détecteur à photoionisation (PID) au droit des ouvrages piézairs après purge et après prélèvement.

L'ensemble des ouvrages ont mis en avant l'absence de détection de COV après purge et après prélèvement.

6.2.3 Résultats des analyses de gaz du sol

Chaque échantillon d'air est désigné par le numéro du dispositif. Par exemple, la dénomination « Pzair S5 » désigne l'échantillon d'air souterrain dans l'ouvrage Pzair S5.

Les résultats d'analyses, avec les listes des paramètres, les méthodes d'analyses et les limites de quantification inférieure (LQI) sont consignés en **Annexe 5** et présentés ci-après. La conversion des résultats du $\mu\text{g}/\text{m}^3$ se fait en fonction du volume pompé, selon la formule suivante :

$$[\text{Concentration en } \mu\text{g}/\text{m}^3] = \frac{[\text{Concentration en } \mu\text{g}/\text{tube}] \times 1000}{\text{Volume d'air pompé (en litres)}}$$

Les concentrations supérieures aux valeurs de référence sont identifiées par un code couleur dans les résultats présentés dans le tableau suivant. L'unité utilisée est le microgramme par mètre cube ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

< X	Concentration inférieure à la limite de quantification du laboratoire
X	Concentration supérieure à la limite de quantification
X	Concentration supérieure à la borne R1 des intervalles de gestion INERIS – milieu « air intérieur

Pour le positionnement par rapport aux valeurs de référence, les concentrations mesurées sont considérées en l'état. En ce sens, aucun facteur d'incertitude n'est pris en considération pour déterminer le respect ou le dépassement des valeurs de référence.

Tableau 13 : Résultats analytiques sur les gaz du sol – Campagnes de janvier et juillet 2024

				CTM2								CTM1							
				Pzair S1		Pzair S5		Pzair S6		Pzair S8		Pzair S15		Pzair S16		Pzair S17		Pzair S19	
Paramètres	Unité	Valeur de référence	Intervalles de gestion INERIS – milieu « air intérieur » - Borne R1	janv-24	juil-24	janv-24	juil-24	janv-24	juil-24	janv-24	juil-24	janv-24	juil-24	janv-24	juil-24	janv-24	juil-24	janv-24	juil-24
Hydrocarbures aliphatiques																			
Hydrocarbures C5-C6	µg/m³	LQ	18 000	<278,6	<258,4	<339,0	<251,3	<336,7	<238,7	<275,5	<255,1	<310,6	n.a.	<286,5	<401,6	<276,2	<245,7	<281,7	<252,5
Hydrocarbures C6-C8			18 000	<278,6	<258,4	<339,0	<251,3	<336,7	<238,7	<275,5	<255,1	<310,6		<286,5	<401,6	<276,2	<245,7	<281,7	<252,5
Hydrocarbures C8-C10			1 000	<278,6	<258,4	<339,0	<251,3	<336,7	<238,7	300,3	<255,1	<310,6		<286,5	441,8	<276,2	<245,7	<281,7	<252,5
Hydrocarbures C10-C12			1 000	<278,6	<258,4	<339,0	<251,3	<336,7	<238,7	495,9	<255,1	<310,6		<286,5	2 221	<276,2	<245,7	<281,7	<252,5
Hydrocarbures C12-C16			1 000	<278,6	<258,4	<339,0	<251,3	<336,7	<238,7	<275,5	<255,1	<310,6		<286,5	831,3	<276,2	<245,7	<281,7	<252,5
Total Aliphatiques			-	<278,6	<258,4	<339,0	<251,3	<336,7	<238,7	796,2	<255,1	<310,6		<286,5	3494,1	<276,2	<245,7	<281,7	<252,5
Hydrocarbures aromatiques (hors benzène et toluène) - Borne R1																			
Aromatiques C8-C10		LQ	200	<278,6	<258,4	<339,0	<251,3	<336,7	<238,7	<275,5	<255,1	<310,6	n.a.	<286,5	<401,6	<276,2	<245,7	<281,7	<252,5
Aromatiques C10-C12			200	<278,6	<258,4	<339,0	<251,3	<336,7	<238,7	<275,5	<255,1	<310,6		<286,5	<401,6	<276,2	<245,7	<281,7	<252,5
Aromatiques C12-C16			200	<278,6	<258,4	<339,0	<251,3	<336,7	<238,7	<275,5	<255,1	<310,6		<286,5	<401,6	<276,2	<245,7	<281,7	<252,5
Total Aromatiques			-	<278,6	<258,4	<339,0	<251,3	<336,7	<238,7	<275,5	<255,1	<310,6		<286,5	<401,6	<276,2	<245,7	<281,7	<252,5
Composés aromatiques volatils (BTEX)																			
Benzène	µg/m³	LQ	2	<5,2	<5,2	<6,8	<5,0	<6,7	<4,8	<6,7	<5,1	<6,2	n.a.	<5,7	<8,0	<5,5	<4,9	<5,6	<5,1
Toluène			20 000	<22,3	<20,7	<27,1	<20,1	<26,9	<19,1	24,2	<20,4	<24,8		<22,9	<32,1	<22,1	<19,7	<22,5	<20,2
Ethylbenzène			1 500	<11,1	<10,3	<13,6	<10,1	<13,5	<9,5	11,3	<10,2	<12,4		<11,5	<16,1	<11,0	<9,8	<11,3	<10,1
m+p Xylènes			10 000	12,5	<10,3	14,6	<10,1	<13,5	<9,5	47,7	<10,2	18,3		<11,5	28,5	<11,0	<9,8	38,6	11,6
o Xylènes				<5,6	<5,2	<6,8	<5,0	<6,7	<4,8	17,4	<5,1	<6,2		<5,7	12,0	<5,5	<4,9	14,4	<5,1
Somme des BTEX			-	12,5	<51,7	14,6	<50,3	<67,3	<47,7	100,6	<51,0	18,3		<57,3	40,6	<55,2	<49,1	53,0	11,6
Composés Organiques Halogénés Volatils (COHV)																			
Dichlorométhane	µg/m³	LQ	10	<5,6	<5,2	<6,8	<5,0	<6,7	<4,8	<5,5	<5,1	<6,2	n.a.	<5,7	<8,0	<5,5	<4,9	<5,6	<5,1
Chlorure de vinyle			3	<5,6	<5,2	<6,9	<5,0	<6,7	<4,8	<5,5	<5,1	<6,2		<5,7	<8,0	<5,5	<4,9	<5,6	<5,1
1,1-Dichloroéthylène			-	<5,6	<5,2	<6,10	<5,0	<6,7	<4,8	<5,5	<5,1	<6,2		<5,7	<8,0	<5,5	<4,9	<5,6	<5,1
trans-1,2-Dichloroéthylène			-	<5,6	<5,2	<6,11	<5,0	<6,7	<4,8	<5,5	<5,1	<6,2		<5,7	<8,0	<5,5	<4,9	<5,6	<5,1
cis 1,2-Dichloroéthène			60	<5,6	<5,2	<6,12	<5,0	<6,7	<4,8	<5,5	<5,1	<6,2		<5,7	<8,0	<5,5	<4,9	<5,6	<5,1
Chloroforme			63	<5,6	<5,2	<6,13	<5,0	12,6	<4,8	5,8	<5,1	<6,2		<5,7	<8,0	13,4	29,5	<5,6	<5,1
Tétrachlorométhane			110	<5,6	<5,2	<6,14	<5,0	<6,7	<4,8	<5,5	<5,1	<6,2		<5,7	<8,0	<5,5	<4,9	<5,6	<5,1
1,1-Dichloroéthane			-	<5,6	<5,2	<6,15	<5,0	<6,7	<4,8	<5,5	<5,1	<6,2		<5,7	<8,0	<5,5	<4,9	<5,6	<5,1
1,2-Dichloroéthane			-	<5,6	<5,2	<6,16	<5,0	<6,7	<4,8	<5,5	<5,1	<6,2		<5,7	<8,0	<5,5	<4,9	<5,6	<5,1
1,1,1-Trichloroéthane			1 000	835,7	718,3	376,3	972,4	143,4	135,1	1 196	2 263	<6,2		<5,7	<8,0	<5,5	<4,9	<5,6	<5,1
1,1,2-Trichloroéthane			-	<5,6	<5,2	<6,18	<5,0	<6,7	<4,8	<5,5	<5,1	<6,2		<5,7	<8,0	<5,5	<4,9	<5,6	<5,1
Trichloroéthylène			10	<5,6	<5,2	<6,19	<5,0	<6,7	<4,8	<5,5	11	<6,2		<5,7	<8,0	<5,5	<4,9	<5,6	<5,1
Tetrachloroéthylène			250	<5,6	<5,2	<6,20	<5,0	<6,7	<4,8	<5,5	7,7	<6,2		<5,7	<8,0	<5,5	<4,9	<5,6	<5,1
Bromochlorométhane			-	<5,6	<5,2	<6,21	<5,0	<6,7	<4,8	<5,5	<5,1	<6,2		<5,7	<8,0	<5,5	<4,9	<5,6	<5,1
Dibromométhane			-	<5,6	<5,2	<6,22	<5,0	<6,7	<4,8	<5,5	<5,1	<6,2		<5,7	<8,0	<5,5	<4,9	<5,6	<5,1
1,2-Dibromoéthane			-	<5,6	<5,2	<6,23	<5,0	<6,7	<4,8	<5,5	<5,1	<6,2		<5,7	<8,0	<5,5	<4,9	<5,6	<5,1
Tribromométhane (Bromoforme)	9	<5,6	<5,2	<6,24	<5,0	<6,7	<4,8	<5,5	<5,1	<6,2	<5,7	<8,0	<5,5	<4,9	<5,6	<5,1			
Bromodichlorométhane	-	<5,6	<5,2	<6,25	<5,0	<6,7	<4,8	<5,5	<5,1	<6,2	<5,7	<8,0	<5,5	<4,9	<5,6	<5,1			
Dibromochlorométhane	-	<5,6	<5,2	<6,26	<5,0	<6,7	<4,8	<5,5	<5,1	<6,2	<5,7	<8,0	<5,5	<4,9	<5,6	<5,1			
Naphtalène																			
Naphtalène	µg/m³	LQ	10	<5,6	<5,2	<6,8	<5,8	<6,7	<5,8	<5,5	<5,6	<6,2	n.a.	<5,7	<8,0	<5,5	<4,9	<5,6	<5,1

n.a. : non analysé

7 Interprétation des résultats d'analyses (A270)

La distinction entre contaminations et anomalies est effectuée selon les définitions suivantes :

Définition d'une anomalie

Substance identifiée dans les sols dont la concentration est comparable / du même ordre de grandeur de la valeur de référence.

Définition d'une contamination

Substance identifiée dans les sols présentant des concentrations non comparables/pas du même ordre de grandeur de la valeur de référence.

7.1 Interprétation des analyses sur les eaux souterraines

Les résultats analytiques sur les eaux souterraines prélevées le **23/07/2024** mettent en évidence :

- ✓ un dépassement des valeurs de référence « eau potable » pour **l'arsenic au droit de PZ2 (CTM2)**, avec une concentration de 43 µg/l (valeur référence à 10 µg/l) ;
- ✓ un léger dépassement des valeurs de référence « eau potable » pour **le Benzo(a)pyrène au droit de PZ2 et PZ3 (CTM2)**, avec des concentrations respectives de 0,0207 et 0,0144 µg/l (valeur référence à 0,01 µg/l) ;
- ✓ des quantifications en dessous des limites de référence en zinc sur PZ2 (CTM2), en nickel sur PZ1 (CTM2), PZ4 (amont CTM1) et PZ6 (aval CTM1), en arsenic sur PZ1 (CTM2) et PZ6 (aval CTM1) ;
- ✓ des quantifications en dessous des limites de référence en HAP sur PZ2 (CTM2), PZ3 (CTM2), PZ4 (amont CTM1) et PZ6 (aval CTM1) ;
- ✓ des quantifications en dessous des limites de référence en HCT C₁₀-C₄₀ sur PZ1 et PZ2 (CTM2) ;
- ✓ l'absence de quantification de BTEX et COHV.

Par rapport à la précédente campagne du **10/01/2024** :

- ✓ les dépassements des valeurs de référence « eau potable » pour **l'arsenic au droit de PZ2 (CTM2)** sont observés lors des 2 campagnes, dans les mêmes ordres de grandeurs ;
- ✓ les dépassements des valeurs de référence « eau potable » observés en janvier **pour le nickel au droit de PZ2 (CTM2) et PZ6 (aval CTM1)** ne sont pas retrouvés en juillet ;
- ✓ des quantifications **en HAP** en légères augmentations sur PZ2 (CTM2), PZ3 (CTM2) et PZ6 (aval CTM1) ;
- ✓ des quantifications **en HCT C₁₀-C₄₀** observées uniquement en juillet sur PZ1 et PZ2 (CTM2) ;
- ✓ les BTEX et les COHV ne sont toujours pas quantifiés sur l'ensemble des ouvrages.



7.2 Analyse critique des données et incertitudes sur les eaux souterraines

Le tableau ci-dessous présente une analyse critique des données pouvant influencer les résultats des investigations sur les eaux souterraines.

Tableau 14 : Analyse critique des données / incertitudes sur les résultats des eaux souterraines

Facteur	Ecart constaté / Critique	Impact sur les résultats
Ecart entre les investigations réalisées et le programme prévisionnel d'investigations	Le PZ3 n'est pas conforme aux règles de l'art (absence de massif filtrant)	Aucun
Cohérence des résultats analytiques	Absence de résultat analytique anormal. Indices organoleptiques corrélés aux résultats d'analyses	Aucun
Examen des résultats vis-à-vis des milieux	Aucune anomalie constatée	Aucun
Incertitude analytique	Les incertitudes analytiques fournies par le laboratoire sont comprises entre 15 et 60%	Ce facteur peut potentiellement influencer l'interprétation des résultats si la concentration est proche de la valeur de référence retenue mais ne remet pas en cause les gammes de concentrations quantifiées
Localisation des piézomètres	Les piézomètres ont été implantés selon le programme d'investigations prévu	Aucun
Sens d'écoulement	Sens d'écoulement conforme au sens supposé (en direction du nord-est) pour le CTM1	Aucun

7.3 Interprétation des analyses sur les gaz du sol

Les analyses des gaz du sol prélevées les **23 et 24/07/2024** ont mis en évidence :

- ✓ des quantifications en **hydrocarbures** uniquement sur Pzair S16 (CTM1) avec une concentration marquée en hydrocarbures aliphatiques de 3 494,1 µg/m³ (absence d'aromatiques). La concentration en C₁₀-C₁₂ (2 221 µg/m³) est supérieure à la valeur de référence de la borne R1 pour le milieu « air intérieur » (1 000 µg/m³) ;
- ✓ des quantifications en **BTEX** uniquement :
 - sur Pzair 16 (CTM1) avec une concentration faible pour la somme des BTEX (40,6 µg/m³) ;
 - sur Pzair 19 (CTM1) avec une concentration faible pour la somme des BTEX (11,6 µg/m³) ;
- ✓ des quantifications en **COHV** :
 - sur Pzair S8 (CTM2), en **trichloroéthylène** avec une concentration de 11 µg/m³. Cette dernière est légèrement supérieure à la valeur de référence de la borne R1 pour le milieu « air intérieur » (10 µg/m³) ;

- sur Pzair S8 (CTM2), en **tétrachloroéthylène** avec une faible concentration de $7,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$;
 - sur les 4 ouvrages installés sur le CTM2 (Pzair S1, Pzair S5, Pzair S6 et Pzair S8), en **1,1,1-Trichloroéthane** avec des concentrations respectives de 718,3, 972,4, 135,1 et $2\,263 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Seule la concentration observée sur Pzair S8 ($2\,263 \mu\text{g}/\text{m}^3$) est supérieure à la valeur de référence de la borne R1 pour le milieu « air intérieur » ($1\,000 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ;
- ✓ l'absence de quantifications en **naphtalène** sur l'ensemble des ouvrages prélevés.

7.3.1 Corrélation entre les résultats d'analyses de sol et de gaz du sol

Les analyses de sol et de gaz du sol permettent de constater :

- ✓ une **corrélation** pour les **hydrocarbures**. Ces derniers sont faiblement retrouvés dans les sols et les gaz du sol ;
- ✓ une **corrélation** pour les **BTEX**. Ces derniers ne sont jamais quantifiés dans les sols mais sont observés sur 2 des 7 piézairs analysés. Cela peut être mis en lien avec le caractère fortement volatil de ces composés ;
- ✓ une **absence de corrélation** pour les **COHV**. Ces derniers ne sont jamais quantifiés dans les sols mais sont quantifiés dans 5 des 7 piézairs analysés. Cela peut être mis en lien avec le caractère fortement volatil de ces composés ;
- ✓ une **corrélation** pour les **HAP**. Le naphtalène (HAP le plus volatil) est retrouvé ponctuellement à de faibles teneurs dans les sols et n'est jamais quantifié dans les gaz de sol.

7.3.2 Comparaison des résultats d'analyses sur les gaz du sol entre janvier et juillet 2024

La comparaison des résultats sur les gaz du sol entre janvier et juillet 2024 met en avant :

- ✓ **BTEX** :
 - les BTEX sont majoritairement plus quantifiés en janvier qu'en juillet, à l'exception de Pzair S16 (CTM1) ;
 - les BTEX ne sont jamais quantifiés sur Pzair S6 (CTM2) et Pzair S17 (CTM1).

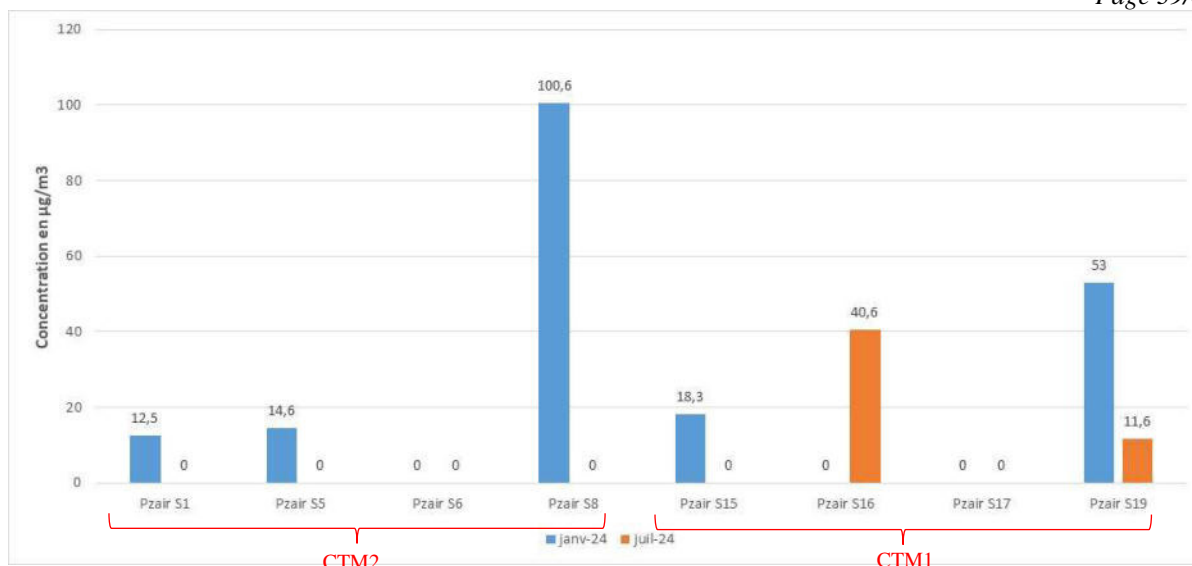


Figure 12 : Comparaison de la somme des BTEX dans les gaz du sol entre janvier et juillet 2024

- ✓ **HCT C₁₀-C₄₀** : ces derniers ne sont jamais quantifiés sur les 2 campagnes, à l'exception sur Pzair S8 en janvier (hydrocarbures aliphatiques avec 796,2 µg/m³) et Pzair S16 en juillet (hydrocarbures aliphatiques avec 3 494,1 µg/m³) ;
- ✓ **COHV** :
 - **trichloroéthylène** : il est uniquement quantifié en juillet sur Pzair S8 (11 µg/m³) ;
 - **tétrachloroéthylène** : il est uniquement quantifié en juillet sur Pzair S8 (7,7 µg/m³) ;
 - **1,1,1-Trichloroéthane** : il est observé systématiquement en janvier et juillet sur les 4 piézairs du CTM2. Globalement, le 1,1,1-Trichloroéthane est quantifié à de plus fortes concentrations en juillet qu'en janvier. Pour le CTM1, il n'est jamais quantifié sur les piézairs du CTM1.

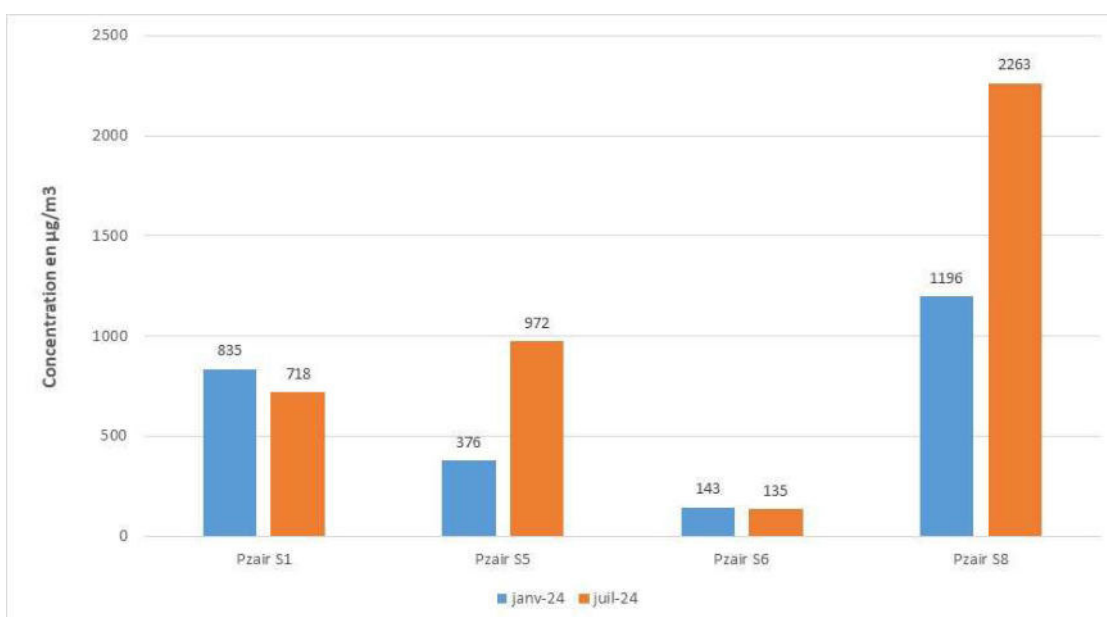


Figure 13 : Comparaison du 1,1,1-Trichloroéthane dans les gaz du sol entre janvier et juillet 2024 (CTM2)

7.4 Analyse critique des données et incertitudes sur les résultats des sols

Le tableau ci-dessous présente une analyse critique des données pouvant influencer les résultats du diagnostic de sol.

Tableau 15 : Analyse critique des données / incertitudes sur les résultats des sols

Facteur	Ecart constaté / Critique	Impact sur les résultats
Ecart entre les investigations réalisées et le programme prévisionnel d'investigations	Aucun à l'exception du Pzair S8 non conformes aux règles de l'art (cf. paragraphe 7.1 du rapport DIAG). Le Pzair S15 n'a pas été prélevé en juillet 2024 car celui-ci était inexploitable.	Aucun
Cohérence des résultats analytiques	Mesures PID non corrélées aux résultats d'analyses (quantifications parfois marquées en COHV sur CTM2)	Aucun
Examen des résultats vis-à-vis des milieux	Aucune anomalie constatée	Aucun
Incertitude analytique	Les incertitudes analytiques sont toutes inférieures à 48%	Ne remet pas en cause les gammes des concentrations mesurées
Incertitude liée à l'implantation des prélèvements des gaz du sol	Les investigations ne donnent qu'un état des lieux ponctuel	Le nombre de prélèvements réalisés est proportionné par rapport à la superficie du site et au projet

7.5 Assurance qualité sur les résultats des gaz du sol

Contrôle des débits

Le débit de pompage a été mesuré au début et à la fin du prélèvement pour chacune des lignes de prélèvement, avec l'ensemble du matériel installé. Les mesures de débits réalisées sont reportées sur les protocoles de terrain fournis en annexes.

Si l'écart de débit mesuré pour un support est inférieur à 5% entre le début et la fin du prélèvement, le débit moyen sera retenu pour le calcul du volume prélevé. Si l'écart de débit mesuré pour un support est compris entre 5% et 10% entre le début et la fin du prélèvement, le débit minimum sera retenu pour le calcul du volume prélevé.

Si l'écart de débit mesuré pour un support est supérieur à 10% entre le début et la fin du prélèvement, le prélèvement n'est pas considéré comme représentatif.

Blanc de terrain / de transport

Afin de vérifier l'absence de contaminations lors du terrain et du transport des échantillons, un blanc nommé « Blanc » a été réalisé (cf. résultats en **Annexe 5**). Ce blanc permet de détecter la contamination croisée des échantillons pendant la réalisation des investigations et lors du transport. Un support de prélèvement appartenant au même lot que ceux utilisés pour les échantillons a été transporté sur site dans les mêmes conditions que les autres supports prélevés sans avoir subi de prélèvement, puis scellé comme pour un échantillon réel, placé avec les échantillons et transporté au laboratoire. Il a ensuite été analysé avec les échantillons prélevés.

Zones de contrôles

Afin de vérifier que la totalité des composés se soit bien adsorbée sur le support de prélèvement, les tubes sont munis de deux zones : une zone de mesure utilisée pour l'analyse et une zone de contrôle destinée à vérifier la pertinence des résultats. La concentration mesurée sur la zone de contrôle doit être inférieure à 5% de celle mesurée sur la zone de mesure conformément aux fiches MétroPol de l'INRS.

Représentativité des résultats d'analyses

Les résultats d'analyses obtenus sur les échantillons de gaz du sol sont validés par l'absence de quantification des composés dans la zone de contrôle des prélèvements, ainsi que dans l'échantillon de blanc de terrain.

7.6 Limites et incertitudes liées aux investigations

Les observations et mesures disponibles sont établies en des points spécifiques, implantés d'après les informations fournies et suivant les contraintes techniques du site. La société EnvirEauSol ne peut pas exclure des conditions différentes en d'autres points et d'autres profondeurs.

7.7 Synthèse des investigations sur les milieux

La synthèse des investigations sur les milieux sol, eaux souterraines et gaz du sol est présentée ci-dessous.



Tableau 16 : Synthèse des résultats analytiques sur les milieux (investigations de janvier et juillet 2024)

Milieu	Synthèse
Sol	✓ une anomalie modérée en HCT C₁₀-C₄₀ sur S13(0,05-1) au niveau des remblais (casiers bétons du CTM1) avec une concentration de 656 mg/kg MS (extension verticale limitée) ; ✓ des anomalies faibles et diffuses en HCT C₁₀-C₄₀ et HAP (remblais et terrain naturel) ; ✓ des anomalies diffuses en arsenic et cadmium sur les remblais et le terrain naturel (à mettre en lien avec le fond géochimique local) ; ✓ des anomalies ponctuelles en cuivre et plomb sur les remblais du CTM2 (mauvaise qualité des remblais) ; ✓ sur 8 tests ISDI réalisés, un seul ne respecte pas l'arrêté du 12/12/14. Il s'agit de l'échantillon S7(0,05-0,6) réalisé dans les remblais du CTM2 (dépassement des valeurs de référence pour l'arsenic). L'échantillon S13(0,05-1) présente aussi une concentration en HCT C₁₀-C₄₀ supérieure au seuil ISDI.
Eaux souterraines	✓ absence de contamination ; ✓ des dépassements des valeurs de référence « eau potable » pour l'arsenic (PZ2) et nickel (PZ2 et PZ6) ; ✓ des dépassements des valeurs de référence « eau potable » pour le pour le Benzo(a)pyrène sur PZ2 et PZ3.
Gaz du sol	✓ des quantifications en hydrocarbures aliphatiques uniquement sur Pzair 8 (CTM2) et Pzair S16 (CTM1) ; ✓ des quantifications diffuses en BTEX (CTM 1 et CTM2) ; ✓ des quantifications en COHV globalement que sur le CTM2, avec : ○ des quantifications ponctuelles en trichloroéthylène, tétrachloroéthylène et chloroforme ; ○ des quantifications diffuses en 1,1,1-Trichloroéthane.

Les cartes des principaux résultats des investigations sont présentées ci-dessous. Pour les gaz du sol, les concentrations maximales des 2 campagnes sont reportées.

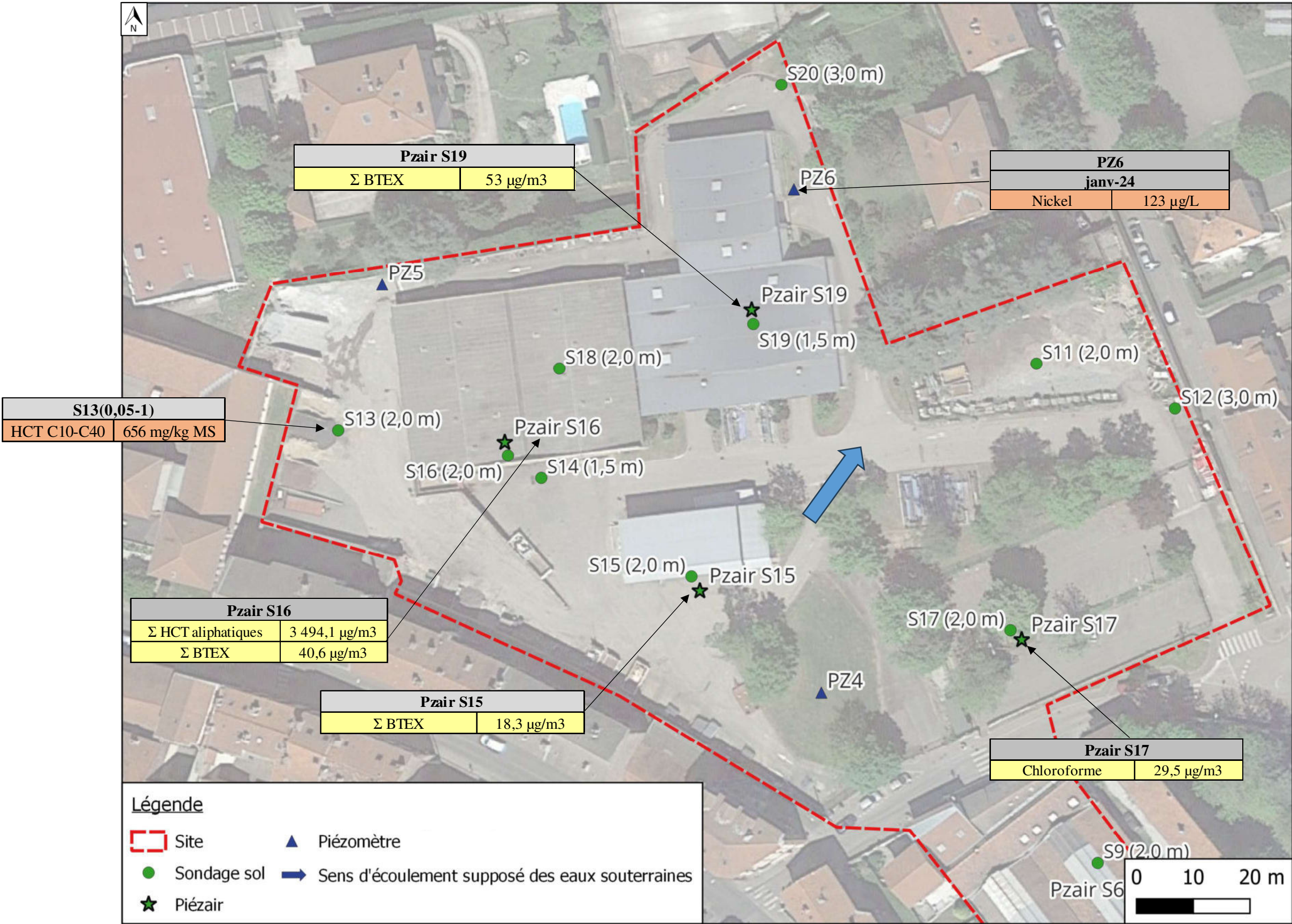


Figure 14 : Carte synthétique des principaux résultats des investigations sur les milieux sol, eaux souterraines et gaz du sol – CTM1

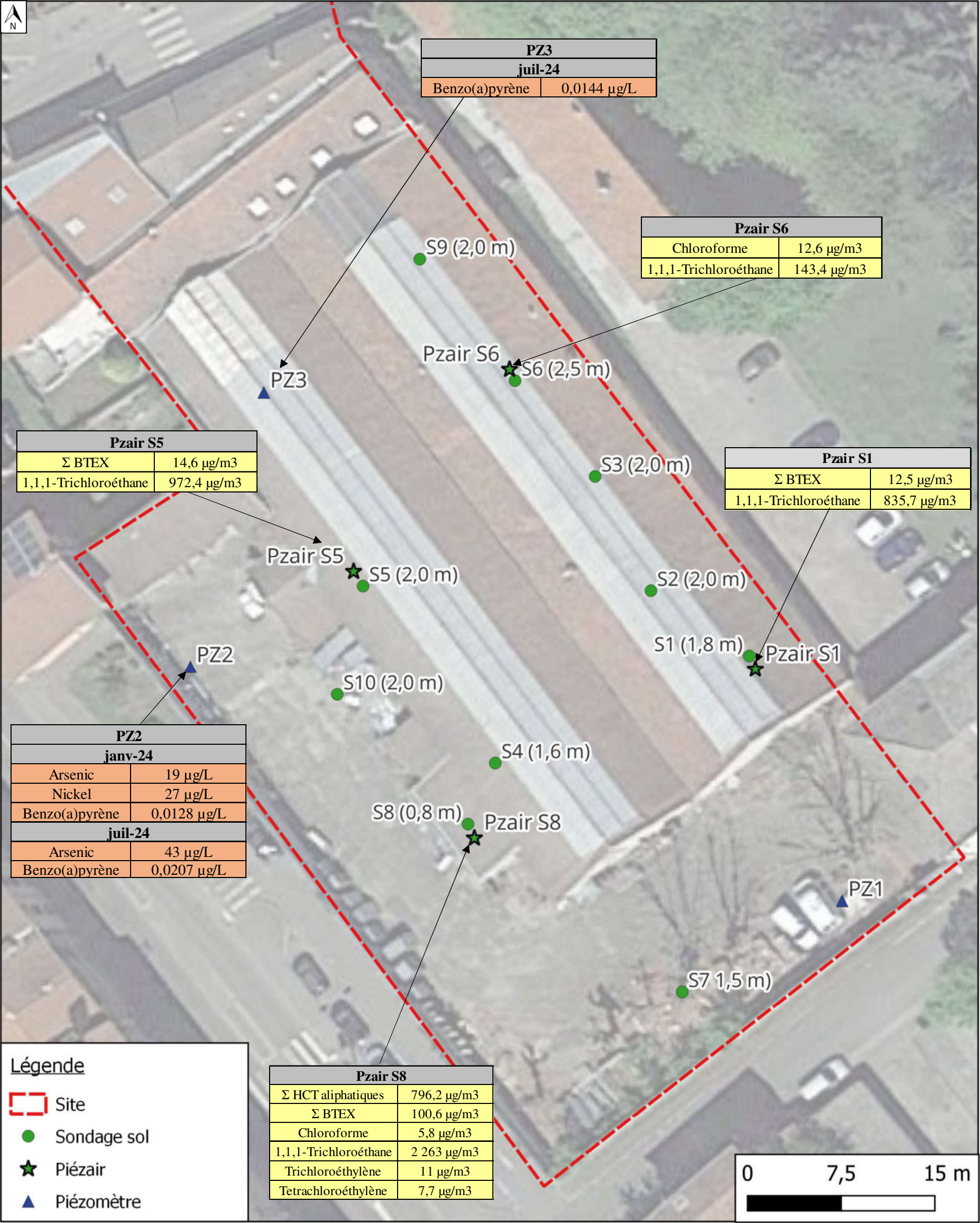


Figure 15 : Carte synthétique des principaux résultats des investigations sur les milieux sol, eaux souterraines et gaz du sol - CTM2

8 Schéma conceptuel V1

L'élaboration du schéma conceptuel permet de caractériser la vulnérabilité de la zone d'étude, dans son usage et sa configuration actuelle ou future, dans le but d'estimer les risques d'expositions des cibles aux polluants potentiellement présents dans le sous-sol.

Rappelons qu'un risque d'exposition est lié à la présence concomitante d'une source de pollution (potentielle), d'une cible et d'une voie de transfert de l'une vers l'autre.

8.1 Usages et cibles

Les usages et cibles sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 17 : Usages et cibles

USAGES ET CIBLES	
Usage considéré : Usage futur	- <u>Sur site</u> : Usage sensible (EPHAD, résidence autonomie et résidence sénior) ; - <u>Hors site</u> : Usage résidentiel et école (sensible).
Cibles	- <u>Sur site</u> : Travailleurs, résidents et visiteurs (enfants, adultes et personnes âgées) ; - <u>Hors site</u> : Travailleurs, résidents et écoliers.

8.2 Caractéristiques des sources et comportement des substances

La synthèse des investigations réalisées sur les milieux sol, eaux souterraines et gaz du sol est présentée ci-dessous.

Tableau 18 : Sources de pollution

SOURCES DE POLLUTION POTENTIELLES	
SOL	- Absence de contamination ; - Anomalie faible et ponctuelle en HCT C₁₀-C₄₀ (CTM1) ; - Anomalies faibles et diffuses en en HCT C₁₀-C₄₀ et HAP ; - Anomalies diffuses en arsenic et cadmium (CTM2) ; - Anomalies ponctuelles en cuivre et plomb (CTM2).
GAZ DU SOL	- Quantifications ponctuelles en HCT aliphatiques : - Quantifications diffuses en BTEX ; - Quantifications ponctuelles en trichloroéthylène, tétrachloroéthylène et chloroforme (CTM2) ; - Quantifications diffuses en 1,1,1-Trichloroéthane (CTM2).
EAUX SOUTERRAINES	Absence de contamination

8.3 Voies de transfert et milieux/voies d'exposition

Le tableau ci-dessous présente les voies de transferts et les milieux/voies d'exposition.

Tableau 19 : Synthèse des voies de transferts

VOIES DE TRANSFERTS POTENTIELLES		
Mode de transfert	Retenue	Justification
Volatilisation	OUI	Présence de composés volatils dans les gaz du sol
Migration verticale vers les eaux souterraines	Non	Absence de contamination dans les eaux souterraines
Migration hors site via les eaux souterraines	Non	
Ruissèlement	Non	Sols entièrement recouverts dans le futur projet
Transfert vers les eaux superficielles	Non	Absence de contamination dans les eaux souterraines
Bioaccumulation (aliment auto produit végétal ou animal)	Non	Absence de jardin potager et d'élevage au droit du futur projet et hors site Usage de pêche dans l'Ondaine mais milieu non vulnérable
Envol de poussières	Non	Sols entièrement recouverts dans le futur projet
Contact direct / Sol de surface	Non	
Perméation réseaux	Non	Futures canalisations anti-perméation et réalisées dans matériaux sains dans le futur projet

Tableau 20 : Synthèse des milieux/voies d'exposition

MILIEUX/VOIES D'EXPOSITION POTENTIELS		
Voies d'exposition	Retenue	Justification
Inhalation de gaz depuis les milieux souterrains vers l'air intérieur	OUI	Sur site, présence de bâtiments dans le projet futur Hors site, voie d'exposition non retenue (absence de transfert hors site via les eaux souterraines)
Inhalation de gaz depuis les Milieux souterrains vers l'air extérieur	Non	Effet dilution en extérieur
Inhalation de poussières issues des sols de surface	Non	Sols entièrement recouverts dans le futur projet
Contact cutané sols et/ou poussières	OUI	
Ingestion de sol	En cas de travaux	
Ingestion d'eau potable	Non	Futures canalisations anti-perméation et réalisées dans matériaux sains dans le futur projet Hors site, zone d'étude hors périmètre de protection captage AEP
Ingestion d'aliments d'origine végétale	Non	Absence de culture dans le futur projet et hors site
Ingestion d'aliments d'origine animale	Non	Absence d'élevage dans le futur projet et hors site Hors site, usage de pêche dans l'Ondaine mais milieu non vulnérable
Contact cutané eaux souterraines	Non	Absence d'usage des eaux souterraines dans le futur projet Hors site, usage non sensible
Contact cutané eaux superficielles	Non	Les eaux superficielles sont non vulnérables

8.4 Conclusion du schéma conceptuel V1

Les conclusions du schéma conceptuel V1 sont présentées ci-dessous.

Tableau 21 : Synthèse des scénarios d'exposition sur site et hors site

Usage		Expositions
Usage sensible (EPHAD, résidence autonomie et résidence sénior)	Sur site	Inhalation de gaz depuis les milieux souterrains vers l'air intérieur des bâtiments
En cas de travaux (pour les travailleurs)		✓ Contact direct de sols impactés et/ou de poussières ; ✓ Inhalation de poussières et d'air contaminé par dégazage de sols.
Usage majoritairement résidentiel et sensible	Hors site	Aucune voie d'exposition retenue.



9 Analyses des enjeux sanitaires (A320)

L'analyse des enjeux sanitaires est une évaluation des risques réalisée sur la base des concentrations mises en évidence dans le milieu gaz du sol. Elle permet de vérifier si l'état environnemental du site est compatible avec l'usage projeté.

9.1 Principe et méthodologie appliquée

La réalisation d'une Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS) devient nécessaire dans le cas où des expositions sont identifiées dans le cadre du schéma conceptuel et où des valeurs de gestion réglementaires ne sont pas disponibles pour les voies d'exposition considérées. Elle a pour objectif de déterminer si l'état environnemental du site est compatible avec l'usage projeté, compte-tenu des contaminations mises en évidence.

Afin de rester dans une démarche majorante, et sur la base de la mise en œuvre des mesures de gestion préconisées, l'outil proposé est une grille de calcul multiple des risques d'exposition engendrés par les substances présentant un risque sanitaire.

La méthodologie pour l'EQRS est présentée en **Annexe 6**.

9.2 Scénarii pris en compte

L'usage du site sera :

- ✓ **au droit du CTM1** : un EHPAD en R+3 avec sous-sol partiel, une résidence autonomie en R+2 sans sous-sol, un pôle commun et une cuisine centrale en RDC et des espaces verts et de voiries ;
- ✓ **au droit du CTM2** : une résidence sénior en R+1 sans sous-sol, des espaces verts et des emplacements de stationnements.

Dans le cadre d'une démarche majorante, le scénario pris en considération dans l'analyse des enjeux sanitaires est donc :

- ✓ **au droit des CTM1 et CTM2**, l'inhalation d'air ambiant intérieur, issu du dégazage des sols, potentiellement impacté par les substances hydrocarbures aliphatiques C₈-C₁₆, toluène, éthylbenzène, xylènes, chloroforme, 1,1,1-trichloroéthane, trichloroéthylène et tétrachloroéthylène, quantifiés dans les gaz du sol au sein des ouvrages PzairS1, PzarS5, Pzair6, PzairS8, PzairS15, PzairS16, PzairS17 et PzairS19 lors des campagnes du 09/01/2024, 23/07/2024 et 24/07/2024, **par des adultes travailleurs et des adultes résidents**.

L'ensemble des données présentées précédemment à savoir les polluants identifiés (source), les voies d'exposition retenues (mode de transfert) et les populations concernées (cible) est rassemblé dans le tableau en page suivante.



Tableau 22 : Composantes du schéma conceptuel – exposition par inhalation – usage tertiaire et résidentiel

Composantes	Bâtiments pris en compte
Source identifiée dans les gaz du sol	✓ hydrocarbures aliphatiques C₅-C₆ ; ✓ hydrocarbures aliphatiques C₆-C₈ ; ✓ hydrocarbures aliphatiques C₈-C₁₀ ; ✓ hydrocarbures aliphatiques C₁₀-C₁₂ ; ✓ éthylbenzène ; ✓ toluène ; ✓ xylènes (total) ; ✓ chloroforme ; ✓ tétrachloroéthylène (PCE) ; ✓ trichloroéthylène (TCE).
Milieux d'exposition	Air ambiant intérieur au rez-de-chaussée du bâtiment (bureaux)
Caractéristiques du bâtiment	Bâtiment de plain-pied (sans vide sanitaire, ni sous-sol, approche pénalisante). Epaisseur de la dalle supposée de 0,15 m (approche réaliste)
Voies de migration possibles	Dégazage des sols vers l'intérieur du rez-de-chaussée du bâtiment
Usage	Tertiaire et résidentiel
Populations concernées	Adultes travailleurs

9.3 Problématique « Inhalation » - Bâtiment à usage tertiaire et résidentiel – Adulte travailleur et adulte résident

9.3.1 Paramètres d'entrée

Les paramètres d'entrée pour l'évaluation du risque sanitaire sont fournis en **Annexe 6**. Ils regroupent :

- ✓ les principaux paramètres caractérisant la population concernée ;
- ✓ les caractéristiques des bâtiments ;
- ✓ les caractéristiques de l'environnement (nature des sols, etc.) ;
- ✓ les substances et concentrations mesurées dans les gaz du sol au droit des futurs bâtiments ;
- ✓ les paramètres d'exposition ;
- ✓ les valeurs de référence retenues ;
- ✓ le détail des calculs de risques.

L'Annexe 7 présente le détail des modélisations et les résultats des concentrations dans l'air ambiant intérieur.

9.3.2 Substances et concentrations retenues

Les substances retenues sont celles quantifiées dans les prélèvements de gaz souterrains à l'issue des campagnes de prélèvements du 09/01/2024, 23/07/2024 et 24/07/2024 réalisées par le bureau d'études EnvirEauSol, au droit du site.

Seuls les composés dont les concentrations sont supérieures aux limites de quantification du laboratoire ont été retenus.

Le scénario « inhalation d'air ambiant » prend en compte dans le calcul de risque les concentrations maximales de chaque composé mesuré lors des investigations réalisées sur le milieu gaz du sol au droit des futurs logements (piézairs), soit la concentration la plus pénalisante pour chaque substance recherchée.

Le tableau ci-dessous, présente les composés et leur concentration retenue pour le scénario « inhalation d'air ambiant ».

Tableau 23 : Concentrations retenues dans les gaz du sol, par paramètre, pour le scénario inhalation d'air ambiant intérieur – usage tertiaire et résidentiel

Paramètres	Concentrations maximales	Unité	Date de prélèvement	Référence de l'échantillon
Hydrocarbures aliphatiques				
Aliphatiques C ₈ -C ₁₀	441,8	µg/m ³	24/07/2024	Pzair S16
Aliphatiques C ₁₀ -C ₁₂	2 221		24/07/2024	Pzair S16
Aliphatiques C ₁₂ -C ₁₆	831,3		24/07/2024	Pzair S16
BTEX				
Toluène	24,2	µg/m ³	09/01/2024	Pzair S8
Ethylbenzène	11,3		09/01/2024	Pzair S8
Σ Xylènes	65,1		09/01/2024	Pzair S8
COHV				
Chloroforme	29,5	µg/m ³	24/07/2024	Pzair S17
1,1,1-Trichloroéthane	2 263		23/07/2024	Pzair S8
Trichloroéthylène (TCE)	11,0		23/07/2024	Pzair S8
Tétrachloroéthylène (PCE)	7,7		23/07/2024	Pzair S8

La description des propriétés de ces substances est disponible en **Annexe 8**.

9.3.3 Concentrations modélisées dans l'air ambiant intérieur

La modélisation a été réalisée sur la base des résultats des campagnes de prélèvements de gaz du sol du 09/01/2024, 23/07/2024 et 24/07/2024.

Le transfert de vapeur a été modélisé avec le modèle de Johnson & Ettinger (cf. **Annexe 6**) à partir des données physico-chimiques des substances, du contexte environnemental du site (géologie, hydrogéologie) et des caractéristiques du lieu d'exposition (dimensions du bâtiment, etc.).

Une démarche pénalisante a été réalisée dans le cadre de l'EQRS : modélisation pour l'usage tertiaire et résidentiel portant sur le transfert de vapeurs à partir des gaz souterrains vers l'air ambiant d'une **petite pièce** (9 m² avec 2,5 m de hauteur de plafond, sans vide sanitaire ni sous-sol).

Les résultats des concentrations calculées dans l'air ambiant intérieur à partir des gaz souterrains figurent dans les tableaux ci-dessous.

Tableau 24 : Concentrations modélisées dans l'air ambiant intérieur à partir des concentrations mesurées dans les gaz du sol – usage tertiaire et résidentiel – petite pièce

Substances	Concentration maximale mesurée dans les gaz du sol (µg/m ³)	Date de prélèvement	Référence de l'échantillon	Concentration modélisée dans l'air ambiant intérieur d'une petite pièce (µg/m ³)
Aliphatiques C ₈ -C ₁₀	441,8	24/07/2024	Pzair S16	2,2
Aliphatiques C ₁₀ -C ₁₂	2 221	24/07/2024	Pzair S16	11,0
Aliphatiques C ₁₂ -C ₁₆	831,3	24/07/2024	Pzair S16	4,1
Toluène	24,2	09/01/2024	Pzair S8	0,12
Ethylbenzène	11,3	09/01/2024	Pzair S8	0,056
Σ Xylènes	65,1	09/01/2024	Pzair S8	0,32
Chloroforme	29,5	24/07/2024	Pzair S17	0,15
1,1,1-Trichloroéthane	2 263	23/07/2024	Pzair S8	11,0
Trichloroéthylène (TCE)	11,0	23/07/2024	Pzair S8	0,055
Tétrachloroéthylène (PCE)	7,7	23/07/2024	Pzair S8	0,038

Les concentrations modélisées dans l'air ambiant intérieur sont présentées en **Annexe 7**.

9.3.4 Résultats des calculs de risques

Pour le scénario considéré, les substances retenues et les populations considérées, le quotient de danger (QD, pour les effets à seuil) et l'excès de risque individuel (ERI, pour les effets sans seuil) sont récapitulés dans le tableau suivant.

Les calculs de risques ont été réalisés à partir des concentrations calculées dans l'air ambiant, modélisées sur la base des **concentrations maximales mesurées dans les gaz du sol au droit du site** en janvier et juillet 2024.

Les grilles de calcul sont reportées en **Annexe 7**.



Tableau 25 : Résultats des calculs de risque – usage tertiaire et résidentiel – petite pièce

Usage tertiaire et résidentiel – petite pièce – RDC (sans vide sanitaire)						
Paramètres	Concentrations modélisées dans l'air ambiant intérieur ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Substances à effets de seuil Quotient de Danger (QD)		Substances sans effet de seuil Excès de Risque Individuel (ERI)		
		Adulte travailleur	Adulte résident	Adulte travailleur	Adulte résident	Adulte travaillant dans l'établissement puis restant comme résident
Aliphatiques C ₅ -C ₆	2,20E+00	4,7E-04	2,2E-03	-	-	-
Aliphatiques C ₆ -C ₈	1,10E+01	2,4E-03	1,1E-02	-	-	-
Aliphatiques C ₈ -C ₁₀	4,10E+00	8,8E-04	4,1E-03	-	-	-
Aliphatiques C ₁₀ -C ₁₂	1,20E-01	1,4E-06	6,3E-06	-	-	-
Toluène	5,60E-02	8,0E-06	3,7E-05	1,8E-08	3,0E-08	4,8E-08
Ethylbenzène	3,20E-01	6,9E-04	3,2E-03	-	-	-
Σ Xylènes	1,50E-01	5,1E-04	2,4E-03	4,5E-07	7,4E-07	1,19E-06
Chloroforme	1,10E+01	2,4E-03	1,1E-02	-	-	-
Trichloroéthylène (TCE)	5,50E-02	3,7E-06	1,7E-05	7,3E-09	1,2E-08	1,93E-08
Tétrachloroéthylène (PCE)	3,80E-02	2,0E-05	9,5E-05	1,3E-09	2,1E-09	3,4E-09
TOTAL		0,0073 (7,3E-03)	0,034 (3,4E-02)	0,048E-05 (4,8E-07)	0,078E-05 (7,8E-07)	0,126E-05 (1,26E-06)

QD < 1 et ERI < 10⁻⁵ : risque acceptable

QD ≥ 1 et/ou ERI ≥ 10⁻⁵ : risque inacceptable

Le QD théorique obtenu (somme des QD calculés) est inférieur à 1 pour des adultes travailleurs et adultes résidents. L'ERI théorique obtenu (somme des ERI calculés) est inférieur à 1.10⁻⁵ pour des adultes travailleurs et adultes résidents.



Cette analyse des enjeux sanitaires conclut sur l'absence de dépassement des niveaux de risques (QD et ERI) (risque acceptable) pour l'inhalation de vapeurs provenant des sols par un adulte travailleur et un adulte résident au droit du rez-de-chaussée d'une petite pièce pour les hydrocarbures aliphatiques C₈-C₁₆, toluène, éthylbenzène, xylènes (total), chloroforme, 1,1,1-trichloroéthane, trichloroéthylène (TCE) et tétrachloroéthylène (PCE), substances quantifiées dans les gaz du sol lors des campagnes de prélèvements du 09/01/2024, 23/07/2024 et 24/07/2024, sous réserve des hypothèses prises en compte.

9.4 Analyse des incertitudes

L'étude de risque a été réalisée sur la base d'hypothèses majorantes. Lors de l'application de la méthodologie de l'Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS), l'évaluateur se trouve confronté à de nombreuses incertitudes rencontrées à différents niveaux. Les incertitudes suivantes sont à noter :

1. Identification des dangers :

- ✓ l'identification des dangers a été réalisée pour les gaz du sol, sur la base de la campagne de mesures de gaz souterrains au droit des dispositifs de prélèvements, du 09/01/2024, 23/07/2024 et 24/07/2024, lors de laquelle les conditions météorologiques (pression atmosphérique) étaient globalement favorables au dégazage des gaz du sol (incertitude neutre) ;
- ✓ le positionnement des investigations a été réalisé au droit du futur projet d'aménagement pour les dispositifs de prélèvements de gaz du sol (piézairs) au droit du site (démarche réaliste) ;
- ✓ le programme analytique de la campagne de mesures dans les gaz du sol a été basé sur la base de la recherche de substances volatiles pouvant être habituellement identifiées dans les sols. Cette approche est pénalisante et sécuritaire par rapport au schéma d'aménagement, et aux anciennes activités du site (démarche majorante) ;
- ✓ les concentrations maximales de chaque paramètre quantifié dans les gaz du sol ont été retenues, afin de sécuriser les résultats de l'analyse des enjeux sanitaires par la prise en compte de valeurs éventuellement pénalisantes pour le calcul du risque sanitaire (démarche majorante).

2. Evaluation de la toxicité des substances :

- ✓ les valeurs toxicologiques de référence ont été sélectionnées selon la méthodologie en vigueur, basée sur la pertinence des études toxicologiques disponibles au moment de la réalisation de l'étude (incertitude neutre).

3. Evaluation de l'exposition :

- ✓ la modélisation de transfert des gaz souterrains a été réalisée vers l'air ambiant intérieur sur la base du modèle Johnson & Ettinger (démarche majorante et réaliste pour un nouveau bâti), qui prend en compte :
 - une source de contamination infinie (absence de diminution des concentrations avec le temps) ;
 - une dalle fissurée en périphérie (joints en mauvais état) ;



- les principes de diffusion et de convection des contaminations dans la zone non saturée ;
- ✓ la modélisation de transfert des gaz souterrains vers l'air ambiant a été réalisée avec des hypothèses réalistes et majorantes pour la configuration du site d'étude et de structure maximaliste :
 - les calculs de transfert ont été effectués directement des gaz présents dans les sols vers une petite pièce de 9 m² sur une hauteur de 2,5 m, au droit du rez-de-chaussée, sans prise en compte d'un vide sanitaire ni sous-sol, et avec une dalle de 0,15 m (hypothèse pénalisante) ;
 - le calcul de transfert a pris en compte la présence de la source de contamination directement sous la dalle du bâtiment (paramètre majorant) ;
 - les paramètres de la nature géologique du sol (fraction organique, teneur en eau, perméabilité à l'air...) ont été pris en compte pour un sol limoneux (paramètre réaliste et majorant) ;
- ✓ les caractéristiques des milieux d'exposition et les paramètres d'exposition (durée d'exposition annuelle et quotidienne, ...) pour une population d'adultes travailleurs (cibles) ont été retenus sur des hypothèses pénalisantes et réelles (démarche majorante) ;
- ✓ la présence potentielle de composés organiques volatils (BTEX, solvants,...) ou de poussières dans l'air atmosphérique, non liés à la qualité du milieu souterrain au droit du site, n'a pas été prise en compte au stade de l'étude (incertitude neutre).

4. Caractérisation du risque :

- ✓ les calculs de risques ont été effectués uniquement pour le risque par inhalation d'air ambiant intérieur, sur la base des concentrations retenues (incertitude neutre) ;
- ✓ l'exposition par inhalation présente un coefficient de sécurité élevé de l'ordre de 30 à 136 pour les effets à seuil et 8 à 20 pour les effets sans seuils.

Afin de tenir compte de ces incertitudes inévitables, les simplifications et hypothèses utilisées lors de l'évaluation visent à surestimer le risque.



10 Conclusions

10.1 Contexte et objectifs

Dans le cadre de la réalisation d'un Pôle des Aînés sur l'actuel centre technique municipal (CTM) de Firminy, Loire Habitat (Maître d'Ouvrage) a mandaté EnvirEauSol en 2024 pour réaliser des études en lien avec la problématique des sites et sols pollués pour mener à bien ce projet. Les préconisations de ces études environnementales ont été de :

- ✓ réaliser une seconde campagne sur les gaz du sol et les eaux souterraines ;
- ✓ réaliser une analyse des enjeux sanitaires.

10.2 Présentation du site et du projet d'aménagement

Le site correspond actuellement au centre technique municipal de Firminy et est localisé au nord-est du centre-ville de Firminy (42), de part et d'autre de la rue Hippolyte Sauzea. Il peut être décomposé en 2 parties (le CTM1 au nord et le CTM2 au sud) et présente une superficie d'environ 16 630 m².

Selon le scénario d'aménagement transmis, il est prévu la réalisation d'un Pôle des Aînés :

- ✓ au droit du CTM1 : un EHPAD en R+3 avec sous-sol partiel, une résidence autonomie en R+2 sans sous-sol, un pôle commun et une cuisine centrale en RDC et des espaces verts et de voiries ;
- ✓ au droit du CTM2 : une résidence sénior en R+1 sans sous-sol et des espaces verts et des emplacements de stationnements.

10.3 Investigations sur le milieu eaux souterraines

Le programme d'investigations sur les eaux souterraines a consisté en la réalisation d'une campagne de prélèvements d'eaux souterraines en date du **27/07/2024** au droit des **6 piézomètres existants** (PZ1 à PZ6).

Concernant le **CTM1**, il ressort les éléments suivants :

- ✓ les niveaux piézométriques étaient compris entre 1,64 et 5,49 m de profondeur ;
- ✓ des niveaux piézométriques avec des différences altimétriques marquées, typiques des **aquifères discontinus** ;
- ✓ le sens d'écoulement supposé des eaux souterraines est en direction du **nord-est**, suivant la topographie de la zone d'étude (PZ5 et PZ4 en amont et PZ6 en aval). Le sens d'écoulement est **identique** à celui observé lors de la campagne du 10/01/2024.

Concernant le **CTM2**, il ressort les éléments suivants :

- ✓ les PZ1, PZ2 et PZ3 présentent une faible colonne d'eau avec un niveau piézométrique plus profond que sur le CTM1 ;
- ✓ le PZ3 n'est pas conforme aux règles de l'art ;
- ✓ au regard des éléments précités, **aucune esquisse piézométrique ne peut être réalisée**. Par extrapolation avec le CTM1, le sens d'écoulement supposé des eaux souterraines est en direction du **nord-est**.



Les prélèvements ont été réalisés en période basses eaux. Toutefois, il est observé des niveaux piézométriques plus élevés en juillet qu'en janvier (fortes précipitations printanières et estivales).

Durant les prélèvements, il est noté l'assèchement des piézomètres PZ1, PZ2 et PZ6 ainsi qu'une forte diminution du niveau dynamique de PZ4 durant les purges, **traduisant une faible productivité (ressource en eau limitée)**.

Les résultats analytiques mettent en avant :

- ✓ **l'absence de contamination** ;
- ✓ des dépassements des valeurs de référence « eau potable » pour l'arsenic (PZ2) et nickel (PZ2 et PZ6) ;
- ✓ des dépassements des valeurs de référence « eau potable » pour le pour le Benzo(a)pyrène sur PZ2 et PZ3.

Par rapport à la précédente campagne du **10/01/2024** :

- ✓ les dépassements des valeurs de référence « eau potable » pour l'arsenic au droit de PZ2 (CTM2) sont observés lors des 2 campagnes, dans les mêmes ordres de grandeurs ;
- ✓ les dépassements des valeurs de référence « eau potable » observés en janvier pour le nickel au droit de PZ2 (CTM2) et PZ6 (aval CTM1) ne sont pas retrouvés en juillet ;
- ✓ des quantifications **en HAP** en légères augmentations ;
- ✓ des quantifications **en HCT C₁₀-C₄₀** observées uniquement en juillet sur PZ1 et PZ2 (CTM2) ;
- ✓ les BTEX et les COHV ne sont toujours pas quantifiés sur l'ensemble des ouvrages.

10.4 Investigations sur le milieu gaz du sol

Le programme d'investigations a consisté en la réalisation d'une campagne de prélèvements de gaz du sol en date du **23 et 24/07/2024** au droit des **8 piézairs existants**.

Le Pzair S15 était inexploitable lors de notre intervention. La protection ras le sol était arrachée et le tubage partiellement comblé par des matériaux. Cet ouvrage n'a pas été prélevé.

Les conditions de prélèvements des 23 et 24/07/2024 étaient **plutôt favorables vis-à-vis du dégazage des composés volatils depuis les sols**.

Les résultats analytiques mettent en avant :

- ✓ des quantifications en **hydrocarbures** uniquement sur le CTM1 (Pzair S16) ;
- ✓ des quantifications en **BTEX** uniquement sur le CTM1 (Pzair 16 et Pzair 19) ;
- ✓ des quantifications en **COHV** uniquement sur le CTM 2 :
 - ❖ sur Pzair S8, en **trichloroéthylène** et **tétrachloroéthylène** ;

❖ sur les 4 ouvrages installés (Pzair S1, Pzair S5, Pzair S6 et Pzair S8), en **1,1,1-Trichloroéthane**.

✓ l'absence de quantifications en **naphtalène** sur l'ensemble des ouvrages prélevés.

La comparaison des résultats sur les gaz du sol entre janvier et juillet 2024 met en avant :

✓ **BTEX** : ils sont majoritairement plus quantifiés en janvier qu'en juillet ;

✓ **HCT C₁₀-C₄₀** : ils ne sont quasiment jamais quantifiés sur les 2 campagnes ;

✓ **COHV** : ils sont majoritairement plus quantifiés en juillet qu'en janvier. ;

10.5 Schéma conceptuel V1

A l'issue des investigations réalisées en janvier et juillet 2024 par EnvirEauSol, la seule voie d'exposition retenue sur site est **l'inhalation de gaz depuis les milieux souterrains vers l'air intérieur**.

En cas de travaux, les voies d'expositions retenues sur site pour les travailleurs sont :

✓ contact direct de sols et/ou de poussières présentant des anomalies ;

✓ inhalation de poussières présentant des anomalies.

Hors site, aucune **voie d'exposition n'est retenue**.

10.6 Analyse des enjeux sanitaires

L'analyse des enjeux sanitaires conclut sur l'absence de dépassement des niveaux de risques (QD et ERI) (risque acceptable) pour l'inhalation de vapeurs provenant des sols par un adulte travailleur et un adulte résident au droit du rez-de-chaussée d'une petite pièce.



11 Préconisations

11.1 Préconisations en matière de sites et sols pollués

Au regard des éléments précités et conformément à la méthodologie de gestion des Sites et Sols Pollués, il est préconisé dans le cadre du projet de construction / aménagement :

- ✓ le maintien des revêtements en bon état (dalle béton, enrobé et/ou terre végétale) afin de couper certaines voies d'exposition (contact et ingestion de sols et poussières) pour les usagers du site ;
- ✓ la mise en place de canalisations AEP dans des matériaux sains et/ou de type anti-perméation ;
- ✓ l'interdiction de réaliser des cultures de légumes et/ou fruits autoproduits en pleine terre ;
- ✓ l'interdiction d'utiliser les eaux souterraines (sauf étude spécifique).

Préconisations d'ordre général :

- ✓ en cas de terrassement et d'envoi de terres hors site (déblais excédentaires), ces dernières ne sont pas tous acceptables en ISDI (dépassement des valeurs de l'arrêté du 12/12/14 et remblais du CTM2 avec mâchefers, briques, bétons ...). Des surcoûts sont ainsi à prévoir en cas d'envoi hors site des remblais. Une réutilisation des terres sur site (sous réserve de contraintes géotechniques) est à privilégier ;
- ✓ en cas de travaux :
 - porter une attention particulière sur d'éventuels indices organoleptiques non décelés au cours des diagnostics environnementaux ;
 - dans le cas d'anomalie rencontrée au cours de travaux affectant le sous-sol, chaque suspicion devra être levée par la prestation d'un bureau d'études qualifié (avec analyses de paramètres physico-chimique) ;
 - la mise en œuvre de protection individuelle pour éviter les risques d'accidents ou d'inhalation de poussières en phase travaux, le personnel devra être équipé des EPI adéquats vis-à-vis des risques sanitaires, notamment du fait de la présence d'anomalies dans les sols ;
- ✓ la conservation de la mémoire et le partage de l'information, concernant les résultats de l'ensemble des études environnementales ;
- ✓ en cas de changement d'usage du site modifiant les hypothèses prises dans la présente étude : réactualisation des résultats documentés à l'aide d'une étude complémentaire.



11.2 Précautions d'utilisation

Les conclusions et préconisations formulées dans le cadre de la présente étude ne restent valables qu'au droit des investigations réalisées et pour les usages considérés. Ces investigations ne donnent qu'un état des lieux ponctuel et ne permettent pas de lever la totalité des incertitudes quant aux milieux investigués.

Il conviendra de réactualiser les résultats documentés dans le présent rapport à l'aide d'une étude complémentaire en cas de changement d'usage du site. Dans l'éventualité où des informations concernant la présence d'anciennes installations (démantelées, non visibles et non portées à notre connaissance lors de la réalisation des investigations) seraient apportées et confirmées, des investigations complémentaires devront être menées.



LIMITATIONS DU RAPPORT

Le rapport, les conclusions et les éventuelles estimations rédigées par la société EnvirEauSol ont été établis au vu des informations qui lui ont été fournies, de l'état des connaissances techniques, scientifiques et de la réglementation à la date de la commande définitive des prestations à réaliser.

La société EnvirEauSol ne pourra être tenue pour responsable si les informations transmises par le client, par les organismes consultés et/ou par tout autre intervenant sont erronées ou incomplètes.

Le contenu du rapport a été établi et limité d'après les quantités et les objectifs tels que définis lors de la commande définitive des prestations à réaliser.

Les observations et mesures disponibles sont établies en des points spécifiques, implantés d'après les informations fournies et suivant les contraintes techniques du site. La société EnvirEauSol ne peut pas exclure des conditions différentes en d'autres points.

Les éventuelles estimations (étendue, volume, tonnage, travaux et/ou coûts) sont effectuées sur la base des informations et des résultats disponibles et sont susceptibles d'être dépendantes d'informations pouvant devenir disponibles. Ces estimations peuvent par conséquent être sujettes à variation en dehors des limites citées précédemment.

La société EnvirEauSol se dégage de toute responsabilité découlant de travaux réalisés sur la base d'informations ou d'interprétations erronées et ne pourra pas être tenue pour responsable des conséquences directes ou indirectes que des décisions ou interprétations erronées pourraient causer.

DROITS D'AUTEUR

© Ce rapport est la propriété d'EnvirEauSol. Seul le destinataire du présent rapport est autorisé à le reproduire ou l'utiliser selon les termes des conditions générales de ventes.



CLASSIFICATION DES PRESTATIONS D'ETUDES

Etudes, assistance et contrôle (norme NF X 31 - 620 - 2)

Les compétences en étude, assistance et contrôle se décomposent en :

- **offres globales de prestations** : correspondant à des contextes de gestion fréquemment rencontrés. Ces offres globales restent modulables en fonction des besoins des clients et des spécificités du site à gérer
- **offres de prestations élémentaires** : correspondant à des compétences spécifiques, adaptés aux clients au fait des problématiques relatives aux sols pollués

Tableau 1 : offres globales de prestations

CODE	OFFRES GLOBALES DE PRESTATIONS ET OBJECTIFS
AMO Etudes	Assistance à Maître d'Ouvrage en phase études
LEVE	Levée de doute pour savoir si un site relève ou non de la méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués
INFOS	Réalisation des études historiques, documentaires et de vulnérabilité afin d'élaborer un schéma conceptuel et, le cas échéant, un programme prévisionnel d'investigations
DIAG	Mise en œuvre d'un programme d'investigations et interprétation des résultats
PG	Plan de gestion dans le cadre d'un projet de réhabilitation ou d'aménagement d'un site
IEM	Interprétation de l'Etat des Milieux
SUIVI	Surveillance Environnementale
BQ	Bilan quadriennal
CONT	Contrôles - de la mise en œuvre du programme d'investigations ou de surveillance ; - de la mise en œuvre des mesures de gestion
XPER	Expertise dans le domaine des sites et sols pollués
VERIF	Vérifications en vue d'évaluer le passif environnemental lors d'un projet d'acquisition d'une entreprise

Tableau 2 : offres de prestations élémentaires

CODE	OFFRES DES PRESTATIONS ELEMENTAIRES
DIAGNOSTIC DE L'ETAT DES MILIEUX	
Ingénierie	A100 Visite de site
	A110 Etudes historiques, documentaires et mémorielles
	A120 Etude de vulnérabilité des milieux
Investigations de terrain	A200 Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les sols
	A210 Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les eaux souterraines
	A220 Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les eaux superficielles et/ou sédiments
	A230 Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les gaz du sol
	A240 Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur l'air ambiant et les poussières atmosphériques
	A250 Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les denrées alimentaires
	A260 Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les terres excavées
EVALUATION DES IMPACTS SUR LES ENJEUX A PROTEGER	
A300	Analyse des enjeux sur les ressources en eaux
A310	Analyse des enjeux sur les ressources environnementales
A320	Analyses des enjeux sanitaires
A330	Identification des différentes options de gestion possibles et réalisation d'un bilan coûts/avantages
AUTRES COMPETENCES	
A400	Dossiers de restriction d'usage, de servitudes



DESCRIPTION DU CONTENU MINIMUM DES OFFRES GLOBALES DE PRESTATIONS

Tableau 3 : contenu minimum des offres globales

CODE	CONTENU MINIMUM DES OFFRES GLOBALES
AMO	* aide à la définition des moyens fonctionnels et techniques au regard des besoins du client concernant la gestion de dossier dans le domaine des sites et sols pollués * veille réglementaire et technique * rédaction de cahier des charges * assistance au dépouillement des offres, en particulier, en précisant les forces et faiblesses des prestataires pour la rédaction des études, notamment de celui qu'il propose pour aider les donneurs d'ordre dans son choix ; * revue technique des documents produits ; * élaboration de comptes rendus suite à la participation de réunion ; * accompagner à la communication auprès des acteurs concernés par le projet, ...
LEVE	* réalisation d'une visite de site (A100) * étude historique, documentaire et mémorielle (A110)
INFOS	* visite de site (A100) * une étude historique, documentaire et mémorielle (A110) * étude de vulnérabilité des milieux (A120) * le cas échéant, l'élaboration d'un programme prévisionnel d'investigations (A130)
DIAG	* diagnostic des milieux comprenant les prestations de prélèvements, mesures, observations et/ ou analyses des milieux jugés pertinents (A200 à A260) * interprétation des résultats des investigations (A270)
PG	* visite de site (A100) * le cas échéant, l'actualisation des études (A110 et A120) * le cas échéant, une nouvelle prestation DIAG * le cas échéant, une analyse des enjeux sur les ressources en eau (A300) et/ou une analyse des enjeux sur les ressources environnementales (A310) * analyse des enjeux sanitaires (A320) * bilan coûts/ avantages (A330 : identification des différentes options de gestion possibles et réalisation d'un bilan coût/avantages) * le cas échéant, la prestation PCT (Plan de Conception de Travaux) si celle-ci est intégrée à la prestation PG
IEM	* visite de site (A100) * le cas échéant, l'actualisation des études (A110 et A120) * le cas échéant, une nouvelle prestation DIAG * interprétation des résultats en utilisant les référentiels spécifiques de la démarche d'IEM, en leur absence une analyse des enjeux sanitaires (A320) est à mettre en œuvre * le cas échéant, une analyse des enjeux sur les ressources en eau (A300) et/ou une analyse des enjeux sur les ressources environnementales (A310)
SUIVI	* en tant que de besoin les prestations de prélèvements, mesures, observations et/ ou analyses des milieux jugés pertinents (A200 à A250) * interprétation des résultats des investigations (A270) * si nécessaire, la mise à jour de l'analyse des enjeux correspondant au suivi réalisé (A300 à A320)
BQ	* interprétation des résultats des investigations (A270) * mise à jour de l'analyse des enjeux correspondant au suivi réalisé (A300 à A320)
CONT	* en tant que de besoin les prestations de prélèvements, mesures, observations et/ ou analyses des milieux jugés pertinents (A200 à A260) * interprétation des résultats des investigations (A270) * examen de la conformité, par rapport au programme prévisionnel d'investigations ou de surveillance et par rapport à l'état de l'art, des travaux réalisés par l'entreprise
XPER	* visite de site (A100) ou à défaut la justification de la non-réalisation de celle-ci * vérification de la mise à disposition de la totalité des livrables requis pour chaque prestation * organisation d'une réunion de cadrage initiale destinées à définir avec les parties prenantes le champ de l'expertise * analyse critique des éléments fournis au regard des besoins du donneur d'ordre et des spécificités du site, d'autre part, des dispositions réglementaires, normatives et méthodologiques en vigueur au moment de la réalisation des études * organisation d'une réunion de clôture
VERIF	Phase 1 : * visite de site (A100) sous réserve de l'obtention des accès * étude historique, documentaire et mémorielle (A110) * étude de vulnérabilité des milieux (A120) * synthèse de l'étude et les recommandations associées et incluant, le cas échéant, l'élaboration d'un programme prévisionnel d'investigations (A130) Phase 2 : * prestations de prélèvements, mesures, observations et/ ou analyses des milieux jugés pertinents (A200 à A250) * interprétation des résultats des investigations (A270)



ANNEXES



**Annexe 1 : Méthodologie d'investigations sur les eaux souterraines et gaz du sol,
référentiels et valeurs de référence retenues**



Méthodologie de prélèvements des eaux souterraines

1. Méthodologie de prélèvement des eaux souterraines

Les prélèvements des eaux souterraines ont été réalisés selon les normes en vigueur dont les prescriptions de la norme NF X 31-615 (version 2000) relative à la réalisation de « prélèvement et échantillonnage des eaux souterraines dans un forage ».

Les échantillons ont été prélevés à l'aide d'une pompe immergée 12V dans les piézomètres, après le pompage d'un volume d'eau correspondant à au moins trois fois celui contenu dans le piézomètre, en vérifiant la stabilisation de la conductivité électrique et du pH.

Le potentiel d'oxydoréduction, la teneur en oxygène et la température de l'eau ont également été mesurés.

Le débit de purge dans les piézomètres a été adapté en fonction du volume d'eau dans l'ouvrage et de la nature des substances recherchées. Il a été calculé d'après l'équipement de l'ouvrage et les caractéristiques de l'aquifère.

Le positionnement de la pompe dans les piézomètres a été adapté en fonction des substances recherchées, Le détail figure dans le protocole de prélèvement.

Les prélèvements ont été réalisés de l'amont supposé vers l'aval supposé.

Les caractéristiques : coloration, turbidité et odeur, ainsi que toutes les mesures et données rassemblées sur place sont consignées dans des protocoles pour le prélèvement d'eau présentés en annexe.

Le matériel a été soigneusement nettoyé avant et après chaque prélèvement à l'eau et à l'acétone.

Les eaux souterraines ont été conditionnés dans du flaconnage adapté aux paramètres recherchés et fournis par le laboratoire en charge des analyses. Le flaconnage non stabilisé a été préalablement rincé trois fois avec l'eau issue du prélèvement. Le flaconnage rempli a été placé immédiatement dans une glacière pour assurer sa bonne conservation et son transport.

Les eaux des purges issues du prélèvement et du nettoyage ont été rejetées :

- ✓ en présence d'un réseau de collecte des effluents, au point d'entrée le plus proche ;
- ✓ en l'absence d'un réseau de collecte des effluents, directement au milieu naturel après passage par un système de traitement (charbon actif).

Les échantillons, conservés au frais et à l'abri de la lumière dans une glacière réfrigérée, ont réceptionnés par le laboratoire moins de 48 heures après leur prélèvement.

Les analyses physico-chimiques ont été réalisées par le laboratoire EUROFINS Environnement qui possèdent une accréditation COFRAC.

2. Valeurs de référence pour les eaux souterraines

Les valeurs comparatives proposées par notre bureau d'études dans l'ordre de priorité sont les valeurs de référence extraites de l'« *arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine modifié par l'arrêté du 21 janvier 2010 pour les eaux brutes* », complété par la « *Directive 98/83/CE du Conseil du 3 novembre 1998* » de la Communauté Européenne et par les « *Valeurs guides de l'OMS 4^{ème} édition de 2011* ».

Méthodologie de prélèvements des gaz du sol

1. Méthodologie de prélèvement des gaz du sol

Les prélèvements de gaz du sol seront réalisés selon les normes ISO 17025 « Exigences générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnage et d'essais » et NF ISO 18400-204 « Qualité du sol – Echantillonnage – Partie 204 : lignes directrices pour l'échantillonnage des gaz du sol ».

L'ensemble du système de pompage sera vérifié et purgé pendant plusieurs minutes. L'air du piézair sera pompé en continu selon un débit réglable, la mesure du débit est réalisée à l'aide d'un débitmètre à lame de savon. Le volume d'air du système sera renouvelé cinq fois avant le prélèvement.

Chaque support, placé à l'extérieur du tube sous dalle, à l'abri de la lumière et de la chaleur, est branché spécifiquement sur une seule pompe.

Le débit et le temps de pompage seront adaptés en fonction du support de prélèvement et des paramètres analysés selon les recommandations du fabriquant.

Une fois le dispositif en place, le débit de chaque pompe sera réglé sur le terrain à l'aide d'un débitmètre à lame de savon modèle M5, en tenant compte des supports utilisés et des paramètres recherchés. Les temps de pompage sont fixés en fonction de la problématique (atteinte de limite de quantification suffisante, éviter la saturation du tube).

Les tubes de prélèvement sont composés de deux zones, une zone de mesure qui donnera le résultat de l'analyse et une zone de contrôle qui permet de vérifier que le prélèvement a été correctement mis en œuvre et que l'ensemble des composés volatils analysés s'est bien adsorbé sur la zone de mesure.

Dans le cadre du contrôle qualité, nous réaliserons un blanc terrain faisant également office de blanc de transport.

Les échantillons, conservés au frais et à l'abri de la lumière dans une glacière réfrigérée, seront réceptionnés par le laboratoire moins de 48 heures après leur prélèvement.

Les analyses physico-chimiques seront réalisées par le laboratoire EUROFINS Environnement, qui possède une accréditation COFRAC.

Les piézairs seront laissés en place après la campagne de prélèvements. Ils pourront être réemployés pour compléter éventuellement les investigations.

3.3 Assurance qualité : zones de contrôles et blanc de transport

Les tubes utilisés disposent de deux plages de charbon actif. La première plage correspond à la zone de mesure (utilisée pour l'analyse suite au prélèvement). La deuxième plage est une zone de contrôle destinée à vérifier la pertinence des résultats, et de vérifier l'absence de claquage des tubes.

Le claquage est la saturation des supports employés. Cette saturation, possible surtout en cas de fortes concentrations de polluants dans l'air, empêche la poursuite de la fixation des polluants sur le support absorbant lors du passage de l'air à travers le tube pendant le pompage de prélèvements.

Pour valider le prélèvement et vérifier l'absence de claquage du tube de prélèvement, la concentration mesurée sur la zone de contrôle doit être inférieure à 5 % de celle mesurée sur la zone de mesure conformément aux fiches de l'INRS.



Annexe 2 : Fiches de prélèvements des eaux souterraines
--



PROTOCOLE DE PRELEVEMENTS DES EAUX SOUTERRAINES												
	N° du projet 24.318		Client Loire Habitat				Site : CTM 2 ville de Firminy					
	Date de prélèvement 23/07/2024		Préleveur ML - RC									
Caractéristiques de l'ouvrage												
Nom de l'ouvrage	PZ1		Photographie de l'ouvrage									
Type de station de mesure	Piézomètre											
Type de protection de l'ouvrage	Bouche à clé verrouillé avec bouchon											
Diamètre interne du tubage (mm)	52											
Diamètre externe du tubage (mm)	60											
Type de tubage	PVC											
Profondeur initiale de l'ouvrage (m/repère)	10											
Profondeur des crépines (m)	2											
Repère des mesures	Bouche à clé		Système de coordonnées de X et Y				CC46					
Cote altimétrique (mNGF) du repère	+ 99,63		Coordonnées X (m) / Y(m)				1801387		5133047			
Matériel utilisé (référence du matériel)												
Type de matériel de purge	Préleveur à usage unique		Type de tuyau de purge				Sans objet					
Type de matériel d'échantillonnage	Préleveur à usage unique		Type de tuyau d'échantillonnage				Sans objet					
N° malette multiparamètres	5		N° pompe				/					
N° sonde piézométrique	1		N° sonde à interface				/					
N° analyseur 4 gaz	4GL1		N° PID				ION					
Observation de terrain (état ouvrages, état tête de protection, productivité de l'ouvrage, assèchement de l'ouvrage, etc.)			Assèchement de l'ouvrage, renouvelment très faible									
Mesures piézométriques et des composés volatils avant purge et prélèvement												
A l'ouverture de l'ouvrage, une mesure du CH4, O2, CO2, H2S, CO et COV est réalisée en tête de l'ouvrage												
Mesure des composés volatils	CH4 (%LEL)	0	O2 (%)	20	CO2 (%)	1,6	H2S (ppm)	0	CO (ppm)	0	COV (ppm)	0
Niveau statique (m/repère)	9,11		Cote piézométrique (mNGF)				+ 90,52					
Profondeur de l'ouvrage (m/repère)	9,85		Volume d'eau dans l'ouvrage (L)				1,6					
Epaisseur (cm)/aspect du flottant	/		Epaisseur (cm)/aspect du plongeant				/					
Données sur la purge												
Heure de début de purge	12h04		Heure de fin de purge				12h04					
Profondeur de purge (m/repère)	9		Mode de purge				Statique					
Débit pendant la purge (L/min)	/		Durée de purge (min)				2					
Volume purgé (L)	13		Gestion des eaux de purge et des eaux de nettoyage du matériel				Rejet en milieu naturel					
Paramètres mesurés sur le terrain												
Arrêt de la purge après stabilisation des paramètres pH et conductivité ou purge de 3 à 5 fois Veau dans l'ouvrage												
Toutes les 3 minutes, au début et à la fin du prélèvement												
Temps (min)		T1	T2	T3	T4	T5	T début de prélèvement		T fin de prélèvement			
Heure	Stabilisation	12h04	/									
pH	0,2 - 0,3 U	7,17										
Conductivité électrique (µS/cm)	2 - 5 %	870,9										
Oxygène dissous (mg/L)	0,5 mg/L	2,82										
Potentiel RedOx (mV)	20 - 30 mV	71,7										
Température de l'eau (°C)		16										
Niveau dynamique (m/repère)		9,57										
Coloration		Beigeâtre										
Turbidité		Trouble										
COV (ppm)		0						0				
Indice organoleptique (irisation, odeur, mousse, ...)		/	/									
Conditions météorologiques			Ensoleillé				Température extérieure (°C)				20	
Données sur le prélèvement												
Profondeur d'échantillonnage (m/rep.)	9		Mode d'échantillonnage				Statique					
Filtration	En laboratoire		Débit pendant l'échantillonnage (L/min)				/					
Flaconnage filtré	/		Flaconnage utilisé (nombre et code du flaconnage)				2*V08 (H2SO4) + 1*V13 (Na2S2O3) + 1*V02 + 1*P01					
Nom du laboratoire	EUROFINS		Date d'envoi au laboratoire				23/07/2024					
Conservation/transport	Glacière + pains de glace		Nom de l'échantillon				PZ1					

PROTOCOLE DE PRELEVEMENTS DES EAUX SOUTERRAINES																			
	N° du projet		24.318		Client			Loire Habitat			Site : CTM 2 ville de Firminy								
	Date de prélèvement		23/07/2024		Préleveur			ML - RC											
Caractéristiques de l'ouvrage										Photographie de l'ouvrage									
Nom de l'ouvrage		PZ2																	
Type de station de mesure		Piézomètre																	
Type de protection de l'ouvrage		Bouche à clé verrouillé avec bouchon																	
Diamètre interne du tubage (mm)		52																	
Diamètre externe du tubage (mm)		60																	
Type de tubage		PVC																	
Profondeur initiale de l'ouvrage (m/repère)		10																	
Profondeur des crépines (m)		2																	
Repère des mesures		Bouche à clé			Système de coordonnées de X et Y			CC46											
Cote altimétrique (mNGF) du repère		+ 100			Coordonnées X (m) / Y(m)			1801335		5133065									
Matériel utilisé (référence du matériel)																			
Type de matériel de purge		Préleveur à usage unique			Type de tuyau de purge			Sans objet											
Type de matériel d'échantillonnage		Préleveur à usage unique			Type de tuyau d'échantillonnage			Sans objet											
N° malette multiparamètres		5			N° pompe			/											
N° sonde piézométrique		1			N° sonde à interface			/											
N° analyseur 4 gaz		4GL1			N° PID			ION											
Observation de terrain (état ouvrages, état tête de protection, productivité de l'ouvrage, assèchement de l'ouvrage, etc.)				Assèchement de l'ouvrage, renouvelment très faible															
Mesures piézométriques et des composés volatils avant purge et prélèvement																			
A l'ouverture de l'ouvrage, une mesure du CH4, O2, CO2, H2S, CO et COV est réalisée en tête de l'ouvrage																			
Mesure des composés volatils		CH4 (%LEL)		14	O2 (%)		19	CO2 (%)		0,8	H2S (ppm)		0	CO (ppm)		0	COV (ppm)		0
Niveau statique (m/repère)		8,92			Cote piézométrique (mNGF)			+ 91,08											
Profondeur de l'ouvrage (m/repère)		9,98			Volume d'eau dans l'ouvrage (L)			2,2											
Epaisseur (cm)/aspect du flottant		/			Epaisseur (cm)/aspect du plongeant			/											
Données sur la purge																			
Heure de début de purge		11h49			Heure de fin de purge			11h55											
Profondeur de purge (m/repère)		9			Mode de purge			Statique											
Débit pendant la purge (L/min)		/			Durée de purge (min)			2											
Volume purgé (L)		13			Gestion des eaux de purge et des eaux de nettoyage du matériel			Rejet en milieu naturel											
Paramètres mesurés sur le terrain																			
Arrêt de la purge après stabilisation des paramètres pH et conductivité ou purge de 3 à 5 fois Veau dans l'ouvrage																			
Toutes les 3 minutes, au début et à la fin du prélèvement																			
Temps (min)		T1		T2		T3		T4		T5		T début de prélèvement		T fin de prélèvement					
Heure		Stabilisation		/								11h51		11h57					
pH		0,2 - 0,3 U										8,59		8,33					
Conductivité électrique (µS/cm)		2 - 5 %										998		686					
Oxygène dissous (mg/L)		0,5 mg/L										1,86		2,19					
Potentiel RedOx (mV)		20 - 30 mV										-86,7		-78					
Température de l'eau (°C)												14,88		15,7					
Niveau dynamique (m/repère)												9,6		9,76					
Coloration												Noirâtre		Noirâtre					
Turbidité				Trouble		Trouble													
COV (ppm)		0										0							
Indice organoleptique (irisation, odeur, mousse, ...)		/																	
Conditions météorologiques		Ensoleillé						Température extérieure (°C)				26							
Données sur le prélèvement																			
Profondeur d'échantillonnage (m/rep.)		9			Mode d'échantillonnage			Statique											
Filtration		En laboratoire			Débit pendant l'échantillonnage (L/min)			/											
Flaconnage filtré		/			Flaconnage utilisé (nombre et code du flaconnage)			2*V08 (H2SO4) + 1*V13 (Na2S2O3) + 1*V02 + 1*P01											
Nom du laboratoire		EUROFINS			Date d'envoi au laboratoire			23/07/2024											
Conservation/transport		Glacière + pains de glace			Nom de l'échantillon			PZ2											

PROTOCOLE DE PRELEVEMENTS DES EAUX SOUTERRAINES																			
	N° du projet		24.318		Client			Loire Habitat			Site : CTM 2 ville de Firminy								
	Date de prélèvement		23/07/2024		Préleveur			ML - RC											
Caractéristiques de l'ouvrage																			
Nom de l'ouvrage		PZ3			Photographie de l'ouvrage														
Type de station de mesure		Piézomètre																	
Type de protection de l'ouvrage		Bouche à clé verrouillé avec bouchon																	
Diamètre interne du tubage (mm)		52																	
Diamètre externe du tubage (mm)		60																	
Type de tubage		PVC																	
Profondeur initiale de l'ouvrage (m/repère)		10																	
Profondeur des crépines (m)		2																	
Repère des mesures		Bouche à clé			Système de coordonnées de X et Y			CC46											
Cote altimétrique (mNGF) du repère		+ 99,03			Coordonnées X (m) / Y(m)			1801340		5133090									
Matériel utilisé (référence du matériel)																			
Type de matériel de purge		Préleveur à usage unique			Type de tuyau de purge			Sans objet											
Type de matériel d'échantillonnage		Préleveur à usage unique			Type de tuyau d'échantillonnage			Sans objet											
N° malette multiparamètres		5			N° pompe			/											
N° sonde piézométrique		1			N° sonde à interface			/											
N° analyseur 4 gaz		4GL1			N° PID			ION											
Observation de terrain (état ouvrages, état tête de protection, productivité de l'ouvrage, assèchement de l'ouvrage, etc.)				/															
Mesures piézométriques et des composés volatils avant purge et prélèvement																			
A l'ouverture de l'ouvrage, une mesure du CH4, O2, CO2, H2S, CO et COV est réalisée en tête de l'ouvrage																			
Mesure des composés volatils		CH4 (%LEL)		0	O2 (%)		20,9	CO2 (%)		0,8	H2S (ppm)		0	CO (ppm)		0	COV (ppm)		0
Niveau statique (m/repère)		8,07			Cote piézométrique (mNGF)			+ 90,96											
Profondeur de l'ouvrage (m/repère)		9,95			Volume d'eau dans l'ouvrage (L)			4,0											
Epaisseur (cm)/aspect du flottant		/			Epaisseur (cm)/aspect du plongeant			/											
Données sur la purge																			
Heure de début de purge		11h22			Heure de fin de purge			11h31											
Profondeur de purge (m/repère)		9			Mode de purge			Statique											
Débit pendant la purge (L/min)		/			Durée de purge (min)			2											
Volume purgé (L)		13			Gestion des eaux de purge et des eaux de nettoyage du matériel			Rejet en milieu naturel											
Paramètres mesurés sur le terrain																			
Arrêt de la purge après stabilisation des paramètres pH et conductivité ou purge de 3 à 5 fois Veau dans l'ouvrage																			
Toutes les 3 minutes, au début et à la fin du prélèvement																			
Temps (min)		T1		T2		T3		T4		T5		T début de prélèvement		T fin de prélèvement					
Heure		Stabilisation		11h25		/						11h31		11h41					
pH		0,2 - 0,3 U		5,98								5,56		5,15					
Conductivité électrique (µS/cm)		2 - 5 %		397								433		408					
Oxygène dissous (mg/L)		0,5 mg/L		3,13								2,82		2,91					
Potentiel RedOx (mV)		20 - 30 mV		259,3								283,1		292,6					
Température de l'eau (°C)		16,07		15,8								15,9							
Niveau dynamique (m/repère)		8,07		8,07								8,07							
Coloration		Beigeâtre		Beigeâtre								Beigeâtre							
Turbidité		Légère		Légère								Légère							
COV (ppm)		0								0									
Indice organoleptique (irisation, odeur, mousse, ...)		/																	
Conditions météorologiques		Ensoleillé						Température extérieure (°C)				25							
Données sur le prélèvement																			
Profondeur d'échantillonnage (m/rep.)		9			Mode d'échantillonnage			Statique											
Filtration		En laboratoire			Débit pendant l'échantillonnage (L/min)			/											
Flaconnage filtré		/			Flaconnage utilisé (nombre et code du flaconnage)			2*V08 (H2SO4) + 1*V13 (Na2S2O3) + 1*V02 + 1*P01											
Nom du laboratoire		EUROFINS			Date d'envoi au laboratoire			23/07/2024											
Conservation/transport		Glacière + pains de glace			Nom de l'échantillon			PZ3											

PROTOCOLE DE PRELEVEMENTS DES EAUX SOUTERRAINES																									
	N° du projet		24.318		Client		Loire Habitat		Site : CTM 1 ville de Firminy																
	Date de prélèvement		23/07/2024		Préleveur		ML - RC																		
Caractéristiques de l'ouvrage																									
Nom de l'ouvrage		PZ4		Photographie de l'ouvrage																					
Type de station de mesure		Piézomètre																							
Type de protection de l'ouvrage		Bouche à clé verrouillé avec bouchon																							
Diamètre interne du tubage (mm)		52																							
Diamètre externe du tubage (mm)		60																							
Type de tubage		PVC																							
Profondeur initiale de l'ouvrage (m/repère)		10																							
Profondeur des crépines (m)		2																							
Repère des mesures		Bouche à clé		Système de coordonnées de X et Y		CC46																			
Cote altimétrique (mNGF) du repère		+ 98,65		Coordonnées X (m) / Y(m)		1801307		5133129																	
Matériel utilisé (référence du matériel)																									
Type de matériel de purge		PI 12V		Type de tuyau de purge		PVC																			
Type de matériel d'échantillonnage		PI 12V		Type de tuyau d'échantillonnage		PVC																			
N° malette multiparamètres		5		N° pompe		/																			
N° sonde piézométrique		1		N° sonde à interface		/																			
N° analyseur 4 gaz		4GL1		N° PID		ION																			
Observation de terrain (état ouvrages, état tête de protection, productivité de l'ouvrage, assèchement de l'ouvrage, etc.)			/																						
Mesures piézométriques et des composés volatils avant purge et prélèvement																									
A l'ouverture de l'ouvrage, une mesure du CH4, O2, CO2, H2S, CO et COV est réalisée en tête de l'ouvrage																									
Mesure des composés volatils		CH4 (%LEL)		0		O2 (%)		17,0		CO2 (%)		>5		H2S (ppm)		0		CO (ppm)		0		COV (ppm)		0	
Niveau statique (m/repère)		3,8		Cote piézométrique (mNGF)		+ 94,85																			
Profondeur de l'ouvrage (m/repère)		10,05		Volume d'eau dans l'ouvrage (L)		13,3																			
Epaisseur (cm)/aspect du flottant		/		Epaisseur (cm)/aspect du plongeant		/																			
Données sur la purge																									
Heure de début de purge		14h50		Heure de fin de purge		15h04																			
Profondeur de purge (m/repère)		8		Mode de purge		Dynamique																			
Débit pendant la purge (L/min)		5		Durée de purge (min)		14																			
Volume purgé (L)		70		Gestion des eaux de purge et des eaux de nettoyage du matériel		Rejet en milieu naturel																			
Paramètres mesurés sur le terrain																									
Arrêt de la purge après stabilisation des paramètres pH et conductivité ou purge de 3 à 5 fois Veau dans l'ouvrage																									
Toutes les 3 minutes, au début et à la fin du prélèvement																									
Temps (min)		T1		T2		T3		T4		T5		T début de prélèvement		T fin de prélèvement											
Heure		Stabilisation		14h51		14h55		15h00		/		15h04		15h06											
pH		0,2 - 0,3 U		6,77		6,36		6,61				6,62		6,56											
Conductivité électrique (µS/cm)		2 - 5 %		477		554		1007				879		941											
Oxygène dissous (mg/L)		0,5 mg/L		2,7		1,92		2,19				1,59		2,03											
Potentiel RedOx (mV)		20 - 30 mV		100		133,1		117,2				108		105											
Température de l'eau (°C)				16,3		15,1		15,5				15,8		16,1											
Niveau dynamique (m/repère)		4,7		5,81		7,5						8,15		8,4											
Coloration				Beigeâtre		Beigeâtre		Incolore				Incolore		Incolore											
Turbidité				Légère		Limpide		Limpide		Limpide		Limpide													
COV (ppm)		0										0													
Indice organoleptique (irisation, odeur, mousse, ...)				/																					
Conditions météorologiques				Ensoleillé		Température extérieure (°C)		25																	
Données sur le prélèvement																									
Profondeur d'échantillonnage (m/rep.)		9		Mode d'échantillonnage		Dynamique																			
Filtration		En laboratoire		Débit pendant l'échantillonnage (L/min)		5																			
Flaconnage filtré		/		Flaconnage utilisé (nombre et code du flaconnage)		2*V08 (H2SO4) + 1*V13 (Na2S2O3) + 1*V02 + 1*P01																			
Nom du laboratoire		EUROFINS		Date d'envoi au laboratoire		23/07/2024																			
Conservation/transport		Glacière + pains de glace		Nom de l'échantillon		PZ4																			

PROTOCOLE DE PRELEVEMENTS DES EAUX SOUTERRAINES																			
	N° du projet 24.318		Client Loire Habitat				Site : CTM 1 ville de Firminy												
	Date de prélèvement 23/07/2024		Préleveur ML - RC																
Caractéristiques de l'ouvrage																			
Nom de l'ouvrage		PZ5		Photographie de l'ouvrage															
Type de station de mesure		Piézomètre																	
Type de protection de l'ouvrage		Bouche à clé verrouillée avec bouchon																	
Diamètre interne du tubage (mm)		52																	
Diamètre externe du tubage (mm)		60																	
Type de tubage		PVC																	
Profondeur initiale de l'ouvrage (m/repère)		10																	
Profondeur des crépines (m)		2																	
Repère des mesures		Bouche à clé		Système de coordonnées de X et Y				CC46											
Cote altimétrique (mNGF) du repère		+ 96,05		Coordonnées X (m) / Y(m)				1801226		5133201									
Matériel utilisé (référence du matériel)																			
Type de matériel de purge		PI 12V		Type de tuyau de purge				PVC											
Type de matériel d'échantillonnage		PI 12V		Type de tuyau d'échantillonnage				PVC											
N° malette multiparamètres		5		N° pompe				/											
N° sonde piézométrique		1		N° sonde à interface				/											
N° analyseur 4 gaz		4GL1		N° PID				ION											
Observation de terrain (état ouvrages, état tête de protection, productivité de l'ouvrage, assèchement de l'ouvrage, etc.)			/																
Mesures piézométriques et des composés volatils avant purge et prélèvement																			
A l'ouverture de l'ouvrage, une mesure du CH4, O2, CO2, H2S, CO et COV est réalisée en tête de l'ouvrage																			
Mesure des composés volatils		CH4 (%LEL)		0	O2 (%)		20,7	CO2 (%)		0	H2S (ppm)		0	CO (ppm)		0	COV (ppm)		0
Niveau statique (m/repère)				1,64		Cote piézométrique (mNGF)								+ 94,41					
Profondeur de l'ouvrage (m/repère)				9,91		Volume d'eau dans l'ouvrage (L)								17,6					
Epaisseur (cm)/aspect du flottant				/		Epaisseur (cm)/aspect du plongeant								/					
Données sur la purge																			
Heure de début de purge				15h41		Heure de fin de purge								15h49					
Profondeur de purge (m/repère)				3,5		Mode de purge								Dynamique					
Débit pendant la purge (L/min)				6,7		Durée de purge (min)								8					
Volume purgé (L)				53		Gestion des eaux de purge et des eaux de nettoyage du matériel								Rejet en milieu naturel					
Paramètres mesurés sur le terrain																			
Arrêt de la purge après stabilisation des paramètres pH et conductivité ou purge de 3 à 5 fois Veau dans l'ouvrage																			
Toutes les 3 minutes, au début et à la fin du prélèvement																			
Temps (min)				T1		T2		T3		T4		T5		T début de prélèvement		T fin de prélèvement			
Heure		Stabilisation		15h43		15h46		/						15h49		15h53			
pH		0,2 - 0,3 U		7,73		7,32								7,16		7,12			
Conductivité électrique (µS/cm)		2 - 5 %		1618		1692								1734		1715			
Oxygène dissous (mg/L)		0,5 mg/L		2,7		1,92								1,59		2,03			
Potentiel RedOx (mV)		20 - 30 mV		-22,2		-5,9								-2,1		-6,5			
Température de l'eau (°C)				17,6		15,8								15,06		15,1			
Niveau dynamique (m/repère)				2,45		2,7								2,98		3,31			
Coloration				Beigeâtre		Grisâtre								Incolore		Incolore			
Turbidité				Légère		Légère		Limpide		Limpide									
COV (ppm)				0										0					
Indice organoleptique (irisation, odeur, mousse, ...)				/															
Conditions météorologiques				Ensoleillé						Température extérieure (°C)				25					
Données sur le prélèvement																			
Profondeur d'échantillonnage (m/rep.)				4		Mode d'échantillonnage								Dynamique					
Filtration				En laboratoire		Débit pendant l'échantillonnage (L/min)								6,7					
Flaconnage filtré				/		Flaconnage utilisé (nombre et code du flaconnage)								2*V08 (H2SO4) + 1*V13 (Na2S2O3) + 1*V02 + 1*P01					
Nom du laboratoire				EUROFINS		Date d'envoi au laboratoire								23/07/2024					
Conservation/transport				Glacière + pains de glace		Nom de l'échantillon								PZ5					

PROTOCOLE DE PRELEVEMENTS DES EAUX SOUTERRAINES																			
	N° du projet		24.318		Client		Loire Habitat		Site : CTM 1 ville de Firminy										
	Date de prélèvement		23/07/2024		Préleveur		ML - RC												
Caractéristiques de l'ouvrage																			
Nom de l'ouvrage		PZ6																	
Type de station de mesure		Piézomètre																	
Type de protection de l'ouvrage		Bouche à clé verrouillé avec bouchon																	
Diamètre interne du tubage (mm)		52																	
Diamètre externe du tubage (mm)		60																	
Type de tubage		PVC																	
Profondeur initiale de l'ouvrage (m/repère)		10																	
Profondeur des crépines (m)		2																	
Repère des mesures		Bouche à clé		Système de coordonnées de X et Y				CC46											
Cote altimétrique (mNGF) du repère		+ 95,2		Coordonnées X (m) / Y(m)				1801299		5133218									
Matériel utilisé (référence du matériel)																			
Type de matériel de purge		PI 12V		Type de tuyau de purge				PVC											
Type de matériel d'échantillonnage		PI 12V		Type de tuyau d'échantillonnage				PVC											
N° malette multiparamètres		5		N° pompe				/											
N° sonde piézométrique		1		N° sonde à interface				/											
N° analyseur 4 gaz		4GL1		N° PID				ION											
Observation de terrain (état ouvrages, état tête de protection, productivité de l'ouvrage, assèchement de l'ouvrage, etc.)			Ouvrage s'assèche																
Mesures piézométriques et des composés volatils avant purge et prélèvement																			
A l'ouverture de l'ouvrage, une mesure du CH4, O2, CO2, H2S, CO et COV est réalisée en tête de l'ouvrage																			
Mesure des composés volatils		CH4 (%LEL)		0	O2 (%)		17,5	CO2 (%)		>5	H2S (ppm)		0	CO (ppm)		0	COV (ppm)		0
Niveau statique (m/repère)				5,49		Cote piézométrique (mNGF)										+ 89,71			
Profondeur de l'ouvrage (m/repère)				9,45		Volume d'eau dans l'ouvrage (L)										8,4			
Epaisseur (cm)/aspect du flottant				/		Epaisseur (cm)/aspect du plongeant										/			
Données sur la purge																			
Heure de début de purge				15h23		Heure de fin de purge										15h04			
Profondeur de purge (m/repère)				9		Mode de purge										Dynamique			
Débit pendant la purge (L/min)				3		Durée de purge (min)										14			
Volume purgé (L)				42		Gestion des eaux de purge et des eaux de nettoyage du matériel										Rejet en milieu naturel			
Paramètres mesurés sur le terrain																			
Arrêt de la purge après stabilisation des paramètres pH et conductivité ou purge de 3 à 5 fois Veau dans l'ouvrage																			
Toutes les 3 minutes, au début et à la fin du prélèvement																			
Temps (min)				T1		T2		T3		T4		T5		T début de prélèvement		T fin de prélèvement			
Heure		Stabilisation		15h26		15h28		15h42		/									
pH		0,2 - 0,3 U		6,93		6,81		6,55											
Conductivité électrique (µS/cm)		2 - 5 %		49		52		53,9											
Oxygène dissous (mg/L)		0,5 mg/L		1,21		0,85		0,83											
Potentiel RedOx (mV)		20 - 30 mV		7,7		28,5		41,9											
Température de l'eau (°C)				16,8		15,9		16,3											
Niveau dynamique (m/repère)				6,55		7,8		8,9											
Coloration				Incolore		Grisâtre		Grisâtre											
Turbidité				Légère		Légère		Légère											
COV (ppm)				0										0					
Indice organoleptique (irisation, odeur, mousse, ...)				/															
Conditions météorologiques				Ensoleillé						Température extérieure (°C)				25					
Données sur le prélèvement																			
Profondeur d'échantillonnage (m/rep.)				9		Mode d'échantillonnage				Dynamique									
Filtration				En laboratoire		Débit pendant l'échantillonnage (L/min)				3									
Flaconnage filtré				/		Flaconnage utilisé (nombre et code du flaconnage)				2*V08 (H2SO4) + 1*V13 (Na2S2O3) + 1*V02 + 1*P01									
Nom du laboratoire				EUROFINS		Date d'envoi au laboratoire				23/07/2024									
Conservation/transport				Glacière + pains de glace		Nom de l'échantillon				PZ6									

Annexe 3 : Résultats d'analyses des eaux souterraines, rapport EUROFINS
--



ENVIREAUSOL**Madame Manon LAFFETER**

6 B Rue Georges Polossat

69720 SAINT LAURENT DE MURE

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 24E139639

Version du : 30/07/2024

N° de rapport d'analyse : AR-24-LK-158668-01

Date de réception technique : 25/07/2024

Première date de réception physique : 24/07/2024

Référence Dossier : N° Projet : 24.318

Nom Projet : Firminy

Nom Commande : Firmini - eau juillet

Référence Commande : 24.318

Coordinateur de Projets Clients : Clémence BARTHEL / ClemenceBARTHEL@eurofins.com / +33 3 88 91 19 11

N° Ech	Matrice	Référence échantillon	
001	Eau souterraine	(ESO)	PZ1
002	Eau souterraine	(ESO)	PZ2
003	Eau souterraine	(ESO)	PZ3
004	Eau souterraine	(ESO)	PZ4
005	Eau souterraine	(ESO)	PZ5
006	Eau souterraine	(ESO)	PZ6

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 24E139639

Version du : 30/07/2024

N° de rapport d'analyse : AR-24-LK-158668-01

Date de réception technique : 25/07/2024

Première date de réception physique : 24/07/2024

Référence Dossier : N° Projet : 24.318

Nom Projet : Firminy

Nom Commande : Firmini - eau juillet

Référence Commande : 24.318

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

Température de l'air de l'enceinte :

001**PZ1****ESO**

23/07/2024

25/07/2024

7°C

002**PZ2****ESO**

23/07/2024

25/07/2024

7°C

003**PZ3****ESO**

23/07/2024

25/07/2024

7°C

004**PZ4****ESO**

23/07/2024

25/07/2024

7°C

005**PZ5****ESO**

23/07/2024

25/07/2024

7°C

006**PZ6****ESO**

23/07/2024

25/07/2024

7°C

Préparation Physico-Chimique

**ZS03G : Filtration métaux au
laboratoire**

Effectuée

Effectuée

Effectuée

Effectuée

Effectuée

Effectuée

Métaux

DN225 : Mercuré (Hg)	µg/l	*	<0.20	*	<0.20	*	<0.20	*	<0.20	*	<0.20
LS122 : Arsenic (As)	mg/l	*	0.006	*	0.043	*	<0.005	*	<0.005	*	0.009
LS127 : Cadmium (Cd)	mg/l	*	<0.005	*	<0.005	*	<0.005	*	<0.005	*	<0.005
LS129 : Chrome (Cr)	mg/l	*	<0.005	*	<0.005	*	<0.005	*	<0.005	*	<0.005
LS105 : Cuivre (Cu)	mg/l	*	<0.01	*	<0.01	*	<0.01	*	<0.01	*	<0.01
LS115 : Nickel (Ni)	mg/l	*	0.015	*	<0.005	*	<0.005	*	0.008	*	<0.005
LS137 : Plomb (Pb)	mg/l	*	<0.005	*	<0.005	*	<0.005	*	<0.005	*	<0.005
LS111 : Zinc (Zn)	mg/l	*	<0.02	*	<0.02	*	<0.02	*	<0.02	*	<0.02

Hydrocarbures totaux

**LS308 : Indice hydrocarbures (C10-C40) – 4
tranches**

Indice Hydrocarbures (C10-C40)	mg/l	*	0.095	*	0.155	*	<0.03	*	<0.03	*	<0.03
HCT (nC10 - nC16) (Calcul)	mg/l		<0.008		0.028		<0.008		<0.008		<0.008
HCT (>nC16 - nC22) (Calcul)	mg/l		<0.008		0.032		<0.008		<0.008		<0.008
HCT (>nC22 - nC30) (Calcul)	mg/l		0.049		0.063		<0.008		<0.008		<0.008
HCT (>nC30 - nC40) (Calcul)	mg/l		0.035		0.033		<0.008		<0.008		<0.008

**LSL4E : Découpage 8 tranches HCT-CPG nC10 à
nC40 (%)**

> C10 - C12 inclus (%)	%		1.36		3.35		-		-		-
> C12 - C16 inclus (%)	%		3.17		14.57		-		-		-
> C16 - C20 inclus (%)	%		4.53		14.53		-		-		-
> C20 - C24 inclus (%)	%		9.42		12.63		-		-		-
> C24 - C28 inclus (%)	%		26.25		20.84		-		-		-
> C28 - C32 inclus (%)	%		30.73		29.47		-		-		-
> C32 - C36 inclus (%)	%		21.69		3.91		-		-		-

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 24E139639

Version du : 30/07/2024

N° de rapport d'analyse : AR-24-LK-158668-01

Date de réception technique : 25/07/2024

Première date de réception physique : 24/07/2024

Référence Dossier : N° Projet : 24.318

Nom Projet : Firminy

Nom Commande : Firmini - eau juillet

Référence Commande : 24.318

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

Température de l'air de l'enceinte :

001
PZ1
ESO

23/07/2024

25/07/2024

7°C

002
PZ2
ESO

23/07/2024

25/07/2024

7°C

003
PZ3
ESO

23/07/2024

25/07/2024

7°C

004
PZ4
ESO

23/07/2024

25/07/2024

7°C

005
PZ5
ESO

23/07/2024

25/07/2024

7°C

006
PZ6
ESO

23/07/2024

25/07/2024

7°C

Hydrocarbures totaux

 LSL4E : **Découpage 8 tranches HCT-CPG nC10 à nC40 (%)**

> C36 - C40 exclus (%)	%	2.86	0.70	-	-	-	-
------------------------	---	------	------	---	---	---	---

 LS4L8 : **Découpage 8 tranches HCT-CPG nC10 à nC40 (mg/l)**

C10 - C12 inclus	mg/l	<0.004	0.005	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
> C12 - C16 inclus	mg/l	<0.004	0.023	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
> C16 - C20 inclus	mg/l	0.004	0.023	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
> C20 - C24 inclus	mg/l	0.009	0.020	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
> C24 - C28 inclus	mg/l	0.025	0.032	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
> C28 - C32 inclus	mg/l	0.029	0.046	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
> C32 - C36 inclus	mg/l	0.021	0.006	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
> C36 - C40 inclus	mg/l	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs)

LSRHB : Naphtalène	µg/l	*	<0.01	*	0.08	*	<0.01	*	0.02	*	<0.01	*	0.04
LSRHC : Acénaphthylène	µg/l	*	<0.01	*	0.03	*	<0.01	*	<0.01	*	<0.01	*	<0.01
LSRHD : Acénaphthène	µg/l	*	<0.01	*	0.03	*	<0.01	*	<0.01	*	<0.01	*	<0.01
LSRH1 : Fluorène	µg/l	*	<0.01	*	0.11	*	<0.01	*	<0.01	*	<0.01	*	0.02
LSRH2 : Phénanthrène	µg/l	*	<0.01	*	0.41	*	0.02	*	0.03	*	<0.01	*	0.08
LSRH3 : Anthracène	µg/l	*	<0.01	*	0.06	*	<0.01	*	<0.01	*	<0.01	*	<0.01
LSRH4 : Fluoranthène	µg/l	*	<0.01	*	0.07	*	0.02	*	<0.01	*	<0.01	*	0.01
LSRH5 : Pyrène	µg/l	*	<0.01	*	0.05	*	0.02	*	<0.01	*	<0.01	*	0.01
LSRH6 : Benzo-(a)-anthracène	µg/l	*	<0.01	*	0.08	*	0.01	*	<0.01	*	<0.01	*	<0.01
LSRH7 : Chrysène	µg/l	*	<0.01	*	0.09	*	0.02	*	<0.01	*	<0.01	*	0.01
LSRH8 : Benzo(b)fluoranthène	µg/l	*	<0.01	*	0.02	*	0.02	*	<0.01	*	<0.01	*	<0.01
LSRH9 : Benzo(k)fluoranthène	µg/l	*	<0.01	*	0.01	*	<0.01	*	<0.01	*	<0.01	*	<0.01
LSRH0 : Benzo(a)pyrène	µg/l	*	<0.0075	*	0.0207	*	0.0144	*	<0.0075	*	<0.0075	*	<0.0075
LSRHA : Dibenzo(a,h)anthracène	µg/l	*	<0.01	*	<0.01	*	<0.01	*	<0.01	*	<0.01	*	<0.01

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 24E139639

Version du : 30/07/2024

N° de rapport d'analyse : AR-24-LK-158668-01

Date de réception technique : 25/07/2024

Première date de réception physique : 24/07/2024

Référence Dossier : N° Projet : 24.318

Nom Projet : Firminy

Nom Commande : Firmini - eau juillet

Référence Commande : 24.318

N° Echantillon	001	002	003	004	005	006
Référence client :	PZ1	PZ2	PZ3	PZ4	PZ5	PZ6
Matrice :	ESO	ESO	ESO	ESO	ESO	ESO
Date de prélèvement :	23/07/2024	23/07/2024	23/07/2024	23/07/2024	23/07/2024	23/07/2024
Date de début d'analyse :	25/07/2024	25/07/2024	25/07/2024	25/07/2024	25/07/2024	25/07/2024
Température de l'air de l'enceinte :	7°C	7°C	7°C	7°C	7°C	7°C

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs)

LSRHE : Benzo(ghi)Pérylène	µg/l	*	<0.01	*	<0.01	*	0.01	*	<0.01	*	<0.01
LSRHF : Indeno (1,2,3-cd) Pyrène	µg/l	*	<0.01	*	<0.01	*	0.01	*	<0.01	*	<0.01
LSFF8 : Somme des HAP 16	µg/l		0.025		1.1		0.15		0.075		0.2

Composés Volatils

LS11M : Dichlorométhane	µg/l	*	<5.00	*	<5.00	*	<5.00	*	<5.00	*	<5.00
LS11J : Chloroforme	µg/l	*	<2.00	*	<2.00	*	<2.00	*	<2.00	*	<2.00
LS11N : Tetrachlorométhane	µg/l	*	<1.00	*	<1.00	*	<1.00	*	<1.00	*	<1.00
LS11P : Trichloroéthylène	µg/l	*	<1.00	*	<1.00	*	<1.00	*	<1.00	*	<1.00
LS11L : Tetrachloroéthylène	µg/l	*	<1.00	*	<1.00	*	<1.00	*	<1.00	*	<1.00
LS11R : 1,1-Dichloroéthane	µg/l	*	<2.00	*	<2.00	*	<2.00	*	<2.00	*	<2.00
LS10I : 1,2-Dichloroéthane	µg/l	*	<1.00	*	<1.00	*	<1.00	*	<1.00	*	<1.00
LS11K : 1,1,1-Trichloroéthane	µg/l	*	<2.00	*	<2.00	*	<2.00	*	<2.00	*	<2.00
LS11Q : 1,1,2-Trichloroéthane	µg/l	*	<5.00	*	<5.00	*	<5.00	*	<5.00	*	<5.00
LS10J : cis 1,2-Dichloroéthylène	µg/l	*	<2.00	*	<2.00	*	<2.00	*	<2.00	*	<2.00
LS10M : Trans-1,2-dichloroéthylène	µg/l	*	<2.00	*	<2.00	*	<2.00	*	<2.00	*	<2.00
LS10H : Chlorure de vinyle	µg/l	*	<0.50	*	<0.50	*	<0.50	*	<0.50	*	<0.50
LS12E : 1,1-Dichloroéthylène	µg/l	*	<2.00	*	<2.00	*	<2.00	*	<2.00	*	<2.00
LS10C : Bromochlorométhane	µg/l	*	<5.00	*	<5.00	*	<5.00	*	<5.00	*	<5.00
LS10P : Dibromométhane	µg/l	*	<5.00	*	<5.00	*	<5.00	*	<5.00	*	<5.00
LS12B : Bromodichlorométhane	µg/l	*	<5.00	*	<5.00	*	<5.00	*	<5.00	*	<5.00
LS12C : Dibromochlorométhane	µg/l	*	<2.00	*	<2.00	*	<2.00	*	<2.00	*	<2.00
LS10V : 1,2-Dibromoéthane	µg/l	*	<1.00	*	<1.00	*	<1.00	*	<1.00	*	<1.00
LS12D : Bromoforme (tribromométhane)	µg/l	*	<5.00	*	<5.00	*	<5.00	*	<5.00	*	<5.00
LS11B : Benzène	µg/l	*	<0.50	*	<0.50	*	<0.50	*	<0.50	*	<0.50
LS10Z : Toluène	µg/l	*	<1.00	*	<1.00	*	<1.00	*	<1.00	*	<1.00
LS11C : Ethylbenzène	µg/l	*	<1.00	*	<1.00	*	<1.00	*	<1.00	*	<1.00

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 24E139639

Version du : 30/07/2024

N° de rapport d'analyse : AR-24-LK-158668-01

Date de réception technique : 25/07/2024

Première date de réception physique : 24/07/2024

Référence Dossier : N° Projet : 24.318

Nom Projet : Firminy

Nom Commande : Firmini - eau juillet

Référence Commande : 24.318

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

Température de l'air de l'enceinte :

001**PZ1****ESO**

23/07/2024

25/07/2024

7°C

002**PZ2****ESO**

23/07/2024

25/07/2024

7°C

003**PZ3****ESO**

23/07/2024

25/07/2024

7°C

004**PZ4****ESO**

23/07/2024

25/07/2024

7°C

005**PZ5****ESO**

23/07/2024

25/07/2024

7°C

006**PZ6****ESO**

23/07/2024

25/07/2024

7°C

Composés Volatils

LS11A : o-Xylène	µg/l	*	<1.00	*	<1.00	*	<1.00	*	<1.00	*	<1.00
LS11D : Xylène (méta-, para-)	µg/l	*	<1.00	*	<1.00	*	<1.00	*	<1.00	*	<1.00
LSFET : Somme des 19 COHV	µg/l		13.3		13.3		13.3		13.3		13.3

Observations	N° d'échantillon	Référence client
Du fait d'une LQ labo supérieure à la LQ réglementaire, la valeur retenue pour le calcul de la somme Somme des 19 COHV pour le(s) paramètre(s) Chloroforme, Trichloroéthylène, Tetrachloroéthylène, 1,1,1-Trichloroéthane, 1,1,2-Trichloroéthane, cis 1,2-Dichloroéthylène, Chlorure de vinyle, Bromodichlorométhane, Dibromochlorométhane, 1,2-Dibromoéthane, Bromoforme (tribromométhane) est LQ labo/2	(001) (002) (003) (004) (005) (006)	PZ1 / PZ2 / PZ3 / PZ4 / PZ5 / PZ6 /
Du fait d'une LQ labo supérieure à la LQ réglementaire, la valeur retenue pour le calcul de la somme Somme des HAP pour le(s) paramètre(s) Benzo-(a)-anthracène, Benzo(b)fluoranthène, Benzo(k)fluoranthène, Benzo(ghi)Pérylène, Indeno (1,2,3-cd) Pyrène est LQ labo/2	(001) (004) (005) (006)	PZ1 / PZ4 / PZ5 / PZ6 /
Du fait d'une LQ labo supérieure à la LQ réglementaire, la valeur retenue pour le calcul de la somme Somme des HAP pour le(s) paramètre(s) Benzo(ghi)Pérylène, Indeno (1,2,3-cd) Pyrène est LQ labo/2	(002)	PZ2
Du fait d'une LQ labo supérieure à la LQ réglementaire, la valeur retenue pour le calcul de la somme Somme des HAP pour le(s) paramètre(s) Benzo(k)fluoranthène est LQ labo/2	(003)	PZ3

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 24E139639

Version du : 30/07/2024

N° de rapport d'analyse : AR-24-LK-158668-01

Date de réception technique : 25/07/2024

Première date de réception physique : 24/07/2024

Référence Dossier : N° Projet : 24.318

Nom Projet : Firminy

Nom Commande : Firmini - eau juillet

Référence Commande : 24.318

**Elisa Gitzhofer**

Coordinatrice Projets Clients

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 11 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai. Les résultats et conclusions éventuelles s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Les données transmises par le client pouvant affecter la validité des résultats (la date de prélèvement, la matrice, la référence échantillon et autres informations identifiées comme provenant du client), ne sauraient engager la responsabilité du laboratoire. Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *.

Les résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification, elles sont la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Tous les éléments de traçabilité et incertitude (déterminée avec $k = 2$) sont disponibles sur demande.

Laboratoire agréé par le gouvernement du Grand-Duché de Luxembourg pour l'accomplissement de tâches techniques d'étude et de vérification dans le domaine de l'environnement – Détail disponible sur demande

Le résultat d'une somme de paramètres est soumis à une méthodologie spécifique développée par notre laboratoire. Celle-ci peut dépendre de la LQ réglementaire du ou des paramètres sommés. Pour plus d'informations, n'hésitez pas à contacter votre chargé d'affaires ou votre coordinateur de projet client.

Annexe technique

Dossier N° :24E139639

N° de rapport d'analyse : AR-24-LK-158668-01

Emetteur : Manon LAFFETER

Commande EOL : 006-10514-1176939

Nom projet : N° Projet : 24.318

Référence commande : 24.318

Firminy

Nom Commande : Firmini - eau juillet

Eau souterraine

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Incertitude à la LQ	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
DN225	Mercure (Hg)	SFA / vapeurs froides (CV-AAS) - NF EN ISO 17852	0.2	30%	µg/l	Eurofins Analyses pour l'Environnement France
LS105	Cuivre (Cu)	ICP/AES - NF EN ISO 11885	0.01	30%	mg/l	
LS10C	Bromochlorométhane	HS - GC/MS [Espace de tête statique et dosage par GC/MS] - NF EN ISO 10301 (COHV) - NF ISO 11423-1 (BTEX)	5	30%	µg/l	
LS10H	Chlorure de vinyle		0.5	42%	µg/l	
LS10I	1,2-Dichloroéthane		1	55%	µg/l	
LS10J	cis 1,2-Dichloroéthylène		2	40%	µg/l	
LS10M	Trans-1,2-dichloroéthylène		2	40%	µg/l	
LS10P	Dibromométhane		5	40%	µg/l	
LS10V	1,2-Dibromoéthane		1	45%	µg/l	
LS10Z	Toluène		1	30%	µg/l	
LS111	Zinc (Zn)	ICP/AES - NF EN ISO 11885	0.02	25%	mg/l	
LS115	Nickel (Ni)		0.005	15%	mg/l	
LS11A	o-Xylène	HS - GC/MS [Espace de tête statique et dosage par GC/MS] - NF EN ISO 10301 (COHV) - NF ISO 11423-1 (BTEX)	1	50%	µg/l	
LS11B	Benzène		0.5	40%	µg/l	
LS11C	Ethylbenzène		1	55%	µg/l	
LS11D	Xylène (méta-, para-)		1	50%	µg/l	
LS11J	Chloroforme		2	43%	µg/l	
LS11K	1,1,1-Trichloroéthane		2	30%	µg/l	
LS11L	Tetrachloroéthylène		1	34%	µg/l	
LS11M	Dichlorométhane		5	36%	µg/l	
LS11N	Tetrachlorométhane		1	36%	µg/l	
LS11P	Trichloroéthylène		1	33%	µg/l	
LS11Q	1,1,2-Trichloroéthane		5	40%	µg/l	
LS11R	1,1-Dichloroéthane		2	63%	µg/l	
LS122	Arsenic (As)	ICP/AES - NF EN ISO 11885	0.005	45%	mg/l	
LS127	Cadmium (Cd)		0.005	20%	mg/l	
LS129	Chrome (Cr)		0.005	20%	mg/l	
LS12B	Bromodichlorométhane	HS - GC/MS [Espace de tête statique et dosage par GC/MS] - NF EN ISO 10301 (COHV) - NF ISO 11423-1 (BTEX)	5	35%	µg/l	
LS12C	Dibromochlorométhane		2	40%	µg/l	
LS12D	Bromoforme (tribromométhane)		5	60%	µg/l	

Annexe technique

Dossier N° :24E139639

N° de rapport d'analyse : AR-24-LK-158668-01

Emetteur : Manon LAFFETER

Commande EOL : 006-10514-1176939

Nom projet : N° Projet : 24.318

Référence commande : 24.318

Firminy

Nom Commande : Firmini - eau juillet

Eau souterraine

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Incertitude à la LQ	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
LS12E	1,1-Dichloroéthylène		2	50%	µg/l	
LS137	Plomb (Pb)	ICP/AES - NF EN ISO 11885	0.005	20%	mg/l	
LS308	Indices hydrocarbures (C10-C40) – 4 tranches Indices Hydrocarbures (C10-C40) HCT (nC10 - nC16) (Calcul) HCT (>nC16 - nC22) (Calcul) HCT (>nC22 - nC30) (Calcul) HCT (>nC30 - nC40) (Calcul)	GC/FID [Extraction Liquide / Liquide sur prise d'essai réduite] - NF EN ISO 9377-2	0.03 0.008 0.008 0.008 0.008	41%	mg/l mg/l mg/l mg/l mg/l	
LS4L8	Découpage 8 tranches HCT-CPG nC10 à nC40 (mg/l) C10 - C12 inclus > C12 - C16 inclus > C16 - C20 inclus > C20 - C24 inclus > C24 - C28 inclus > C28 - C32 inclus > C32 - C36 inclus > C36 - C40 inclus	Calcul - Méthode interne	0.004 0.004 0.004 0.004 0.004 0.004 0.004 0.004 0.004		mg/l mg/l mg/l mg/l mg/l mg/l mg/l mg/l mg/l	
LSFET	Somme des 19 COHV	Calcul - Calcul			µg/l	
LSFF8	Somme des HAP 16				µg/l	
LSL4E	Découpage 8 tranches HCT-CPG nC10 à nC40 (%) > C10 - C12 inclus (%) > C12 - C16 inclus (%) > C16 - C20 inclus (%) > C20 - C24 inclus (%) > C24 - C28 inclus (%) > C28 - C32 inclus (%) > C32 - C36 inclus (%) > C36 - C40 exclus (%)	Calcul - Méthode interne			% % % % % % % %	
LSRH0	Benzo(a)pyrène	GC/MS/MS [Extraction Liquide / Liquide] - Méthode interne	0.0075	50%	µg/l	
LSRH1	Fluorène		0.01	41%	µg/l	
LSRH2	Phénanthrène		0.01	36%	µg/l	
LSRH3	Anthracène		0.01	44%	µg/l	
LSRH4	Fluoranthène		0.01	42%	µg/l	

Annexe technique

Dossier N° :24E139639

N° de rapport d'analyse : AR-24-LK-158668-01

Emetteur : Manon LAFFETER

Commande EOL : 006-10514-1176939

Nom projet : N° Projet : 24.318

Référence commande : 24.318

Firminy

Nom Commande : Firmini - eau juillet

Eau souterraine

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Incertitude à la LQ	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
LSRH5	Pyrène		0.01	41%	µg/l	
LSRH6	Benzo-(a)-anthracène		0.01	33%	µg/l	
LSRH7	Chrysène		0.01	33%	µg/l	
LSRH8	Benzo(b)fluoranthène		0.01	34%	µg/l	
LSRH9	Benzo(k)fluoranthène		0.01	28%	µg/l	
LSRHA	Dibenzo(a,h)anthracène		0.01	34%	µg/l	
LSRHB	Naphtalène		0.01	36%	µg/l	
LSRHC	Acénaphthylène		0.01	33%	µg/l	
LSRHD	Acénaphène		0.01	38%	µg/l	
LSRHE	Benzo(ghi)Pérylène		0.01	33%	µg/l	
LSRHF	Indeno (1,2,3-cd) Pyrène		0.01	33%	µg/l	
ZS03G	Filtration métaux au laboratoire	Filtration - Méthode interne				

Annexe de traçabilité des échantillons

Cette traçabilité recense les flacons des échantillons scannés dans EOL sur le terrain avant envoi au laboratoire

Dossier N° : 24E139639

N° de rapport d'analyse : AR-24-LK-158668-01

Emetteur :

Commande EOL : 006-10514-1176939

Nom projet : N° Projet : 24.318

Référence commande : 24.318

Firminy

Nom Commande : Firmini - eau juillet

Eau souterraine

N° Ech	Référence Client	Date & Heure Prélèvement	Date de Réception Physique ⁽¹⁾	Date de Réception Technique ⁽²⁾	Code-Barre	Nom Flacon
001	PZ1	23/07/2024 14:59:00	24/07/2024	25/07/2024		
001	PZ1	23/07/2024 14:59:00	24/07/2024	25/07/2024	P01HB9807	100mL PE
001	PZ1	23/07/2024 14:59:00	24/07/2024	25/07/2024	V020544059	250mL verre
001	PZ1	23/07/2024 14:59:00	24/07/2024	25/07/2024	V08A395037	40mL verre stab. H2SO4
001	PZ1	23/07/2024 14:59:00	24/07/2024	25/07/2024	V08A395079	40mL verre stab. H2SO4
001	PZ1	23/07/2024 14:59:00	24/07/2024	25/07/2024	V13325609	100mL Verre stab. Na2S2O3
002	PZ2	23/07/2024 14:59:00	24/07/2024	25/07/2024		
002	PZ2	23/07/2024 14:59:00	24/07/2024	25/07/2024	P01HB9777	100mL PE
002	PZ2	23/07/2024 14:59:00	24/07/2024	25/07/2024	V020544067	250mL verre
002	PZ2	23/07/2024 14:59:00	24/07/2024	25/07/2024	V08A395001	40mL verre stab. H2SO4
002	PZ2	23/07/2024 14:59:00	24/07/2024	25/07/2024	V08A395013	40mL verre stab. H2SO4
002	PZ2	23/07/2024 14:59:00	24/07/2024	25/07/2024	V13325615	100mL Verre stab. Na2S2O3
003	PZ3	23/07/2024 14:59:00	24/07/2024	25/07/2024		
003	PZ3	23/07/2024 14:59:00	24/07/2024	25/07/2024	P01GP7934	100mL PE
003	PZ3	23/07/2024 14:59:00	24/07/2024	25/07/2024	V020544068	250mL verre
003	PZ3	23/07/2024 14:59:00	24/07/2024	25/07/2024	V08A395030	40mL verre stab. H2SO4
003	PZ3	23/07/2024 14:59:00	24/07/2024	25/07/2024	V08A395034	40mL verre stab. H2SO4
003	PZ3	23/07/2024 14:59:00	24/07/2024	25/07/2024	V13325603	100mL Verre stab. Na2S2O3
004	PZ4	23/07/2024 14:59:00	24/07/2024	25/07/2024		
004	PZ4	23/07/2024 14:59:00	24/07/2024	25/07/2024	P01HB9786	100mL PE
004	PZ4	23/07/2024 14:59:00	24/07/2024	25/07/2024	V020544057	250mL verre
004	PZ4	23/07/2024 14:59:00	24/07/2024	25/07/2024	V08A395014	40mL verre stab. H2SO4
004	PZ4	23/07/2024 14:59:00	24/07/2024	25/07/2024	V08A395022	40mL verre stab. H2SO4
004	PZ4	23/07/2024 14:59:00	24/07/2024	25/07/2024	V13295402	100mL Verre stab. Na2S2O3
005	PZ5	23/07/2024 14:59:00	24/07/2024	25/07/2024		
005	PZ5	23/07/2024 14:59:00	24/07/2024	25/07/2024	P01GP7940	100mL PE
005	PZ5	23/07/2024 14:59:00	24/07/2024	25/07/2024	V020544065	250mL verre
005	PZ5	23/07/2024 14:59:00	24/07/2024	25/07/2024	V08A395023	40mL verre stab. H2SO4
005	PZ5	23/07/2024 14:59:00	24/07/2024	25/07/2024	V08A395032	40mL verre stab. H2SO4
005	PZ5	23/07/2024 14:59:00	24/07/2024	25/07/2024	V13325608	100mL Verre stab. Na2S2O3
006	PZ6	23/07/2024 14:59:00	24/07/2024	25/07/2024		
006	PZ6	23/07/2024 14:59:00	24/07/2024	25/07/2024	P01GP7896	100mL PE
006	PZ6	23/07/2024 14:59:00	24/07/2024	25/07/2024	V020544058	250mL verre
006	PZ6	23/07/2024 14:59:00	24/07/2024	25/07/2024	V08A395000	40mL verre stab. H2SO4
006	PZ6	23/07/2024 14:59:00	24/07/2024	25/07/2024	V08A395012	40mL verre stab. H2SO4
006	PZ6	23/07/2024 14:59:00	24/07/2024	25/07/2024	V13325602	100mL Verre stab. Na2S2O3

(1) : Date à laquelle l'échantillon a été réceptionné au laboratoire.

Lorsque l'information n'a pas pu être récupérée, cela est signalé par la mention N/A (non applicable).

(2) : Date à laquelle le laboratoire disposait de toutes les informations nécessaires pour finaliser l'enregistrement de l'échantillon.

Annexe 4 : Protocoles de prélèvements des gaz du sol



Protocole pour le prélèvement de gaz du sol

N° du projet :	24.318	Projet :	CTM 1 et CTM 2 de la ville de Firminy	
Date prélèvement :	23 et 24/07/2024	Site :	Firminy (42)	Préleveur(s) : ML - RC

Conditions climatiques et environnantes

Conditions météorologiques le jour du prélèvement	Ensoleillé
Conditions météorologiques les jours précédents	Ensoleillé
Milieu (urbain, industriel, agricole...)	Urbain

Envoi au laboratoire

Laboratoire : Eurofins	Conservation des échantillons : Sombre et frais	Transport : TNT	Date d'envoi : 24/07/2024
------------------------	---	-----------------	---------------------------

Protocole pour le prélèvement de gaz du sol

N° du projet :	24.318	Projet :	CTM 1 et CTM 2 de la ville de Firminy
Date prélèvement :	23 et 24/07/2024	Site :	Firminy (42)
		Préleveur(s) :	ML - RC

Dénomination du point de prélèvement		Pzair S1	
Localisation du point de prélèvement		CTM2 - Atelier mécanique, entre les deux fosses mécaniques	
Caractéristiques du point de forage (coupe géologique)		☒ Protocole de sondage de sol	Référence du profil : S1
☒ Piézair ☐ Canne ☐ Tige air sous dalle	Tube plein (m/sol)	0,0 - 1,0	
	Tube crépiné (m/sol)	1,0 - 1,5	
	Nature (PVC, PEHD, alu)	PEHD	
	Diamètre (Ø mm)	24,5 / 32,0	
	Massif filtrant (m/sol)	0,9 - 1,5	
	Bentonite + béton (m/sol)	0,0-0,9	
Revêtement, type, épaisseur		☒ Oui, Type : dalle béton Epaisseur (m) : 0,15 ☐ Non Etat : ☒ Bon ☐ Mauvais	
Présence d'eau dans l'ouvrage		☐ Oui ☒ Non	
Purge air (durée, min et débit, L/min)		26 min à 0,5 L/min	
Volume air purgé (L)		13	





Type d'échantillonnage	☒ Actif avec pompe ☐ Actif naturel (canister) ☐ Passif
------------------------	--

Matériel de prélèvement (référence unique du matériel)

Pompe de prélèvement d'air (GilAir®)	N° AG2	Détecteur multi-gaz (GMI PS500®)	N°4GL1
Débimètre à lame de savon (BUCK®)	N°DL1	Photoioniseur (PID RAE®)	N°ION
Sonde thermo-hygrométrique	N°THL1	Station météorologique	N°L1

Prélèvements actif ou passif				Heure début prélèvement	Heure fin prélèvement	Débit mesuré (mL/min)		Débit retenu pour le calcul du volume prélevé (mL/min) ²	Temps de pompage (min)	Volume prélevé (L)
Dénomination échantillon	Support ¹		Analyses			Début	Fin			
EA / Pzair S1	Type	TCA 400/200	TPH, BTEX, COHV,	11h00	12h20	496,3	471,6	483,95	80	38,7
	Lot-N°	2000								
Prélèvements canister						Début prélèvement	Intermédiaire	Fin prélèvement		
Dénomination échantillon	Caractéristiques canister		Analyses							
	Référence			Heure						
	Volume (L)			Pression dans le canister						

Paramètres mesurés sur le terrain

Température (°C)	Extérieur : 24,2	Bâtiment : 24,7	Piézair (face crépine) : 23,0
Humidité (%)	Extérieur : 54,8	Bâtiment : 54,8	Piézair (face crépine) : 82,6
Mesures gaz <u>après purge</u>	CO ₂ (%) : 5,0	O ₂ (%) : 12,4	CO (ppm) : 0
	H ₂ S (ppm) : 0	Explosivité (% LEL CH ₄) : 0	
Mesure des COV au PID (ppm)	Après purge : 0,0	Après prélèvement : 0,0	
Pression atmosphérique (°hPa)	1012,8		
Provenance du vent et intensité	Pas de vent		

Conditions climatiques et environnantes

Conditions météorologiques le jour du prélèvement	Ensoleillé
Conditions météorologiques les jours précédents	Ensoleillé
Milieu (urbain, industriel, agricole...)	Urbain

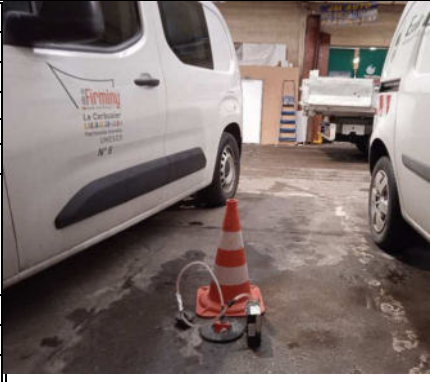
Envoi au laboratoire

Laboratoire : Eurofins	Conservation des échantillons : Sombre et frais	Transport : TNT	Date d'envoi : 24/07/2024
------------------------	---	-----------------	---------------------------

Remarques	/
-----------	---

¹ Blanc de terrain et de transport relatif à chaque type de support employé : Se référer au protocole de confection du blanc

² Méthodologie détaillée dans le rapport (§ Assurance qualité)

Protocole pour le prélèvement de gaz du sol										
N° du projet :			24.318		Projet :			CTM 1 et CTM 2 de la ville de Firminy		
Date prélèvement :			23 et 24/07/2024		Site :			Firminy (42)		Préleveur(s) : ML - RC
Dénomination du point de prélèvement				Pzair S5						
Localisation du point de prélèvement				CTM2 - Dans bâtiment sur place de parking - futur bâtiment						
Caractéristiques du point de forage (coupe géologique)				☒ Protocole de sondage de sol			Référence du profil : S5			
☒ Piézair ☐ Canne ☐ Tige air sous dalle	Tube plein (m/sol)		0,0 - 1,0							
	Tube crépiné (m/sol)		1,0 - 2,0							
	Nature (PVC, PEHD, alu)		PEHD							
	Diamètre (Ø mm)		24,5 / 32,0							
	Massif filtrant (m/sol)		0,9 - 2,0							
Bentonite + béton (m/sol)		0,0-0,9								
Revêtement, type, épaisseur				☒ Oui, Type : dalle béton Epaisseur (m) : 0,15 ☐ Non Etat : ☒ Bon ☐ Mauvais						
Présence d'eau dans l'ouvrage				☐ Oui ☒ Non						
Purge air (durée, min et débit, L/min)				21 min à 0,5 L/min						
Volume air purgé (L)				10,5						
Type d'échantillonnage				☒ Actif avec pompe ☐ Actif naturel (canister) ☐ Passif						
Matériel de prélèvement (référence unique du matériel)										
Pompe de prélèvement d'air (GilAir®)			N° SKC A1		Détecteur multi-gaz (GMI PS500®)			N°4GL1		
Débitmètre à lame de savon (BUCK®)			N°DL1		Photoioniseur (PID RAE®)			N°ION		
Sonde thermo-hygrométrique			N°THL1		Station météorologique			N°L1		
Prélèvements actif ou passif				Heure début prélèvement	Heure fin prélèvement	Débit mesuré (mL/min)		Débit retenu pour le calcul du volume prélevé (mL/min) ²	Temps de pompage (min)	Volume prélevé (L)
Dénomination échantillon	Support ¹		Analyses			Début	Fin			
EA / Pzair S5	Type Lot-N°	TCA 400/200 2000	TPH, BTEX, COHV.	11h03	12h23	498	523,4	498	80	39,8
Prélèvements canister						Début prélèvement		Intermédiaire	Fin prélèvement	
Dénomination échantillon	Caractéristiques canister		Analyses							
	Référence			Heure						
	Volume (L)			Pression dans le canister						
Paramètres mesurés sur le terrain										
Température (°C)				Extérieur : 24,2		Bâtiment : 24,7		Piézair (face crépine) : 24,5		
Humidité (%)				Extérieur : 54,8		Bâtiment : 54,8		Piézair (face crépine) : 69,6		
Mesures gaz après purge				CO ₂ (%) : >5		O ₂ (%) : 16,2		CO (ppm) : 0		
				H ₂ S (ppm) : 0		Explosivité (% LEL CH ₄) : 0				
Mesure des COV au PID (ppm)				Après purge : 0,0		Après prélèvement : 0,0				
Pression atmosphérique (°hPa)				1012,8						
Provenance du vent et intensité				Pas de vent						
Conditions climatiques et environnantes										
Conditions météorologiques le jour du prélèvement				Ensoleillé						
Conditions météorologiques les jours précédents				Ensoleillé						
Milieu (urbain, industriel, agricole...)				Urbain						
Envoi au laboratoire										
Laboratoire : Eurofins		Conservation des échantillons : Sombre et frais		Transport : TNT		Date d'envoi : 24/07/2024				
Remarques		/								

¹ Blanc de terrain et de transport relatif à chaque type de support employé : Se référer au protocole de confection du blanc

² Méthodologie détaillée dans le rapport (§ Assurance qualité)

Protocole pour le prélèvement de gaz du sol										
N° du projet :			24.318		Projet :			CTM 1 et CTM 2 de la ville de Firminy		
Date prélèvement :			23 et 24/07/2024		Site :			Firminy (42)		Préleveur(s) : ML - RC
Dénomination du point de prélèvement					Pzair S6					
Localisation du point de prélèvement					CTM2 - Air de lavage et séparateur hydrocarbure					
Caractéristiques du point de forage (coupe géologique)					☒ Protocole de sondage de sol			Référence du profil : S6		
☒ Piézair ☐ Canne ☐ Tige air sous dalle	Tube plein (m/sol)		0,0 - 1,0							
	Tube crépiné (m/sol)		1,0 - 2,0							
	Nature (PVC, PEHD, alu)		PEHD							
	Diamètre (Ø mm)		24,5 / 32,0							
	Massif filtrant (m/sol)		0,8 - 1,0							
Bentonite + béton (m/sol)		0,0-0,8								
Revêtement, type, épaisseur					☒ Oui, Type : dalle béton Epaisseur (m) : 0,20 ☐ Non Etat : ☒ Bon ☐ Mauvais					
Présence d'eau dans l'ouvrage					☐ Oui ☒ Non					
Purge air (durée, min et débit, L/min)					29 min à 0,5 L/min					
Volume air purgé (L)					15,5					
Type d'échantillonnage					☒ Actif avec pompe ☐ Actif naturel (canister) ☐ Passif					
Matériel de prélèvement (référence unique du matériel)										
Pompe de prélèvement d'air (GilAir®)			N° AG1		Détecteur multi-gaz (GMI PS500®)			N°4GL1		
Débimètre à lame de savon (BUCK®)			N°DL1		Photoioniseur (PID RAE®)			N°ION		
Sonde thermo-hygrométrique			N°THL1		Station météorologique			N°L1		
Prélèvements actif ou passif				Heure début prélèvement	Heure fin prélèvement	Débit mesuré (mL/min)		Débit retenu pour le calcul du volume prélevé (mL/min) ²	Temps de pompage (min)	Volume prélevé (L)
Dénomination échantillon	Support ¹		Analyses			Début	Fin			
EA / Pzair S6	Type Lot-N°	TCA 400/200 2000	TPH, BTEX, COHV.	10h55	12h15	524,2	523,1	523,65	80	41,9
Prélèvements canister				Heure	Pression dans le canister	Début prélèvement	Intermédiaire	Fin prélèvement		
Dénomination échantillon	Caractéristiques canister		Analyses							
	Référence									
	Volume (L)									
Paramètres mesurés sur le terrain										
Température (°C)				Extérieur : 24,2		Bâtiment : 24,7		Piézair (face crépine) : 24,2		
Humidité (%)				Extérieur : 54,8		Bâtiment : 54,8		Piézair (face crépine) : 75,2		
Mesures gaz après purge				CO ₂ (%) : 1,74		O ₂ (%) : 18,6		CO (ppm) : 0		
				H ₂ S (ppm) : 0		Explosivité (% LEL CH ₄) : 0				
Mesure des COV au PID (ppm)				Après purge : 0,0		Après prélèvement : 0,0				
Pression atmosphérique (°hPa)				1012,8						
Provenance du vent et intensité				Pas de vent						
Conditions climatiques et environnantes										
Conditions météorologiques le jour du prélèvement				Ensoleillé						
Conditions météorologiques les jours précédents				Ensoleillé						
Milieu (urbain, industriel, agricole...)				Urbain						
Envoi au laboratoire										
Laboratoire : Eurofins		Conservation des échantillons : Sombre et frais		Transport : TNT		Date d'envoi :		24/07/2024		
Remarques		Odeur de peinture								

¹ Blanc de terrain et de transport relatif à chaque type de support employé : Se référer au protocole de confection du blanc

² Méthodologie détaillée dans le rapport (§ Assurance qualité)

Protocole pour le prélèvement de gaz du sol

N° du projet :	24.318	Projet :	CTM 1 et CTM 2 de la ville de Firminy
Date prélèvement :	23 et 24/07/2024	Site :	Firminy (42)
		Préleveur(s) :	ML - RC

Dénomination du point de prélèvement		Pzair S8	
Localisation du point de prélèvement		CTM2 - Dans pièce stockage huiles et compresseur	
Caractéristiques du point de forage (coupe géologique)		☒ Protocole de sondage de sol	Référence du profil : S8
☒ Piézair ☐ Canne ☐ Tige air sous dalle	Tube plein (m/sol)	0,0 - 0,5	
	Tube crépiné (m/sol)	0,5 - 0,8	
	Nature (PVC, PEHD, alu)	PEHD	
	Diamètre (Ø mm)	24,5 / 32,0	
	Massif filtrant (m/sol)	0,4 - 0,8	
	Bentonite + béton (m/sol)	0,0-0,4	
Revêtement, type, épaisseur		☒ Oui, Type : dalle béton Epaisseur (m) : 0,10 ☐ Non Etat : ☒ Bon ☐ Mauvais	
Présence d'eau dans l'ouvrage		☐ Oui ☒ Non	
Purge air (durée, min et débit, L/min)		28 min à 0,5 L/min	
Volume air purgé (L)		14	



Type d'échantillonnage	☒ Actif avec pompe ☐ Actif naturel (canister) ☐ Passif
------------------------	--

Matériel de prélèvement (référence unique du matériel)			
Pompe de prélèvement d'air (GilAir®)	N° PL2	Détecteur multi-gaz (GMI PS500®)	N°4GL1
Débimètre à lame de savon (BUCK®)	N°DL1	Photoioniseur (PID RAE®)	N°ION
Sonde thermo-hygrométrique	N°THL1	Station météorologique	N°L1

Prélèvements actif ou passif				Heure début prélèvement	Heure fin prélèvement	Débit mesuré (mL/min)		Débit retenu pour le calcul du volume prélevé (mL/min) ²	Temps de pompage (min)	Volume prélevé (L)
Dénomination échantillon	Support ¹		Analyses			Début	Fin			
EA / Pzair S8	Type	TCA 400/200	TPH, BTEX, COHV,	11h09	12h29	492	488,3	490,15	80	39,2
	Lot-N°	2000								
Prélèvements canister						Début prélèvement	Intermédiaire	Fin prélèvement		
Dénomination échantillon	Caractéristiques canister		Analyses							
	Référence			Heure						
	Volume (L)			Pression dans le canister						

Paramètres mesurés sur le terrain			
Température (°C)	Extérieur : 24,2	Bâtiment : 24,7	Piezair (face crépine) : 23,4
Humidité (%)	Extérieur : 54,8	Bâtiment : 54,8	Piezair (face crépine) : 82,4
Mesures gaz après purge	CO ₂ (%) : 5,0	O ₂ (%) : 10,8	CO (ppm) : 0
	H ₂ S (ppm) : 0	Explosivité (% LEL CH ₄) : 0	
Mesure des COV au PID (ppm)	Après purge : 0,0	Après prélèvement : 0,0	
Pression atmosphérique (°hPa)	1012,8		
Provenance du vent et intensité	Pas de vent		

Conditions climatiques et environnantes	
Conditions météorologiques le jour du prélèvement	Ensoleillé
Conditions météorologiques les jours précédents	Ensoleillé
Milieu (urbain, industriel, agricole...)	Urbain

Envoi au laboratoire			
Laboratoire :	Eurofins	Conservation des échantillons : Sombre et frais	Date d'envoi : 24/07/2024

Remarques	
-----------	--

¹ Blanc de terrain et de transport relatif à chaque type de support employé : Se référer au protocole de confection du blanc

² Méthodologie détaillée dans le rapport (§ Assurance qualité)

Protocole pour le prélèvement de gaz du sol										
N° du projet :			24.318		Projet :			CTM 1 et CTM 2 de la ville de Firminy		
Date prélèvement :			23 et 24/07/2024		Site :			Firminy (42)		Préleveur(s) : ML - RC
Dénomination du point de prélèvement				Pzair S16						
Localisation du point de prélèvement				CTM1 - Dans le bâtiment, au droit du volumètre de gazole et proche de l'air de lavage						
Caractéristiques du point de forage (coupe géologique)				☒ Protocole de sondage de sol			Référence du profil : S16			
☒ Piézair ☐ Canne ☐ Tige air sous dalle	Tube plein (m/sol)		0,0 - 1,0							
	Tube crépiné (m/sol)		1,0 - 1,5							
	Nature (PVC, PEHD, alu)		PEHD							
	Diamètre (Ø mm)		24,5 / 32,0							
	Massif filtrant (m/sol)		0,8 - 1,5							
Bentonite + béton (m/sol)		0,0-0,8								
Revêtement, type, épaisseur				☒ Oui, Type : enrobé Epaisseur (m) : 0,05 ☐ Non Etat : ☒ Bon ☐ Mauvais						
Présence d'eau dans l'ouvrage				☐ Oui ☒ Non						
Purge air (durée, min et débit, L/min)				30 min à 0,5 L/min						
Volume air purgé (L)				15						
Type d'échantillonnage				☒ Actif avec pompe ☐ Actif naturel (canister) ☐ Passif						
Matériel de prélèvement (référence unique du matériel)										
Pompe de prélèvement d'air (GilAir®)			N° SCK C1		Détecteur multi-gaz (GMI PS500®)			N°4GL1		
Débimètre à lame de savon (BUCK®)			N°DL1		Photoioniseur (PID RAE®)			N°ION		
Sonde thermo-hygrométrique			N°THL1		Station météorologique			N°L1		
Prélèvements actif ou passif				Heure début prélèvement	Heure fin prélèvement	Débit mesuré (mL/min)		Débit retenu pour le calcul du volume prélevé (mL/min) ²	Temps de pompage (min)	Volume prélevé (L)
Dénomination échantillon	Support ¹		Analyses			Début	Fin			
EA / Pzair S16	Type	TCA 400/200	TPH, BTEX, COHV.	10h57	13h27	195	166	166	150	24,9
	Lot-N°	2000								
Prélèvements canister				Heure	Pression dans le canister	Début prélèvement	Intermédiaire	Fin prélèvement		
Dénomination échantillon	Caractéristiques canister		Analyses							
	Référence									
	Volume (L)									
Paramètres mesurés sur le terrain										
Température (°C)				Extérieur : 24,4		Bâtiment : 23,1		Piézair (face crépine) : 3,3		
Humidité (%)				Extérieur : 72,7		Bâtiment : 67,5		Piézair (face crépine) : 94		
Mesures gaz après purge				CO ₂ (%) : 0		O ₂ (%) : 20,9		CO (ppm) : 0		
				H ₂ S (ppm) : 0		Explosivité (% LEL CH ₄) : 0				
Mesure des COV au PID (ppm)				Après purge : 0,0		Après prélèvement : 0,0				
Pression atmosphérique (°hPa)				1013,5						
Provenance du vent et intensité				Pas de vent						
Conditions climatiques et environnantes										
Conditions météorologiques le jour du prélèvement				Ensoleillé						
Conditions météorologiques les jours précédents				Ensoleillé						
Milieu (urbain, industriel, agricole...)				Urbain						
Envoi au laboratoire										
Laboratoire : Eurofins		Conservation des échantillons : Sombre et frais		Transport : TNT		Date d'envoi : 24/07/2024				
Remarques		Présence d'eau à 0,55m de profondeur dans l'ouvrage. Pertes de charges très importantes ne permettant pas aux pompes de délivrer un débit de 500L/Min								

¹ Blanc de terrain et de transport relatif à chaque type de support employé : Se référer au protocole de confection du blanc

² Méthodologie détaillée dans le rapport (§ Assurance qualité)

Protocole pour le prélèvement de gaz du sol

N° du projet :	24.318	Projet :	CTM 1 et CTM 2 de la ville de Firminy
Date prélèvement :	23 et 24/07/2024	Site :	Firminy (42)
		Préleveur(s) :	ML - RC

Dénomination du point de prélèvement		Pzair S17		
Localisation du point de prélèvement				
Caractéristiques du point de forage (coupe géologique)		☒ Protocole de sondage de sol	Référence du profil : S17	
☒ Piézair ☐ Canne ☐ Tige air sous dalle	Tube plein (m/sol)	0,0 - 1,0		
	Tube crépiné (m/sol)	1,0 - 2,0		
	Nature (PVC, PEHD, alu)	PEHD		
	Diamètre (Ø mm)	24,5 / 32,0		
	Massif filtrant (m/sol)	0,6 - 2,0		
	Bentonite + béton (m/sol)	0,0-0,6		
Revêtement, type, épaisseur		☐ Oui, Type : Epaisseur (m) : ☒ Non Etat : ☐ Bon ☐ Mauvais		
Présence d'eau dans l'ouvrage		☐ Oui ☒ Non		
Purge air (durée, min et débit, L/min)		20 min à 0,5 L/min		
Volume air purgé (L)		10		

Type d'échantillonnage	☒ Actif avec pompe ☐ Actif naturel (canister) ☐ Passif
------------------------	--

Matériel de prélèvement (référence unique du matériel)

Pompe de prélèvement d'air (GilAir®)	N° SCK A1	Détecteur multi-gaz (GMI PS500®)	N°4GL1
Débimètre à lame de savon (BUCK®)	N°DL1	Photoioniseur (PID RAE®)	N°ION
Sonde thermo-hygrométrique	N°THL1	Station météorologique	N°L1

Prélèvements actif ou passif				Heure début prélèvement	Heure fin prélèvement	Débit mesuré (mL/min)		Débit retenu pour le calcul du volume prélevé (mL/min) ²	Temps de pompage (min)	Volume prélevé (L)
Dénomination échantillon	Support ¹		Analyses			Début	Fin			
EA / Pzair S17	Type Lot-N°	TCA 400/200 2000	TPH, BTEX, COHV,	10h22	11h42	504	513	508,5	80	40,7
Prélèvements canister						Début prélèvement	Intermédiaire	Fin prélèvement		
Dénomination échantillon	Caractéristiques canister		Analyses							
	Référence			Heure						
	Volume (L)			Pression dans le canister						

Paramètres mesurés sur le terrain

Température (°C)	Extérieur : 24,4	Bâtiment : /	Piezair (face crépine) : 24,2
Humidité (%)	Extérieur : 72,7	Bâtiment : /	Piezair (face crépine) : 88,1
Mesures gaz <u>après purge</u>	CO ₂ (%) : >5	O ₂ (%) : 17,5	CO (ppm) : 0
	H ₂ S (ppm) : 0	Explosivité (% LEL CH ₄) : 0	
Mesure des COV au PID (ppm)	Après purge : 0,0	Après prélèvement : 0,0	
Pression atmosphérique (°hPa)	1013,5		
Provenance du vent et intensité	Pas de vent		

Conditions climatiques et environnantes

Conditions météorologiques le jour du prélèvement	Ensoleillé
Conditions météorologiques les jours précédents	Ensoleillé
Milieu (urbain, industriel, agricole...)	Urbain

Envoi au laboratoire

Laboratoire :	Eurofins	Conservation des échantillons :	Sombre et frais	Transport :	TNT	Date d'envoi :	24/07/2024
---------------	----------	---------------------------------	-----------------	-------------	-----	----------------	------------

Remarques	
-----------	--

¹ Blanc de terrain et de transport relatif à chaque type de support employé : Se référer au protocole de confection du blanc

² Méthodologie détaillée dans le rapport (§ Assurance qualité)

Protocole pour le prélèvement de gaz du sol

N° du projet :	24.318	Projet :	CTM 1 et CTM 2 de la ville de Firminy
Date prélèvement :	23 et 24/07/2024	Site :	Firminy (42)
		Préleveur(s) :	ML - RC

Dénomination du point de prélèvement		Pzair S19	
Localisation du point de prélèvement		CTM1 - Dans bâtiment atelier à l'est du site	
Caractéristiques du point de forage (coupe géologique)		☒ Protocole de sondage de sol	Référence du profil : S19
☒ Piézair ☐ Canne ☐ Tige air sous dalle	Tube plein (m/sol)	0,0 - 1,0	
	Tube crépiné (m/sol)	1,0 - 1,5	
	Nature (PVC, PEHD, alu)	PEHD	
	Diamètre (Ø mm)	24,5 / 32,0	
	Massif filtrant (m/sol)	0,9 - 1,5	
	Bentonite + béton (m/sol)	0,0-0,9	
Revêtement, type, épaisseur		☒ Oui, Type : enrobé Epaisseur (m) : 0,05 ☐ Non Etat : ☒ Bon ☐ Mauvais	
Présence d'eau dans l'ouvrage		☐ Oui ☒ Non	
Purge air (durée, min et débit, L/min)		28 min à 0,5 L/min	
Volume air purgé (L)		14	



Type d'échantillonnage	☒ Actif avec pompe ☐ Actif naturel (canister) ☐ Passif
------------------------	--

Matériel de prélèvement (référence unique du matériel)

Pompe de prélèvement d'air (GilAir®)	N° PL2	Détecteur multi-gaz (GMI PS500®)	N°4GL1
Débimètre à lame de savon (BUCK®)	N°DL1	Photoioniseur (PID RAE®)	N°ION
Sonde thermo-hygrométrique	N°THL1	Station météorologique	N°L1

Prélèvements actif ou passif				Heure début prélèvement	Heure fin prélèvement	Débit mesuré (mL/min)		Débit retenu pour le calcul du volume prélevé (mL/min) ²	Temps de pompage (min)	Volume prélevé (L)
Dénomination échantillon	Support ¹		Analyses			Début	Fin			
EA / Pzair S19	Type	TCA 400/200	TPH, BTEX, COHV,	10h37	11h57	491	498	494,5	80	39,6
	Lot-N°	2000								
Prélèvements canister						Début prélèvement	Intermédiaire	Fin prélèvement		
Dénomination échantillon	Caractéristiques canister		Analyses							
	Référence			Heure						
	Volume (L)			Pression dans le canister						

Paramètres mesurés sur le terrain

Température (°C)	Extérieur : 24,4	Bâtiment : 24,5	Piézair (face crépine) :24,3
Humidité (%)	Extérieur : 72,7	Bâtiment :62,5	Piézair (face crépine) : 76,1
Mesures gaz <u>après purge</u>	CO ₂ (%) : >5	O ₂ (%) : 18,3	CO (ppm) : 0
	H ₂ S (ppm) : 0	Explosivité (% LEL CH ₄) : 0	
Mesure des COV au PID (ppm)	Après purge : 0,0	Après prélèvement : 0,0	
Pression atmosphérique (°hPa)	1013,5		
Provenance du vent et intensité	Pas de vent		

Conditions climatiques et environnementales

Conditions météorologiques le jour du prélèvement	Ensoleillé
Conditions météorologiques les jours précédents	Ensoleillé
Milieu (urbain, industriel, agricole...)	Urbain

Envoi au laboratoire

Laboratoire :	Eurofins	Conservation des échantillons :	Sombre et frais	Transport :	TNT	Date d'envoi :	24/07/2024
---------------	----------	---------------------------------	-----------------	-------------	-----	----------------	------------

Remarques	traces d'eau au font de l'ouvrage
-----------	-----------------------------------

¹ Blanc de terrain et de transport relatif à chaque type de support employé : Se référer au protocole de confection du blanc

² Méthodologie détaillée dans le rapport (§ Assurance qualité)

Protocole pour le blanc de terrain et de transport (gaz du sol)

ML - RC

N° du projet :	24.318	Projet :	CTM 1 et CTM 2 de la ville de Firminy	
Date prélèvement :	23 et 24/07/2024	Site :	Firminy (42)	Préleveur(s) : ML - RC

Dénomination du prélèvement	Ensoleillé	
Nature des échantillons	Ensoleillé	
Méthode de prélèvements	Conforme aux normes et guides en vigueur méthodologie de réalisation des blanc décrite dans le rapport (§ Assurance qualité)	
Echantillonnage		
Réf échantillon	Type de support	Analyses
EA / Blanc	Type : TCA 400 /200 Lot : 2000	TPH, BTEX, COHV, Naphtalène
	Type : Lot :	
	Type : Lot :	



Conditions climatiques et environnantes

Conditions météo. le jour du prélèvement :	Ensoleillé
Conditions météo. les jours précédents :	Ensoleillé
Milieu (urbain, industriel, agricole...) :	Urbain

Envoi au laboratoire

Laboratoire :	Eurofins	Conservation des échantillons :	Sombre et frais	Transport :	TNT	Date d'envoi :	24/07/2024
---------------	----------	---------------------------------	-----------------	-------------	-----	----------------	------------

Description de l'environnement (contaminations croisées potentielles)

Présence d'une nappe d'eau souterraine (site) :	Nappe de subsurface peu productive
Situation routière (site) :	Modérée
Présence d'usines / sources d'émission (site) :	Circulation dans l'atelier dégageant une odeur de pot d'échappement
Mode de transport (transport) :	Routier
Remarques :	Odeur de pot d'échappement lors de passage de véhicule

Evaluation qualitative de l'impact de certains paramètres influençant le potentiel de dégazage des gaz du sol vers l'air ambiant

Paramètres environnementaux	Détails	Impact sur le dégazage	Observations sur site
Paramètres environnementaux			
Température moyenne des gaz du sol	< 4°C	-	Température entre 23 et 25 °C
	4 - 10°C	=	
	> 10°C	+	
Pression atmosphérique moyenne	< 1013 hPa (conditions dépressionnaires)	+	Pression atmosphérique > 1013 hPa
	> 1013 hPa (conditions anticycloniques)	-	
Variations de pression atmosphérique	Diminution rapide de la pression atmosphérique	+	Absence de variation de pression atmosphérique
	Augmentation rapide de la pression atmosphérique	-	
Variation du niveau des eaux souterraines	Variation lente des niveaux d'eaux souterraines	=	Absence de variation des niveaux d'eaux souterraines
	Augmentation rapide des niveaux d'eaux souterraines	+	
	Diminution rapide des niveaux d'eaux souterraines	-	
Pluviométrie	Précipitations autour d'un bâtiment	+	Absence de précipitations lors des prélèvements
	Précipitations sur des sols non imperméabilisés	-	
Gel des sols de surface	Sols gelés en surface sur des sols non imperméabilisés	-	Absence de gel
	Sols gelés en surface autour d'un bâtiment	+	
Perméabilité des sols	Sols perméables	+	Sol graveleux sableux à limoneux parfois induré
	Sols peu perméables	-	
- : impact minimisant le dégazage		= : impact neutre sur le dégazage	+ impact majorant le dégazage

Annexe 5 : Résultats d'analyses des gaz du sol, rapport EUROFINS



ENVIREAUSOL
Madame Manon LAFFETER

6 B Rue Georges Polossat

69720 SAINT LAURENT DE MURE

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 24E139656

Version du : 29/07/2024

N° de rapport d'analyse : AR-24-LK-157916-01

Date de réception technique : 25/07/2024

Première date de réception physique : 25/07/2024

Référence Dossier : N° Projet : 24.318

Nom Projet : Firminy

Nom Commande : Firminy - GDS juillet

Référence Commande : 24.318

Coordinateur de Projets Clients : Clémence BARTHEL / ClemenceBARTHEL@eurofins.com / +33 3 88 91 19 11

N° Ech	Matrice		Référence échantillon
001	Gaz de sol	(GDS)	Pzair S5
002	Gaz de sol	(GDS)	Pzair S6
003	Gaz de sol	(GDS)	Pzair S1
004	Gaz de sol	(GDS)	Pzair S8
005	Gaz de sol	(GDS)	Pzair S17
006	Gaz de sol	(GDS)	Pzair S19
007	Gaz de sol	(GDS)	Pzair S16
008	Gaz de sol	(GDS)	Blanc

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 24E139656

Version du : 29/07/2024

N° de rapport d'analyse : AR-24-LK-157916-01

Date de réception technique : 25/07/2024

Première date de réception physique : 25/07/2024

Référence Dossier : N° Projet : 24.318

Nom Projet : Firminy

Nom Commande : Firminy - GDS juillet

Référence Commande : 24.318

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

Température de l'air de l'enceinte :

001
Pzair S5
GDS

24/07/2024

26/07/2024

12.2°C

002
Pzair S6
GDS

24/07/2024

26/07/2024

12.2°C

003
Pzair S1
GDS

24/07/2024

26/07/2024

12.2°C

004
Pzair S8
GDS

24/07/2024

26/07/2024

12.2°C

005
Pzair S17
GDS

24/07/2024

26/07/2024

12.2°C

006
Pzair S19
GDS

24/07/2024

26/07/2024

12.2°C

Préparation Physico-Chimique

 LS6M8 : Désorption d'un tube de
charbon actif (400/200)

Fait

Fait

Fait

Fait

Fait

Fait

Hydrocarbures totaux

LS1J1 : TPH AIR (BTEX & MTBE inclus)

Aliphatiques >MeC5 - C6	µg/tube	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0
Aliphatiques >MeC5 - C6 (2)	µg/tube	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0
Aliphatiques >C6 - C8	µg/tube	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0
Aliphatiques >C6 - C8 (2)	µg/tube	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0
Aliphatiques >C8 - C10	µg/tube	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0
Aliphatiques >C8 - C10 (2)	µg/tube	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0
Aliphatiques >C10 - C12	µg/tube	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0
Aliphatiques >C10 - C12 (2)	µg/tube	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0
Aliphatiques >C12 - C16	µg/tube	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0
Aliphatiques >C12 - C16 (2)	µg/tube	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0
Total Aliphatiques	µg/tube	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0
Total Aliphatiques (2)	µg/tube	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0
Aromatiques C6 - C7 (Benzène)	µg/tube	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20
Aromatiques C6 - C7 (Benzène) (2)	µg/tube	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20
Aromatiques >C7 - C8 (Toluène)	µg/tube	<0.80	<0.80	<0.80	<0.80	<0.80	<0.80
Aromatiques >C7 - C8 (Toluène) (2)	µg/tube	<0.80	<0.80	<0.80	<0.80	<0.80	<0.80
Aromatiques >C8 - C10	µg/tube	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0
Aromatiques >C8 - C10 (2)	µg/tube	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0
Aromatiques >C10 - C12	µg/tube	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0
Aromatiques >C10 - C12 (2)	µg/tube	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0
Aromatiques >C12 - C16	µg/tube	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0
Aromatiques >C12 - C16 (2)	µg/tube	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0
Total Aromatiques	µg/tube	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0
Total Aromatiques (2)	µg/tube	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0

RAPPORT D'ANALYSE
Dossier N° : 24E139656

Version du : 29/07/2024

N° de rapport d'analyse : AR-24-LK-157916-01

Date de réception technique : 25/07/2024

Première date de réception physique : 25/07/2024

Référence Dossier : N° Projet : 24.318

Nom Projet : Firminy

Nom Commande : Firminy - GDS juillet

Référence Commande : 24.318

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

Température de l'air de l'enceinte :

001	002	003	004	005	006
Pzair S5	Pzair S6	Pzair S1	Pzair S8	Pzair S17	Pzair S19
GDS	GDS	GDS	GDS	GDS	GDS
24/07/2024	24/07/2024	24/07/2024	24/07/2024	24/07/2024	24/07/2024
26/07/2024	26/07/2024	26/07/2024	26/07/2024	26/07/2024	26/07/2024
12.2°C	12.2°C	12.2°C	12.2°C	12.2°C	12.2°C

Hydrocarbures totaux

 LS1J1 : **TPH AIR (BTEX & MTBE inclus)**

Benzène	µg/tube	*	<0.20	*	<0.20	*	<0.20	*	<0.20	*	<0.20	*	<0.20
Benzène (2)	µg/tube	*	<0.20	*	<0.20	*	<0.20	*	<0.20	*	<0.20	*	<0.20
Toluène	µg/tube	*	<0.80	*	<0.80	*	<0.80	*	<0.80	*	<0.80	*	<0.80
Toluène (2)	µg/tube	*	<0.80	*	<0.80	*	<0.80	*	<0.80	*	<0.80	*	<0.80
Ethylbenzène	µg/tube	*	<0.40	*	<0.40	*	<0.40	*	<0.40	*	<0.40	*	<0.40
Ethylbenzène (2)	µg/tube	*	<0.40	*	<0.40	*	<0.40	*	<0.40	*	<0.40	*	<0.40
m+p-Xylène	µg/tube	*	<0.40	*	<0.40	*	<0.40	*	<0.40	*	<0.40	*	0.46
m+p-Xylène (2)	µg/tube	*	<0.40	*	<0.40	*	<0.40	*	<0.40	*	<0.40	*	<0.40
o-Xylène	µg/tube	*	<0.20	*	<0.20	*	<0.20	*	<0.20	*	<0.20	*	<0.20
o-Xylène (2)	µg/tube	*	<0.20	*	<0.20	*	<0.20	*	<0.20	*	<0.20	*	<0.20
MTBE	µg/tube		<10.0		<10.0		<10.0		<10.0		<10.0		<10.0
MTBE (2)	µg/tube		<10.0		<10.0		<10.0		<10.0		<10.0		<10.0

Composés Volatils

 LSRCJ : **Dichlorométhane**

Dichlorométhane	µg/tube		<0.200		<0.200		<0.200		<0.200		<0.200		<0.200
Dichlorométhane (2)	µg/tube		<0.200		<0.200		<0.200		<0.200		<0.200		<0.200

 LSRD4 : **Chlorure de vinyle**

Chlorure de vinyle	µg/tube		<0.200		<0.200		<0.200		<0.200		<0.200		<0.200
Chlorure de vinyle (2)	µg/tube		<0.200		<0.200		<0.200		<0.200		<0.200		<0.200

 LSRC8 : **1,1-Dichloroéthène**

1,1-Dichloroéthène	µg/tube	*	<0.200	*	<0.200	*	<0.200	*	<0.200	*	<0.200	*	<0.200
1,1-Dichloroéthène (2)	µg/tube	*	<0.200	*	<0.200	*	<0.200	*	<0.200	*	<0.200	*	<0.200

 LSRC9 : **trans 1,2-Dichloroéthène**

trans 1,2-Dichloroéthène	µg/tube	*	<0.200	*	<0.200	*	<0.200	*	<0.200	*	<0.200	*	<0.200
trans 1,2-Dichloroéthène (2)	µg/tube	*	<0.200	*	<0.200	*	<0.200	*	<0.200	*	<0.200	*	<0.200

 LSRCa : **cis 1,2-dichloroéthène**

cis 1,2-Dichloroéthène	µg/tube	*	<0.200	*	<0.200	*	<0.200	*	<0.200	*	<0.200	*	<0.200
cis 1,2-Dichloroéthène (2)	µg/tube	*	<0.200	*	<0.200	*	<0.200	*	<0.200	*	<0.200	*	<0.200

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 24E139656

Version du : 29/07/2024

N° de rapport d'analyse : AR-24-LK-157916-01

Date de réception technique : 25/07/2024

Première date de réception physique : 25/07/2024

Référence Dossier : N° Projet : 24.318

Nom Projet : Firminy

Nom Commande : Firminy - GDS juillet

Référence Commande : 24.318

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

Température de l'air de l'enceinte :

001**Pzair S5****GDS**

24/07/2024

26/07/2024

12.2°C

002**Pzair S6****GDS**

24/07/2024

26/07/2024

12.2°C

003**Pzair S1****GDS**

24/07/2024

26/07/2024

12.2°C

004**Pzair S8****GDS**

24/07/2024

26/07/2024

12.2°C

005**Pzair S17****GDS**

24/07/2024

26/07/2024

12.2°C

006**Pzair S19****GDS**

24/07/2024

26/07/2024

12.2°C

Composés Volatils

LSRCB : Chloroforme

Composé	Unité	001	002	003	004	005	006
Chloroforme	µg/tube	* <0.200	* <0.200	* <0.200	* <0.200	* 1.20	* <0.200
Chloroforme (2)	µg/tube	* <0.200	* <0.200	* <0.200	* <0.200	* <0.200	* <0.200

LSRDM : Tétrachlorométhane

Tétrachlorométhane	µg/tube	* <0.20	* <0.20	* <0.20	* <0.20	* <0.20	* <0.20
Tétrachlorométhane (2)	µg/tube	* <0.20	* <0.20	* <0.20	* <0.20	* <0.20	* <0.20

LSRC7 : 1,1-Dichloroéthane

1,1-Dichloroéthane	µg/tube	* <0.200	* <0.200	* <0.200	* <0.200	* <0.200	* <0.200
1,1-Dichloroéthane (2)	µg/tube	* <0.200	* <0.200	* <0.200	* <0.200	* <0.200	* <0.200

LSRDJ : 1,2-Dichloroéthane

1,2-Dichloroéthane	µg/tube	* <0.20	* <0.20	* <0.20	* <0.20	* <0.20	* <0.20
1,2-Dichloroéthane (2)	µg/tube	* <0.20	* <0.20	* <0.20	* <0.20	* <0.20	* <0.20

LSRC6 : 1,1,1-Trichloroéthane

1,1,1-Trichloroéthane	µg/tube	* 38.7	* 5.66	* 27.8	* 88.7	* <0.200	* <0.200
1,1,1-Trichloroéthane (2)	µg/tube	* <0.200	* <0.200	* <0.200	* <0.200	* <0.200	* <0.200

LSRCH : 1,1,2-Trichloroéthane

1,1,2-Trichloroéthane	µg/tube	* <0.200	* <0.200	* <0.200	* <0.200	* <0.200	* <0.200
1,1,2-Trichloroéthane (2)	µg/tube	* <0.200	* <0.200	* <0.200	* <0.200	* <0.200	* <0.200

LSRDL : Trichloroéthylène

Trichloroéthylène	µg/tube	<0.20	<0.20	<0.20	0.44	<0.20	<0.20
Trichloroéthylène (2)	µg/tube	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20

LSRDK : Tétrachloroéthylène

Tétrachloroéthylène	µg/tube	* <0.20	* <0.20	* <0.20	* 0.30	* <0.20	* <0.20
Tétrachloroéthylène (2)	µg/tube	* <0.20	* <0.20	* <0.20	* <0.20	* <0.20	* <0.20

LSRCK : Bromochlorométhane

Bromochlorométhane	µg/tube	* <0.200	* <0.200	* <0.200	* <0.200	* <0.200	* <0.200
Bromochlorométhane (2)	µg/tube	* <0.200	* <0.200	* <0.200	* <0.200	* <0.200	* <0.200

LSRCI : Dibromométhane

Dibromométhane	µg/tube	* <0.200	* <0.200	* <0.200	* <0.200	* <0.200	* <0.200
Dibromométhane (2)	µg/tube	* <0.200	* <0.200	* <0.200	* <0.200	* <0.200	* <0.200

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 24E139656

Version du : 29/07/2024

N° de rapport d'analyse : AR-24-LK-157916-01

Date de réception technique : 25/07/2024

Première date de réception physique : 25/07/2024

Référence Dossier : N° Projet : 24.318

Nom Projet : Firminy

Nom Commande : Firminy - GDS juillet

Référence Commande : 24.318

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

Température de l'air de l'enceinte :

001**Pzair S5****GDS**

24/07/2024

26/07/2024

12.2°C

002**Pzair S6****GDS**

24/07/2024

26/07/2024

12.2°C

003**Pzair S1****GDS**

24/07/2024

26/07/2024

12.2°C

004**Pzair S8****GDS**

24/07/2024

26/07/2024

12.2°C

005**Pzair S17****GDS**

24/07/2024

26/07/2024

12.2°C

006**Pzair S19****GDS**

24/07/2024

26/07/2024

12.2°C

Composés Volatils

LSRD6 : 1,2-Dibromoéthane

1,2-Dibromoéthane	µg/tube	*	<0.20	*	<0.20	*	<0.20	*	<0.20	*	<0.20
1,2-Dibromoéthane (2)	µg/tube	*	<0.20	*	<0.20	*	<0.20	*	<0.20	*	<0.20

LSRCG : Bromoforme

Tribromométhane (Bromoforme)	µg/tube	*	<0.200	*	<0.200	*	<0.200	*	<0.200	*	<0.200
Tribromométhane (Bromoforme) (2)	µg/tube	*	<0.200	*	<0.200	*	<0.200	*	<0.200	*	<0.200

LSRCL : Bromodichlorométhane

Bromodichlorométhane	µg/tube	*	<0.200	*	<0.200	*	<0.200	*	<0.200	*	<0.200
Bromodichlorométhane (2)	µg/tube	*	<0.200	*	<0.200	*	<0.200	*	<0.200	*	<0.200

LSRCC : Dibromochlorométhane

Dibromochlorométhane	µg/tube	*	<0.200	*	<0.200	*	<0.200	*	<0.200	*	<0.200
Dibromochlorométhane (2)	µg/tube	*	<0.200	*	<0.200	*	<0.200	*	<0.200	*	<0.200

LS1CC : Naphtalène

Naphtalène	µg/tube		<0.20		<0.20		<0.20		<0.20		<0.20
Naphtalène (2)	µg/tube		<0.20		<0.20		<0.20		<0.20		<0.20

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 24E139656

Version du : 29/07/2024

N° de rapport d'analyse : AR-24-LK-157916-01

Date de réception technique : 25/07/2024

Première date de réception physique : 25/07/2024

Référence Dossier : N° Projet : 24.318

Nom Projet : Firminy

Nom Commande : Firminy - GDS juillet

Référence Commande : 24.318

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

Température de l'air de l'enceinte :

007
Pzair S16
GDS

24/07/2024

26/07/2024

12.2°C

008
Blanc
GDS

24/07/2024

26/07/2024

12.2°C

Préparation Physico-Chimique

 LS6M8 : Désorption d'un tube de
charbon actif (400/200)

Fait

Fait

Hydrocarbures totaux

LS1JI : TPH AIR (BTEX & MTBE inclus)

Aliphatiques >MeC5 - C6	µg/tube	<10.0	<10.0
Aliphatiques >MeC5 - C6 (2)	µg/tube	<10.0	<10.0
Aliphatiques >C6 - C8	µg/tube	<10.0	<10.0
Aliphatiques >C6 - C8 (2)	µg/tube	<10.0	<10.0
Aliphatiques >C8 - C10	µg/tube	11.0	<10.0
Aliphatiques >C8 - C10 (2)	µg/tube	<10.0	<10.0
Aliphatiques >C10 - C12	µg/tube	55.3	<10.0
Aliphatiques >C10 - C12 (2)	µg/tube	<10.0	<10.0
Aliphatiques >C12 - C16	µg/tube	20.7	<10.0
Aliphatiques >C12 - C16 (2)	µg/tube	<10.0	<10.0
Total Aliphatiques	µg/tube	87.0	<10.0
Total Aliphatiques (2)	µg/tube	<10.0	<10.0
Aromatiques C6 - C7 (Benzène)	µg/tube	<0.20	<0.20
Aromatiques C6 - C7 (Benzène) (2)	µg/tube	<0.20	<0.20
Aromatiques >C7 - C8 (Toluène)	µg/tube	<0.80	<0.80
Aromatiques >C7 - C8 (Toluène) (2)	µg/tube	<0.80	<0.80
Aromatiques >C8 - C10	µg/tube	<10.0	<10.0
Aromatiques >C8 - C10 (2)	µg/tube	<10.0	<10.0
Aromatiques >C10 - C12	µg/tube	<10.0	<10.0
Aromatiques >C10 - C12 (2)	µg/tube	<10.0	<10.0
Aromatiques >C12 - C16	µg/tube	<10.0	<10.0
Aromatiques >C12 - C16 (2)	µg/tube	<10.0	<10.0
Total Aromatiques	µg/tube	<10.0	<10.0
Total Aromatiques (2)	µg/tube	<10.0	<10.0

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 24E139656

Version du : 29/07/2024

N° de rapport d'analyse : AR-24-LK-157916-01

Date de réception technique : 25/07/2024

Première date de réception physique : 25/07/2024

Référence Dossier : N° Projet : 24.318

Nom Projet : Firminy

Nom Commande : Firminy - GDS juillet

Référence Commande : 24.318

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

Température de l'air de l'enceinte :

007	008
Pzair S16	Blanc
GDS	GDS
24/07/2024	24/07/2024
26/07/2024	26/07/2024
12.2°C	12.2°C

Hydrocarbures totaux

 LS1JI : **TPH AIR (BTEX & MTBE inclus)**

Benzène	µg/tube	*	<0.20	*	<0.20
Benzène (2)	µg/tube	*	<0.20	*	<0.20
Toluène	µg/tube	*	<0.80	*	<0.80
Toluène (2)	µg/tube	*	<0.80	*	<0.80
Ethylbenzène	µg/tube	*	<0.40	*	<0.40
Ethylbenzène (2)	µg/tube	*	<0.40	*	<0.40
m+p-Xylène	µg/tube	*	0.71	*	<0.40
m+p-Xylène (2)	µg/tube	*	<0.40	*	<0.40
o-Xylène	µg/tube	*	0.30	*	<0.20
o-Xylène (2)	µg/tube	*	<0.20	*	<0.20
MTBE	µg/tube		<10.0		<10.0
MTBE (2)	µg/tube		<10.0		<10.0

Composés Volatils

 LSRCJ : **Dichlorométhane**

Dichlorométhane	µg/tube		<0.200		<0.200
Dichlorométhane (2)	µg/tube		<0.200		<0.200

 LSRD4 : **Chlorure de vinyle**

Chlorure de vinyle	µg/tube		<0.200		<0.200
Chlorure de vinyle (2)	µg/tube		<0.200		<0.200

 LSRC8 : **1,1-Dichloroéthène**

1,1-Dichloroéthène	µg/tube	*	<0.200	*	<0.200
1,1-Dichloroéthène (2)	µg/tube	*	<0.200	*	<0.200

 LSRC9 : **trans 1,2-Dichloroéthène**

trans 1,2-Dichloroéthène	µg/tube	*	<0.200	*	<0.200
trans 1,2-Dichloroéthène (2)	µg/tube	*	<0.200	*	<0.200

 LSRCa : **cis 1,2-dichloroéthène**

cis 1,2-Dichloroéthène	µg/tube	*	<0.200	*	<0.200
cis 1,2-Dichloroéthène (2)	µg/tube	*	<0.200	*	<0.200

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 24E139656

Version du : 29/07/2024

N° de rapport d'analyse : AR-24-LK-157916-01

Date de réception technique : 25/07/2024

Première date de réception physique : 25/07/2024

Référence Dossier : N° Projet : 24.318

Nom Projet : Firminy

Nom Commande : Firminy - GDS juillet

Référence Commande : 24.318

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

Température de l'air de l'enceinte :

007
Pzair S16
GDS

24/07/2024

26/07/2024

12.2°C

008
Blanc
GDS

24/07/2024

26/07/2024

12.2°C

Composés Volatils

LSRCB : Chloroforme

Composé	Unité	007	008
Chloroforme	µg/tube	* <0.200	* <0.200
Chloroforme (2)	µg/tube	* <0.200	* <0.200

LSRDM : Tétrachlorométhane

Tétrachlorométhane	µg/tube	* <0.20	* <0.20
Tétrachlorométhane (2)	µg/tube	* <0.20	* <0.20

LSRC7 : 1,1-Dichloroéthane

1,1-Dichloroéthane	µg/tube	* <0.200	* <0.200
1,1-Dichloroéthane (2)	µg/tube	* <0.200	* <0.200

LSRDJ : 1,2-Dichloroéthane

1,2-Dichloroéthane	µg/tube	* <0.20	* <0.20
1,2-Dichloroéthane (2)	µg/tube	* <0.20	* <0.20

LSRC6 : 1,1,1-Trichloroéthane

1,1,1-Trichloroéthane	µg/tube	* <0.200	* <0.200
1,1,1-Trichloroéthane (2)	µg/tube	* <0.200	* <0.200

LSRCH : 1,1,2-Trichloroéthane

1,1,2-Trichloroéthane	µg/tube	* <0.200	* <0.200
1,1,2-Trichloroéthane (2)	µg/tube	* <0.200	* <0.200

LSRDL : Trichloroéthylène

Trichloroéthylène	µg/tube	<0.20	<0.20
Trichloroéthylène (2)	µg/tube	<0.20	<0.20

LSRDK : Tétrachloroéthylène

Tétrachloroéthylène	µg/tube	* <0.20	* <0.20
Tétrachloroéthylène (2)	µg/tube	* <0.20	* <0.20

LSRCK : Bromochlorométhane

Bromochlorométhane	µg/tube	* <0.200	* <0.200
Bromochlorométhane (2)	µg/tube	* <0.200	* <0.200

LSRCI : Dibromométhane

Dibromométhane	µg/tube	* <0.200	* <0.200
Dibromométhane (2)	µg/tube	* <0.200	* <0.200

RAPPORT D'ANALYSE
Dossier N° : 24E139656

Version du : 29/07/2024

N° de rapport d'analyse : AR-24-LK-157916-01

Date de réception technique : 25/07/2024

Première date de réception physique : 25/07/2024

Référence Dossier : N° Projet : 24.318

Nom Projet : Firminy

Nom Commande : Firminy - GDS juillet

Référence Commande : 24.318

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

Température de l'air de l'enceinte :

007**Pzair S16****GDS**

24/07/2024

26/07/2024

12.2°C

008**Blanc****GDS**

24/07/2024

26/07/2024

12.2°C

Composés Volatils
LSRD6 : 1,2-Dibromoéthane

Composé	Unité	007	008
1,2-Dibromoéthane	µg/tube	* <0.20	* <0.20
1,2-Dibromoéthane (2)	µg/tube	* <0.20	* <0.20

LSRCG : Bromoforme

Tribromométhane (Bromoforme)	µg/tube	* <0.200	* <0.200
Tribromométhane (Bromoforme) (2)	µg/tube	* <0.200	* <0.200

LSRCL : Bromodichlorométhane

Bromodichlorométhane	µg/tube	* <0.200	* <0.200
Bromodichlorométhane (2)	µg/tube	* <0.200	* <0.200

LSRCC : Dibromochlorométhane

Dibromochlorométhane	µg/tube	* <0.200	* <0.200
Dibromochlorométhane (2)	µg/tube	* <0.200	* <0.200

LS1CC : Naphtalène

Naphtalène	µg/tube	<0.20	<0.20
Naphtalène (2)	µg/tube	<0.20	<0.20

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 24E139656

Version du : 29/07/2024

N° de rapport d'analyse : AR-24-LK-157916-01

Date de réception technique : 25/07/2024

Première date de réception physique : 25/07/2024

Référence Dossier : N° Projet : 24.318

Nom Projet : Firminy

Nom Commande : Firminy - GDS juillet

Référence Commande : 24.318

**Marion Medina**

Coordinatrice Projets Clients

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 14 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai. Les résultats et conclusions éventuelles s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Les données transmises par le client pouvant affecter la validité des résultats (la date de prélèvement, la matrice, la référence échantillon et autres informations identifiées comme provenant du client), ne sauraient engager la responsabilité du laboratoire. Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *.

Les résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification, elles sont la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Tous les éléments de traçabilité et incertitude (déterminée avec $k = 2$) sont disponibles sur demande.

Laboratoire agréé par le gouvernement du Grand-Duché de Luxembourg pour l'accomplissement de tâches techniques d'étude et de vérification dans le domaine de l'environnement – Détail disponible sur demande

Le résultat d'une somme de paramètres est soumis à une méthodologie spécifique développée par notre laboratoire. Celle-ci peut dépendre de la LQ réglementaire du ou des paramètres sommés. Pour plus d'informations, n'hésitez pas à contacter votre chargé d'affaires ou votre coordinateur de projet client.

Annexe technique

Dossier N° :24E139656

N° de rapport d'analyse : AR-24-LK-157916-01

Emetteur : Manon LAFFETER

Commande EOL : 006-10514-1176941

Nom projet : N° Projet : 24.318

Référence commande : 24.318

Firminy

Nom Commande : Firminy - GDS juillet

Gaz de sol

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Incertitude à la LQ	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
LS1CC	Naphtalène	GC/MS - Méthode interne				Eurofins Analyses pour l'Environnement France
	Naphtalène		0.1		µg/tube	
	Naphtalène (2)		0.1		µg/tube	
LS1JI	TPH AIR (BTEX & MTBE inclus)	GC/MS - Méthode interne				Eurofins Analyses pour l'Environnement France
	Aliphatiques >MeC5 - C6				µg/tube	
	Aliphatiques >MeC5 - C6 (2)				µg/tube	
	Aliphatiques >C6 - C8				µg/tube	
	Aliphatiques >C6 - C8 (2)				µg/tube	
	Aliphatiques >C8 - C10				µg/tube	
	Aliphatiques >C8 - C10 (2)				µg/tube	
	Aliphatiques >C10 - C12				µg/tube	
	Aliphatiques >C10 - C12 (2)				µg/tube	
	Aliphatiques >C12 - C16				µg/tube	
	Aliphatiques >C12 - C16 (2)				µg/tube	
	Total Aliphatiques				µg/tube	
	Total Aliphatiques (2)				µg/tube	
	Aromatiques C6 - C7 (Benzène)				µg/tube	
	Aromatiques C6 - C7 (Benzène) (2)				µg/tube	
	Aromatiques >C7 - C8 (Toluène)				µg/tube	
	Aromatiques >C7 - C8 (Toluène) (2)				µg/tube	
	Aromatiques >C8 - C10				µg/tube	
	Aromatiques >C8 - C10 (2)				µg/tube	
	Aromatiques >C10 - C12				µg/tube	
	Aromatiques >C10 - C12 (2)				µg/tube	
	Aromatiques >C12 - C16				µg/tube	
	Aromatiques >C12 - C16 (2)				µg/tube	
	Total Aromatiques				µg/tube	
	Total Aromatiques (2)				µg/tube	
	Benzène		0.05	30%	µg/tube	
	Benzène (2)		0.05	30%	µg/tube	
	Toluène		0.2	18%	µg/tube	
	Toluène (2)		0.2	18%	µg/tube	
	Ethylbenzène		0.1	25%	µg/tube	

Annexe technique

Dossier N° :24E139656

N° de rapport d'analyse : AR-24-LK-157916-01

Emetteur : Manon LAFFETER

Commande EOL : 006-10514-1176941

Nom projet : N° Projet : 24.318

Référence commande : 24.318

Firminy

Nom Commande : Firminy - GDS juillet

Gaz de sol

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Incertitude à la LQ	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
	Ethylbenzène (2)		0.1	25%	µg/tube	
	m+p-Xylène		0.1	27%	µg/tube	
	m+p-Xylène (2)		0.1	27%	µg/tube	
	o-Xylène		0.05	40%	µg/tube	
	o-Xylène (2)		0.05	40%	µg/tube	
	MTBE				µg/tube	
	MTBE (2)				µg/tube	
LS6M8	Désorption d'un tube de charbon actif (400/200)	Extraction [LQ indiquée pour un tube 100/50] -				
LSRC6	1,1,1-Trichloroéthane	GC/MS [Désorption chimique] - Méthode interne				
	1,1,1-Trichloroéthane		0.05	40%	µg/tube	
	1,1,1-Trichloroéthane (2)		0.05	40%	µg/tube	
LSRC7	1,1-Dichloroéthane					
	1,1-Dichloroéthane		0.05	36%	µg/tube	
	1,1-Dichloroéthane (2)		0.05	36%	µg/tube	
LSRC8	1,1-Dichloroéthène					
	1,1-Dichloroéthène		0.05	38%	µg/tube	
	1,1-Dichloroéthène (2)		0.05	38%	µg/tube	
LSRC9	trans 1,2-Dichloroéthène					
	trans 1,2-Dichloroéthène		0.05	37%	µg/tube	
	trans 1,2-Dichloroéthène (2)		0.05	37%	µg/tube	
LSRCA	cis 1,2-dichloroéthène					
	cis 1,2-Dichloroéthène		0.05	45%	µg/tube	
	cis 1,2-Dichloroéthène (2)		0.05	45%	µg/tube	
LSRCB	Chloroforme					
	Chloroforme		0.05	43%	µg/tube	
	Chloroforme (2)		0.05	43%	µg/tube	
LSRCC	Dibromochlorométhane					
	Dibromochlorométhane		0.05	38%	µg/tube	
	Dibromochlorométhane (2)		0.05	38%	µg/tube	
LSRCG	Bromoforme					
	Tribromométhane (Bromoforme)		0.05	43%	µg/tube	
	Tribromométhane (Bromoforme) (2)		0.05	43%	µg/tube	
LSRCH	1,1,2-Trichloroéthane					
	1,1,2-Trichloroéthane		0.05	31%	µg/tube	
	1,1,2-Trichloroéthane (2)		0.05	31%	µg/tube	

Annexe technique

Dossier N° :24E139656

N° de rapport d'analyse : AR-24-LK-157916-01

Emetteur : Manon LAFFETER

Commande EOL : 006-10514-1176941

Nom projet : N° Projet : 24.318

Référence commande : 24.318

Firminy

Nom Commande : Firminy - GDS juillet

Gaz de sol

Code		Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Incertitude à la LQ	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
LSRCI	Dibromométhane						
	Dibromométhane			0.05	48%	µg/tube	
	Dibromométhane (2)			0.05	48%	µg/tube	
LSRCJ	Dichlorométhane						
	Dichlorométhane			0.1	30%	µg/tube	
	Dichlorométhane (2)			0.1	30%	µg/tube	
LSRCK	Bromochlorométhane						
	Bromochlorométhane			0.05	33%	µg/tube	
	Bromochlorométhane (2)			0.05	33%	µg/tube	
LSRCL	Bromodichlorométhane						
	Bromodichlorométhane			0.05	48%	µg/tube	
	Bromodichlorométhane (2)			0.05	48%	µg/tube	
LSRD4	Chlorure de vinyle						
	Chlorure de vinyle			0.1	27%	µg/tube	
	Chlorure de vinyle (2)		0.1	27%	µg/tube		
LSRD6	1,2-Dibromoéthane						
	1,2-Dibromoéthane		0.05	42%	µg/tube		
	1,2-Dibromoéthane (2)		0.05	42%	µg/tube		
LSRDJ	1,2-Dichloroéthane						
	1,2-Dichloroéthane		0.05	42%	µg/tube		
	1,2-Dichloroéthane (2)		0.05	42%	µg/tube		
LSRDK	Tétrachloroéthylène						
	Tétrachloroéthylène		0.05	43%	µg/tube		
	Tétrachloroéthylène (2)		0.05	43%	µg/tube		
LSRDL	Trichloroéthylène						
	Trichloroéthylène		0.05	40%	µg/tube		
	Trichloroéthylène (2)		0.05	40%	µg/tube		
LSRDM	Tétrachlorométhane						
	Tétrachlorométhane		0.05	32%	µg/tube		
	Tétrachlorométhane (2)		0.05	32%	µg/tube		

Annexe de traçabilité des échantillons

Cette traçabilité recense les flacons des échantillons scannés dans EOL sur le terrain avant envoi au laboratoire

Dossier N° : 24E139656

N° de rapport d'analyse : AR-24-LK-157916-01

Emetteur :

Commande EOL : 006-10514-1176941

Nom projet : N° Projet : 24.318

Référence commande : 24.318

Firminy

Nom Commande : Firminy - GDS juillet

Gaz de sol

N° Ech	Référence Client	Date & Heure Prélèvement	Date de Réception Physique ⁽¹⁾	Date de Réception Technique ⁽²⁾	Code-Barre	Nom Flacon
001	Pzair S5	24/07/2024 15:01:00	25/07/2024	25/07/2024	V05A0278776	374mL verre (sol)
002	Pzair S6	24/07/2024 15:01:00	25/07/2024	25/07/2024	V05A0302493	374mL verre (sol)
003	Pzair S1	24/07/2024 15:01:00	25/07/2024	25/07/2024	V05A0302460	374mL verre (sol)
004	Pzair S8	24/07/2024 15:01:00	25/07/2024	25/07/2024	V05A0277825	374mL verre (sol)
005	Pzair S17	24/07/2024 15:01:00	25/07/2024	25/07/2024	V05A0277821	374mL verre (sol)
006	Pzair S19	24/07/2024 15:01:00	25/07/2024	25/07/2024	V05A0302471	374mL verre (sol)
007	Pzair S16	24/07/2024 15:01:00	25/07/2024	25/07/2024	V05A0277827	374mL verre (sol)
008	Blanc	24/07/2024 15:01:00	25/07/2024	25/07/2024	V05A0302475	374mL verre (sol)

(1) : Date à laquelle l'échantillon a été réceptionné au laboratoire.

Lorsque l'information n'a pas pu être récupérée, cela est signalé par la mention N/A (non applicable).

(2) : Date à laquelle le laboratoire disposait de toutes les informations nécessaires pour finaliser l'enregistrement de l'échantillon.

Annexe 6 : Analyses des enjeux sanitaires



Annexe 6 - Analyse des enjeux sanitaires
CTM de Firminy
Pôle des Aînés
Construction d'un EHPAD et de 2 résidences Senior

SOMMAIRE

1	Méthodologie appliquée – Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS).....	2
2	Choix des Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR)	3
2.1	Méthodologie.....	3
2.2	Définition des effets à seuil et sans seuil.....	5
2.3	Relation dose-effet / dose-réponse	5
3	Evaluation de l'exposition et du risque	6
3.1	Outil de modélisation de transfert - Présentation du logiciel RISC 5.0.....	6
3.2	Equations utilisées.....	7
3.2.1	Détermination de la concentration inhalée à l'intérieur d'un bâtiment	7
3.2.2	Détermination de la concentration ingérée au niveau des sols.....	7
3.3	Définition du risque.....	7
3.4	Interprétation des résultats.....	8
4	Paramètre d'entrée de l'EQRS	9
4.1	Futurs usagers des secteurs aménagés	9
4.1.1	Adultes travailleurs	9
4.1.2	Personnes âgées.....	10
4.2	Caractéristiques des bâtiments	10
4.3	Valeurs toxicologiques de référence retenues	11
5	Résultats des simulations – calculs de risques	13



1 Méthodologie appliquée – Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS)

La méthodologie pour l’Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS) est constituée de 4 étapes, à savoir :

- ✓ l’identification des dangers potentiels par rapport aux substances présentes ;
- ✓ l’évaluation de la toxicité des substances (définition des relations dose-réponse) ;
- ✓ l’évaluation de l’exposition résiduelle sur la base des concentrations résiduelles ;
- ✓ la caractérisation du risque en fonction de l’exposition cumulée ou non à plusieurs substances ou de plusieurs types d’expositions (interprétation des résultats, analyse des incertitudes).

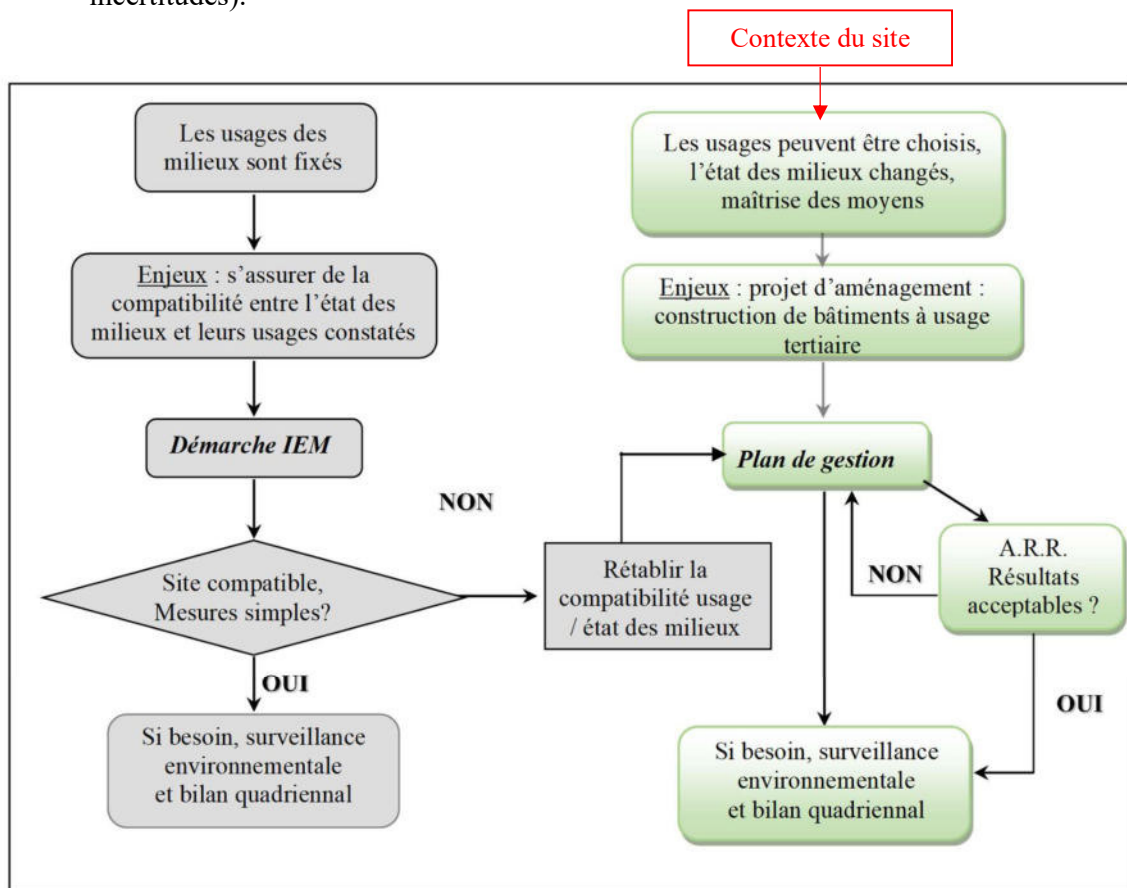


Figure 1 : Les deux démarches de gestion possible issues de la méthodologie de gestion des sites et sols pollués en vigueur

2 Choix des Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR)

2.1 Méthodologie

Conformément à la note d'information n° DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre de la gestion des sites et sols pollués, la recherche des données toxicologiques a été réalisée selon le logigramme suivant :

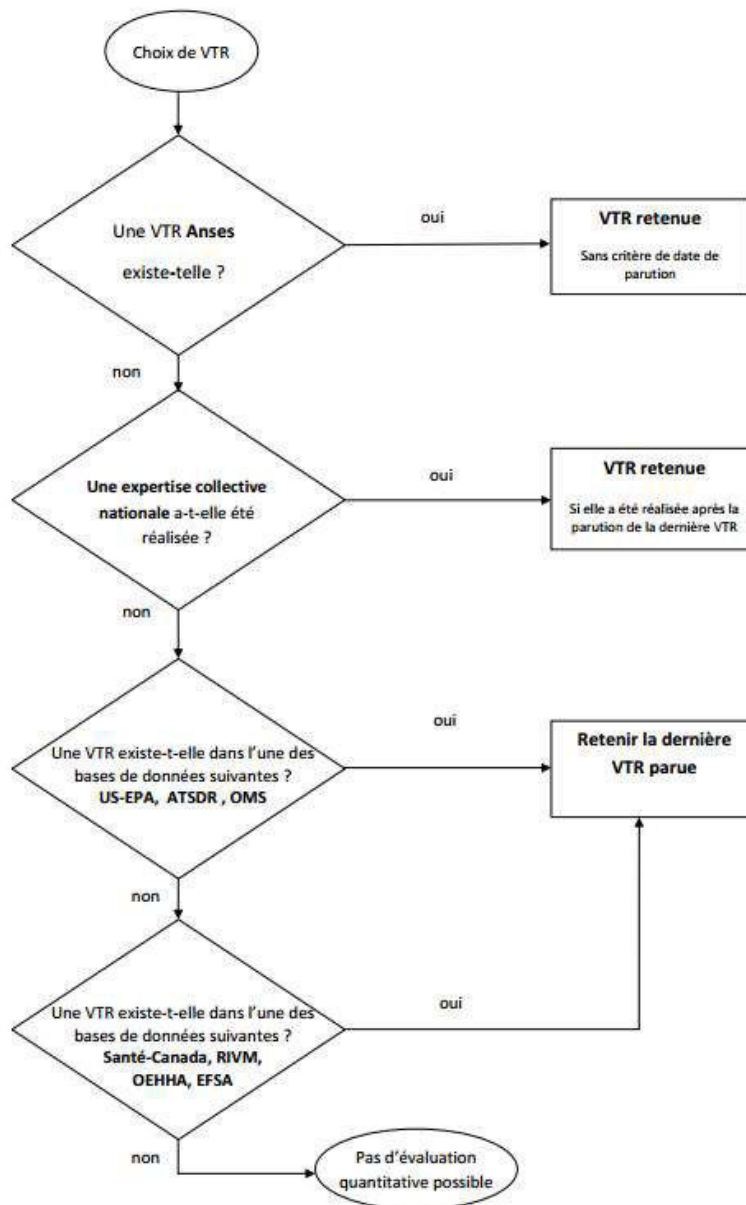


Figure 2 : méthodologie dans le choix des VTR

Extrait de la NOTE D'INFORMATION N° DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact et de la gestion des sites et sols pollués

3. Plusieurs valeurs toxicologiques de référence existent dans les bases de données (Anses, US-EPA, ATSDR, OMS/IPCS, Santé Canada, RIVM, OEHHA ou EFSA) pour une même voie et une même durée d'exposition.

Par mesure de simplification, dans la mesure où il n'existe pas de méthode de choix faisant consensus, il est recommandé au pétitionnaire de **sélectionner en premier lieu les VTR construites par l'ANSES** même si des VTR plus récentes sont proposées par les autres bases de données. Dans ce dernier cas, la DGS jugera de l'opportunité de saisir l'ANSES pour réviser sa VTR, mais elle ne sera pas attendue pour l'évaluation.

A défaut, si pour une substance une expertise nationale a été menée et a abouti à une sélection approfondie parmi les VTR disponibles, alors le prestataire devra retenir les VTR correspondantes, sous réserve que cette expertise ait été réalisée **postérieurement à la date de parution de la VTR la plus récente**.

Sinon, le pétitionnaire sélectionnera **la VTR la plus récente** parmi les trois bases de données : US-EPA, ATSDR ou OMS sauf s'il est fait mention par l'organisme de référence que la VTR n'est pas basée sur l'effet survenant à la plus faible dose et jugé pertinent pour la population visée.

Si aucune VTR n'était retrouvée dans les 4 bases de données précédemment citées (Anses, US-EPA, ATSDR et OMS), le pétitionnaire utilisera la dernière VTR proposée par Santé Canada, RIVM, l'OEHHA ou l'EFSA.

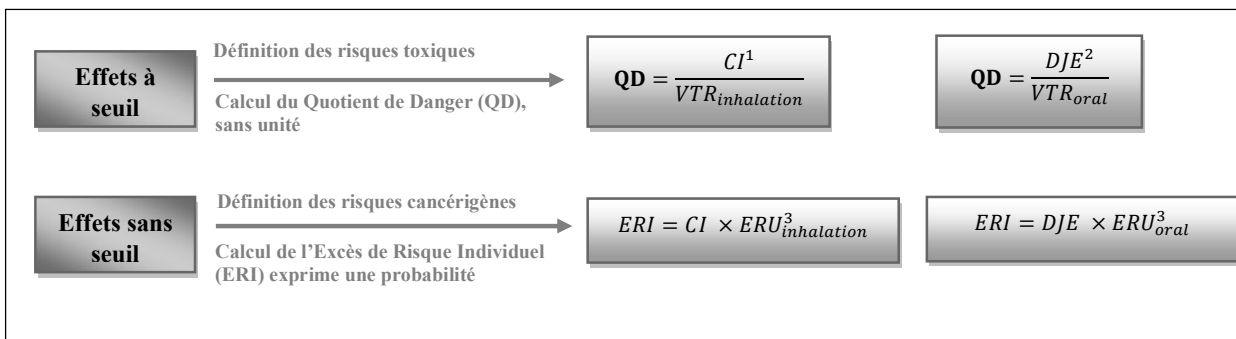


2.2 Définition des effets à seuil et sans seuil

Les différents effets observés sont :

- ✓ les **effets à seuil** qui surviennent au-delà d'une certaine dose administrée de substance, entraînant des **risques toxiques et cancérigènes non génotoxiques** ;
- ✓ les **effets sans seuil** qui sont des effets qui apparaissent quelle que soit la dose reçue entraînant des **risques cancérigènes génotoxiques**.

Pour les voies d'exposition inhalation et ingestion :



¹ CI correspond à la Concentration Inhalée par l'Homme, et concernant une dose d'exposition par la voie inhalation

² DJE correspond à la Dose Journalière d'Exposition de l'Homme relative à une dose d'exposition par la voie ingestion

³ ERU (Excès de Risque Unitaire) correspond à la VTR et exprime la probabilité de développer un cancer pour quelqu'un qui est exposé toute sa vie à une unité dose par rapport à un groupe témoin.

2.3 Relation dose-effet / dose-réponse

Le type et la sévérité des effets toxiques observés dans les populations augmentent généralement avec le niveau d'exposition : c'est la relation dose-effet. Elle est à distinguer de la relation dose-réponse qui elle correspond à la relation entre la fréquence de survenue d'une pathologie dans une population et le niveau d'exposition à un toxique.

Généralement, les VTR pour les effets à seuil (toxiques, cancérigènes non génotoxiques) correspondent à une quantité de produit à laquelle un individu peut être exposé, sans constat d'effet néfaste sur une durée déterminée. Les VTR pour les effets sans seuil (cancérigènes génotoxiques) traduisent la relation dose-réponse, où la probabilité de survenue de l'effet croît avec la dose, mais pas l'intensité.

3 Evaluation de l'exposition et du risque

3.1 Outil de modélisation de transfert - Présentation du logiciel RISC 5.0

L'évaluation du transfert des substances chimiques identifiées dans les gaz du sol vers l'air intérieur des futurs bâtiments a été réalisée à partir des équations du modèle de transfert de Johnson et Ettinger, utilisées par le logiciel RISC Workbench 5.0 (Risc Integrated Software for Cleanups).

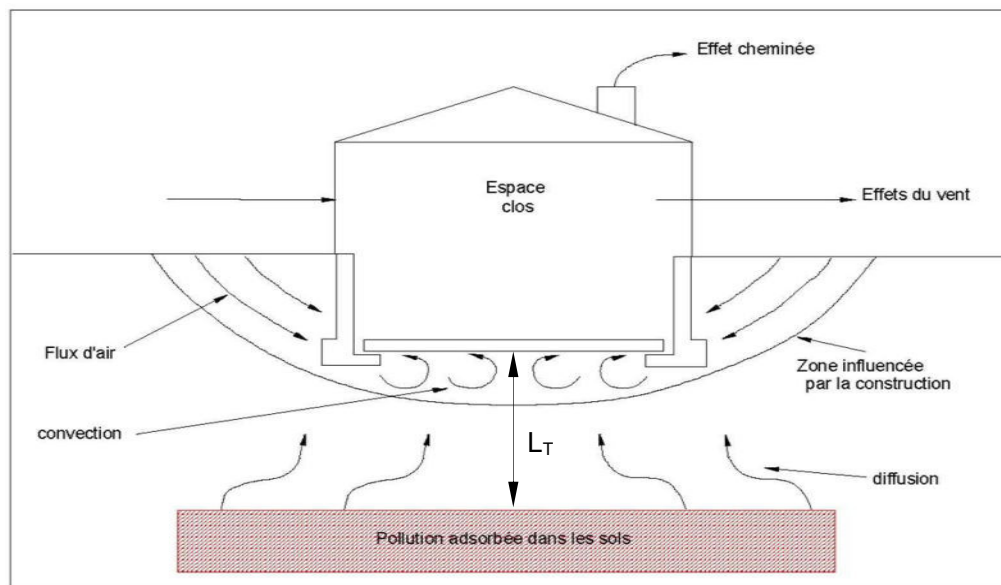


Figure 1 : Schéma de fonctionnement du modèle Johnson & Ettinger

Le modèle de Johnson et Ettinger permet de calculer le coefficient d'atténuation. Il considère la source de pollution comme infinie et se place ainsi en régime permanent.

Il prend en compte :

- ✓ dans la zone éloignée du bâtiment, les phénomènes de diffusion. En effet, la différence de pression des gaz présents au sein du milieu poreux étant négligeable, la diffusion prédomine. Les substances volatiles migrent ainsi vers la surface jusqu'à ce qu'elles rencontrent la zone d'influence de la construction ;
- ✓ dans la zone proche du bâtiment, les phénomènes de convection. La différence de pression entre l'air à l'intérieur du bâtiment et les gaz du sol est significative. Cette dépression engendre des mouvements d'air convectifs dans les sols qui transportent les substances volatiles à travers les fissures et les joints qui se trouvent entre les fondations et la dalle du bâtiment.

Les limites des modèles utilisés s'expriment en termes de paramétrage puisqu'il est impossible de mesurer tous les paramètres d'entrée du modèle. On s'appliquera alors systématiquement à rechercher le scénario le plus pénalisant.

3.2 Equations utilisées

3.2.1 Détermination de la concentration inhalée à l'intérieur d'un bâtiment

L'équation utilisée pour calculer la concentration inhalée (CI) à l'intérieur d'un bâtiment commercial pour la voie d'exposition inhalation est la suivante :

$$CI = \sum_i (C_i \times t_i \times F_i) \times \frac{T}{T_m}$$

CI :	Concentration moyenne inhalée (mg/m ³ ou µg/m ³)
C _i :	Concentration dans le milieu air (mg/m ³ ou µg/m ³)
t _i :	Fraction du temps d'exposition à la concentration CI pendant 1 journée à l'intérieur du bâtiment (sans unité, nombre d'heures d'exposition/24 h)
F _i :	Fréquence d'exposition annuelle (sans unité) : nombre de jours d'exposition annuel/365 jours
T :	Durée d'exposition (années)
T _m :	Période sur laquelle l'exposition est moyennée (années)

Les valeurs utilisées pour calculer les CI (durées d'exposition, nombre de jours théorique d'exposition annuel) sont données dans le chapitre *4.1 Futurs usagers des secteurs aménagés*.

3.2.2 Détermination de la concentration ingérée au niveau des sols

L'équation utilisée pour calculer la dose journalière d'exposition (DJE) pour l'ingestion des sols est la suivante :

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

DJE _{ij} :	Dose journalière d'exposition liée à une exposition au milieu i par la voie d'exposition j (mg/kg/j)
C _i :	Concentration d'exposition relative au milieu i (mg/kg)
Q _j :	Quantité de milieu (sol,...) administrée par jour pour la voie considérée (kg/j)
P :	Poids corporel de l'individu (kg)
F :	Fréquence d'exposition annuelle (sans unité) : nombre de jours d'exposition annuel/365 jours
T :	Durée d'exposition (an)
T _m :	Période sur laquelle l'exposition est moyennée (an)

Les valeurs utilisées pour calculer les DJE (durées d'exposition, nombre de jours théorique d'exposition annuel) sont données dans le chapitre *4.1 Futurs usagers des secteurs aménagés*.

3.3 Définition du risque

Le risque (R) présenté par un site pollué est le résultat de la coexistence de trois facteurs :

- ✓ le danger (D),
- ✓ le transfert (T),
- ✓ la cible (C).

3.4 Interprétation des résultats

Dans le cas de l'Analyse des Risques Résiduels sur site, la quantification du risque sanitaire s'obtient en pratiquant l'additivité des risques.

Le cumul des effets entre voies et substances se traduit par la sommation des quotients de danger ou des excès de risque individuel, selon les règles suivantes :

- ✓ pour les effets à seuil : par l'addition des quotients de danger (QD), uniquement pour les substances ayant le même mécanisme d'action toxique sur le même organe cible.

Le quotient de danger théorique obtenu, QD, doit être inférieur à 1 (l'apparition d'un effet toxique ne peut être exclue lorsque la valeur du QD est supérieure à 1) ;

- ✓ pour les effets sans seuil : par l'addition de tous les excès de risque individuel (ERI).

L'excès de risque individuel théorique obtenu, ERI, doit être inférieur à 10^{-5} (probabilité d'apparition d'un cas supplémentaire de cancer sur une population de 100 000 personnes exposées).



4 Paramètre d'entrée de l'EQRS

Pour rappel, selon le scénario d'aménagement transmis par Loire Habitat, le Pôle des Aînés se composera :

- ✓ **au droit du CTM1 (au nord du site) :**
 - un EHPAD en R+3 avec sous-sol partiel ;
 - une résidence autonomie en R+2 sans sous-sol ;
 - un pôle commun et une cuisine centrale en RDC ;
 - des espaces verts et de voiries ;
- ✓ **au droit du CTM2 (au sud du site) :**
 - une résidence sénior en R+1 sans sous-sol ;
 - des espaces verts et des emplacements de stationnements.

4.1 Futurs usagers des secteurs aménagés

Dans le cas présent les cibles considérées sont les suivantes :

- ✓ adultes travailleurs au sein de l'établissement ;
- ✓ personnes âgées résidant dans la résidence d'autonomie et résidence sénior ;
- ✓ personnes âgées résidant dans l'EHPAD.

4.1.1 Adultes travailleurs

Les données concernant ce type de population sont issues de l'US-EPA (exposure factor handbook), des guides INERIS et du code du Travail.

Les caractéristiques utilisées pour cette population sont récapitulées dans le **tableau suivant** :

Tableau 1 : Principaux paramètres caractérisant la population concernée – usage tertiaire

Paramètres	Valeurs retenues
	Adulte travailleur
Durée d'exposition	43 ans ⁽¹⁾
Temps de vie	70 ans
Fréquence d'exposition annuelle	235 j/an ⁽²⁾
Durée d'exposition journalière	8h / jour ⁽¹⁾

(1) code du Travail (hypothèse la plus pénalisante à savoir un adulte employé sur le site durant 43 ans et 8h/jour), (2) nombre de jours travaillés dans l'année (5j/semaine, 47 semaine/an)

4.1.2 Personnes âgées

Les caractéristiques utilisées pour les personnes âgées résidant dans la résidence d'autonomie et résidence sénior sont récapitulées dans le **tableau suivant** :

Tableau 2 : Principaux paramètres caractérisant la population concernée – usage résidentiel

Paramètres	Valeurs retenues
	Personne âgée (résidence sénior ou d'autonomie)
Durée d'exposition	15 ans ⁽¹⁾ <u>Supposition</u> : 10 ans en résidence d'autonomie ou sénior, 5 ans en EHPAD
Temps de vie	70 ans
Fréquence d'exposition annuelle	365 j/an
Durée d'exposition journalière	24h / jour (résidence permanente)

(1) temps de résidence moyen supposé dans une résidence d'autonomie puis EHPAD pour une personne âgée en France

4.2 Caractéristiques des bâtiments

Dans une approche majorante, les analyses des enjeux sanitaires sont réalisées au droit d'une pièce de petite taille dans le RDC d'un bâtiment hypothétique, utilisée fréquemment par les futurs usagers.

Le principe de diffusion et de convection des gaz du sol a été pris en compte.

Les paramètres du bâtiment pris en compte pour les modèles sont récapitulés dans le **tableau 3** ci-dessous.

Tableau 3 : Principaux paramètres le bâtiment à construire

Paramètres	Logements	Source
Localisation	Pièce de petite taille située au RDC du bâtiment plain-pied – sans vide sanitaire	Donnée réaliste
Positionnement de la source de pollution	Directement sous la pièce du bâtiment. Source positionnée à 0,001 m de profondeur par rapport au sol incluse dans une matrice sableuse (forte perméabilité)	Donnée réaliste et majorante
Surface au sol	9 m ²	Donnée majorante et réaliste – utilisée par EnvirEauSol
Hauteur	2,5 m	
Volume	22,5 m ³	
Périmètre des fondations	12 m (3x3 m)	
Epaisseur de la dalle béton	15 cm	Donnée réaliste
Taux de renouvellement d'air	0,5 h ⁻¹	Donnée standard Risc 5.0 - Hypothèse standard pour un usage résidentiel ou tertiaire (paramètre réaliste)
Type de sols sous le bâtiment	Sables limoneux	Donnée réaliste
Ratio flux gaz du sol / flux bâtiment (pour les substances volatiles) (Qsoil)	0,003	Donnée standard Risc 5.0

4.3 Valeurs toxicologiques de référence retenues

Les Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) correspondant aux substances retenues dans cette étude ainsi que leurs sources sont synthétisées dans les **tableaux suivants**.

Tableau 4 : VTR retenues par paramètre – Exposition par inhalation

Composés	Numéro CAS	VTR à seuil pour l'inhalation RfC		Source	VTR sans seuil pour l'inhalation ERUi	Source
		[mg/m³]	[µg/m³]		[(µg/m³) ⁻¹]	
Hydrocarbures aliphatiques						
C5-C8 aliphatique	-	18,4	18 400	TPHCWG 1997	-	-
C9-C16 aliphatique	-	1	1 000	TPHWG 1997	-	-
Composés Aromatiques volatils						
Toluène	CAS 108-88-3	19	19 000	ANSES 2017	-	-
Ethylbenzène	CAS 100-41-4	1,5	1 500	ANSES 2016	2,5.10 ⁻⁶	OEHHA 2007
Xylènes	CAS 1330-20-7	0,1	100	US EPA 2003 (Choix ANSES 2020)	-	
Composés Organo-Halogénés Volatils (COHV)						
Chloroforme						
1,1,1-Trichloroéthane						
Trichloroéthylène	CAS 79-01-6	3,2	3 200	ANSES 2018	1.10 ⁻⁶	ANSES 2018
Tétrachloroéthylène	CAS 127-18-4	0,4	400	ANSES 2018	2,6.10 ⁻⁷	ANSES 2018

ERUi : Excès de Risque Unitaire pour l'inhalation, - : pas de VTR disponibles actuellement

5 Résultats des simulations – calculs de risques

Les calculs des risques pour le futur bâtiment pour la voie d'exposition par inhalation sont présentés ci-dessous.

Le risque sanitaire est acceptable pour les adultes travailleurs, pour une exposition par inhalation au RDC du bâtiment, au sein d'une pièce de petite taille.

Tableau 5 : Calculs des risques – Bâtiment au RDC – Adulte travailleur – Voie inhalation – QD et ERI

Voie d'exposition unique : Inhalation			Surface pièce de taille = 9 m ²			ADULTE TRAVAILLEUR			
Facteurs de l'équation :	Ci	ti	T	Fi	Tm	VTR	VTR	QD	ERI
Grille de calcul multi-substance	Concentration de la substance dans l'air intérieur	Temps journalier passé à l'intérieur	Durée d'exposition théorique	Nombre de jour d'exposition théorique annuelle	Période de temps sur laquelle est moyennée l'exposition (substance sans seuil d'effet : Tm est assimilé à la durée de la vie entière, prise conventionnellement égale à 70 ans)	VTR inh (seuil d'effet)	VTR inh (sans seuil d'effet)	Quotient de danger (QD)	Excès de Risque Individuel (ERI)
Substance testée	µg/m ³	heure	année	jour	an	µg/m ³	(µg/m ³) ⁻¹	-	-
HC aliphatique C ₈ -C ₁₀	2,20E+00	8	43	235	70	1000	-	4,7E-04	-
HC aliphatique C ₁₀ -C ₁₂	1,10E+01	8	43	235	70	1000	-	2,4E-03	-
HC aliphatique C ₁₂ -C ₁₆	4,10E+00	8	43	235	70	1000	-	8,8E-04	-
Toluène	1,20E-01	8	43	235	70	19000	-	1,4E-06	-
Ethylbenzène	5,60E-02	8	43	235	70	1500,0	2,50E-06	8,0E-06	1,8E-08
Xylènes	3,20E-01	8	43	235	70	100,00	-	6,9E-04	-
Chloroforme	1,50E-01	8	43	235	70	63,0	2,30E-05	5,1E-04	4,5E-07
1,1,1-Trichloroéthane	1,10E+01	8	43	235	70	1000,0	-	2,4E-03	-
Trichloroéthylène	5,50E-02	8	43	235	70	3200	1,00E-06	3,7E-06	7,3E-09
Tétrachloroéthylène	3,80E-02	8	43	235	70	400	2,60E-07	2,0E-05	1,3E-09
TOTAL								7,3E-03	4,8E-07

Le risque sanitaire est acceptable pour les résidents, pour une exposition par inhalation au RDC du bâtiment, au sein d'une pièce de petite taille.

Tableau 6 : Calculs des risques – Bâtiment au RDC – Adulte résident – Voie inhalation – QD et ERI

Voie d'exposition unique : Inhalation			Surface pièce de taille = 9 m ²			ADULTE RESIDENT (PERSONNE AGEe)			
Facteurs de l'équation :	Ci	ti	T	Fi	Tm	VTR	VTR	QD	ERI
Grille de calcul multi-substance	Concentration de la substance dans l'air intérieur	Temps journalier passé à l'intérieur	Durée d'exposition théorique	Nombre de jour d'exposition théorique annuelle	Période de temps sur laquelle est moyennée l'exposition (substance sans seuil d'effet : Tm est assimilé à la durée de la vie entière, prise conventionnellement égale à 70 ans)	VTR inh (seuil d'effet)	VTR inh (sans seuil d'effet)	Quotient de danger (QD)	Excès de Risque Individuel (ERI)
Substance testée	µg/m ³	heure	année	jour	an	µg/m ³	(µg/m ³) ⁻¹	-	-
HC aliphatique C ₈ -C ₁₀	2,20E+00	24	15	365	70	1000	-	2,2E-03	-
HC aliphatique C ₁₀ -C ₁₂	1,10E+01	24	15	365	70	1000	-	1,1E-02	-
HC aliphatique C ₁₂ -C ₁₆	4,10E+00	24	15	365	70	1000	-	4,1E-03	-
Toluène	1,20E-01	24	15	365	70	19000	-	6,3E-06	-
Ethylbenzène	5,60E-02	24	15	365	70	1500,0	2,50E-06	3,7E-05	3,0E-08
Xylènes	3,20E-01	24	15	365	70	100,00	-	3,2E-03	-
Chloroforme	1,50E-01	24	15	365	70	63,0	2,30E-05	2,4E-03	7,4E-07
1,1,1-Trichloroéthane	1,10E+01	24	15	365	70	1000,0	-	1,1E-02	-
Trichloroéthylène	5,50E-02	24	15	365	70	3200	1,00E-06	1,7E-05	1,2E-08
Tétrachloroéthylène	3,80E-02	24	15	365	70	400	2,60E-07	9,5E-05	2,1E-09
TOTAL								3,4E-02	7,8E-07



**Annexe 7 : Résultats des modélisations RISC – Concentrations dans l’air ambiant
intérieur**



Summary of Input Values Used in Fate and Transport Model

Model Description:

Source media: Soil Gas

Johnson and Ettinger Indoor air model

Volatilization from soil gas source to indoor air (onsite)

Lens not used

Unsaturated Zone Properties Beneath Building		
Total porosity	cm3/cm3	3,9E-01
Water content	cm3/cm3	1,9E-01
Air content	cm3/cm3	2,0E-01
Distance from source to building	m	1,0E-03
Bioattenuation factor	-	1,0E+00

Building Parameters		
Diffusion and convection considered		
Foundation thickness	cm	1,5E+01
Fraction of cracks	cm3/cm3	2,0E-03
Porosity in cracks	-	2,5E-01
Water content in cracks	-	0,0E+00
Enclosed space floor length	m	3,0E+00
Enclosed space floor width	m	3,0E+00
Enclosed space height	m	2,5E+00
Volume of building	m3	2,3E+01
Number of air changes per hour	1/hr	5,0E-01
Qsoil to Qb ratio (soil gas flux/building flux)	-	5,0E-03

Soil Gas Source Concentration for Vapor Model		
Chemical	Units	Concentration
Chloroform	mg/m3	3,0E-02
Ethylbenzene	mg/m3	1,1E-02
Tetrachloroethylene (PCE)	mg/m3	7,7E-03
Toluene	mg/m3	2,4E-02
TPH Aliphatic C8-10	mg/m3	4,4E-01
TPH Aliphatic C10-12	mg/m3	2,2E+00
TPH Aliphatic C12-16	mg/m3	8,3E-01
Trichloroethane (1,1,1)	mg/m3	2,3E+00
Trichloroethylene (TCE)	mg/m3	1,1E-02
Xylenes (total)	mg/m3	6,5E-02

Chemical Properties	Units	Chloroform	Ethylbenzene	Tetrachloroethylene (PCE)	Toluene	TPH Aliphatic C8-10	TPH Aliphatic C10-12	TPH Aliphatic C12-16	Trichloroethane (1,1,1)	Trichloroethylene (TCE)	Xylenes (total)
Diffusion coefficient in air	cm2/s	1,0E-01	7,5E-02	7,2E-02	8,7E-02	1,0E-01	1,0E-01	1,0E-01	7,8E-02	7,9E-02	8,5E-02
Diffusion coefficient in water	cm2/s	1,0E-05	7,8E-06	8,2E-06	8,6E-06	1,0E-05	1,0E-05	1,0E-05	8,8E-06	9,1E-06	9,9E-06
Solubility	mg/l	7,9E+03	1,5E+02	2,0E+02	5,3E+02	4,3E-01	3,4E-02	7,6E-04	1,3E+03	1,1E+03	1,1E+02
Kd (total soil partition coefficient)	L/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
KOC (organic carbon partition coefficient)	L/kg	4,0E+01	2,4E+02	1,6E+02	1,8E+02	3,2E+04	2,5E+05	5,0E+06	1,1E+02	1,7E+02	3,8E+02
Henry's Law coefficient	m3-H2O)/(m3-air	1,5E-01	3,2E-01	7,5E-01	2,7E-01	8,2E+01	1,3E+02	5,4E+02	7,1E-01	4,2E-01	2,1E-01
Molecular weight	g/mol	1,2E+02	1,1E+02	1,7E+02	9,2E+01	1,3E+02	1,6E+02	2,0E+02	1,3E+02	1,3E+02	1,1E+02

Source -- vapor concentration (mg/m3)

Time	Chloroform	Ethylbenzene	Tetrachloroethylene (PCE)	Toluene	TPH Aliphatic C8-10	TPH Aliphatic C10-12	TPH Aliphatic C12-16	Trichloroethane (1,1,1)	Trichloroethylene (TCE)	Xylenes (total)
(year)	(mg/m3)	(mg/m3)	(mg/m3)	(mg/m3)	(mg/m3)	(mg/m3)	(mg/m3)	(mg/m3)	(mg/m3)	(mg/m3)
0	3,0E-02	1,1E-02	7,7E-03	2,4E-02	4,4E-01	2,2E+00	8,3E-01	2,3E+00	1,1E-02	6,5E-02
1	3,0E-02	1,1E-02	7,7E-03	2,4E-02	4,4E-01	2,2E+00	8,3E-01	2,3E+00	1,1E-02	6,5E-02
2	3,0E-02	1,1E-02	7,7E-03	2,4E-02	4,4E-01	2,2E+00	8,3E-01	2,3E+00	1,1E-02	6,5E-02
3	3,0E-02	1,1E-02	7,7E-03	2,4E-02	4,4E-01	2,2E+00	8,3E-01	2,3E+00	1,1E-02	6,5E-02
4	3,0E-02	1,1E-02	7,7E-03	2,4E-02	4,4E-01	2,2E+00	8,3E-01	2,3E+00	1,1E-02	6,5E-02
5	3,0E-02	1,1E-02	7,7E-03	2,4E-02	4,4E-01	2,2E+00	8,3E-01	2,3E+00	1,1E-02	6,5E-02
6	3,0E-02	1,1E-02	7,7E-03	2,4E-02	4,4E-01	2,2E+00	8,3E-01	2,3E+00	1,1E-02	6,5E-02
7	3,0E-02	1,1E-02	7,7E-03	2,4E-02	4,4E-01	2,2E+00	8,3E-01	2,3E+00	1,1E-02	6,5E-02
8	3,0E-02	1,1E-02	7,7E-03	2,4E-02	4,4E-01	2,2E+00	8,3E-01	2,3E+00	1,1E-02	6,5E-02
9	3,0E-02	1,1E-02	7,7E-03	2,4E-02	4,4E-01	2,2E+00	8,3E-01	2,3E+00	1,1E-02	6,5E-02
10	3,0E-02	1,1E-02	7,7E-03	2,4E-02	4,4E-01	2,2E+00	8,3E-01	2,3E+00	1,1E-02	6,5E-02
11	3,0E-02	1,1E-02	7,7E-03	2,4E-02	4,4E-01	2,2E+00	8,3E-01	2,3E+00	1,1E-02	6,5E-02
12	3,0E-02	1,1E-02	7,7E-03	2,4E-02	4,4E-01	2,2E+00	8,3E-01	2,3E+00	1,1E-02	6,5E-02
13	3,0E-02	1,1E-02	7,7E-03	2,4E-02	4,4E-01	2,2E+00	8,3E-01	2,3E+00	1,1E-02	6,5E-02
14	3,0E-02	1,1E-02	7,7E-03	2,4E-02	4,4E-01	2,2E+00	8,3E-01	2,3E+00	1,1E-02	6,5E-02
15	3,0E-02	1,1E-02	7,7E-03	2,4E-02	4,4E-01	2,2E+00	8,3E-01	2,3E+00	1,1E-02	6,5E-02
16	3,0E-02	1,1E-02	7,7E-03	2,4E-02	4,4E-01	2,2E+00	8,3E-01	2,3E+00	1,1E-02	6,5E-02
17	3,0E-02	1,1E-02	7,7E-03	2,4E-02	4,4E-01	2,2E+00	8,3E-01	2,3E+00	1,1E-02	6,5E-02
18	3,0E-02	1,1E-02	7,7E-03	2,4E-02	4,4E-01	2,2E+00	8,3E-01	2,3E+00	1,1E-02	6,5E-02
19	3,0E-02	1,1E-02	7,7E-03	2,4E-02	4,4E-01	2,2E+00	8,3E-01	2,3E+00	1,1E-02	6,5E-02
20	3,0E-02	1,1E-02	7,7E-03	2,4E-02	4,4E-01	2,2E+00	8,3E-01	2,3E+00	1,1E-02	6,5E-02
21	3,0E-02	1,1E-02	7,7E-03	2,4E-02	4,4E-01	2,2E+00	8,3E-01	2,3E+00	1,1E-02	6,5E-02
22	3,0E-02	1,1E-02	7,7E-03	2,4E-02	4,4E-01	2,2E+00	8,3E-01	2,3E+00	1,1E-02	6,5E-02
23	3,0E-02	1,1E-02	7,7E-03	2,4E-02	4,4E-01	2,2E+00	8,3E-01	2,3E+00	1,1E-02	6,5E-02
24	3,0E-02	1,1E-02	7,7E-03	2,4E-02	4,4E-01	2,2E+00	8,3E-01	2,3E+00	1,1E-02	6,5E-02
25	3,0E-02	1,1E-02	7,7E-03	2,4E-02	4,4E-01	2,2E+00	8,3E-01	2,3E+00	1,1E-02	6,5E-02
26	3,0E-02	1,1E-02	7,7E-03	2,4E-02	4,4E-01	2,2E+00	8,3E-01	2,3E+00	1,1E-02	6,5E-02
27	3,0E-02	1,1E-02	7,7E-03	2,4E-02	4,4E-01	2,2E+00	8,3E-01	2,3E+00	1,1E-02	6,5E-02
28	3,0E-02	1,1E-02	7,7E-03	2,4E-02	4,4E-01	2,2E+00	8,3E-01	2,3E+00	1,1E-02	6,5E-02
29	3,0E-02	1,1E-02	7,7E-03	2,4E-02	4,4E-01	2,2E+00	8,3E-01	2,3E+00	1,1E-02	6,5E-02
30	3,0E-02	1,1E-02	7,7E-03	2,4E-02	4,4E-01	2,2E+00	8,3E-01	2,3E+00	1,1E-02	6,5E-02
31	3,0E-02	1,1E-02	7,7E-03	2,4E-02	4,4E-01	2,2E+00	8,3E-01	2,3E+00	1,1E-02	6,5E-02
32	3,0E-02	1,1E-02	7,7E-03	2,4E-02	4,4E-01	2,2E+00	8,3E-01	2,3E+00	1,1E-02	6,5E-02
33	3,0E-02	1,1E-02	7,7E-03	2,4E-02	4,4E-01	2,2E+00	8,3E-01	2,3E+00	1,1E-02	6,5E-02
34	3,0E-02	1,1E-02	7,7E-03	2,4E-02	4,4E-01	2,2E+00	8,3E-01	2,3E+00	1,1E-02	6,5E-02
35	3,0E-02	1,1E-02	7,7E-03	2,4E-02	4,4E-01	2,2E+00	8,3E-01	2,3E+00	1,1E-02	6,5E-02
36	3,0E-02	1,1E-02	7,7E-03	2,4E-02	4,4E-01	2,2E+00	8,3E-01	2,3E+00	1,1E-02	6,5E-02
37	3,0E-02	1,1E-02	7,7E-03	2,4E-02	4,4E-01	2,2E+00	8,3E-01	2,3E+00	1,1E-02	6,5E-02
38	3,0E-02	1,1E-02	7,7E-03	2,4E-02	4,4E-01	2,2E+00	8,3E-01	2,3E+00	1,1E-02	6,5E-02
39	3,0E-02	1,1E-02	7,7E-03	2,4E-02	4,4E-01	2,2E+00	8,3E-01	2,3E+00	1,1E-02	6,5E-02
40	3,0E-02	1,1E-02	7,7E-03	2,4E-02	4,4E-01	2,2E+00	8,3E-01	2,3E+00	1,1E-02	6,5E-02
41	3,0E-02	1,1E-02	7,7E-03	2,4E-02	4,4E-01	2,2E+00	8,3E-01	2,3E+00	1,1E-02	6,5E-02
42	3,0E-02	1,1E-02	7,7E-03	2,4E-02	4,4E-01	2,2E+00	8,3E-01	2,3E+00	1,1E-02	6,5E-02
43	3,0E-02	1,1E-02	7,7E-03	2,4E-02	4,4E-01	2,2E+00	8,3E-01	2,3E+00	1,1E-02	6,5E-02

Vapor flux into building (g/s)

Time	Chloroform	Ethylbenzene	Tetrachloroethyene (PCE)	Toluene	TPH Aliphatic C8-10	TPH Aliphatic C10-12	TPH Aliphatic C12-16	Trichloroethane (1,1,1)	Trichloroethylene (TCE)	Xylenes (total)
(year)	(g/s)	(g/s)	(g/s)	(g/s)	(g/s)	(g/s)	(g/s)	(g/s)	(g/s)	(g/s)
0	4,6E-10	1,8E-10	1,2E-10	3,8E-10	6,9E-09	3,4E-08	1,3E-08	3,5E-08	1,7E-10	1,0E-09
1	4,6E-10	1,8E-10	1,2E-10	3,8E-10	6,9E-09	3,4E-08	1,3E-08	3,5E-08	1,7E-10	1,0E-09
2	4,6E-10	1,8E-10	1,2E-10	3,8E-10	6,9E-09	3,4E-08	1,3E-08	3,5E-08	1,7E-10	1,0E-09
3	4,6E-10	1,8E-10	1,2E-10	3,8E-10	6,9E-09	3,4E-08	1,3E-08	3,5E-08	1,7E-10	1,0E-09
4	4,6E-10	1,8E-10	1,2E-10	3,8E-10	6,9E-09	3,4E-08	1,3E-08	3,5E-08	1,7E-10	1,0E-09
5	4,6E-10	1,8E-10	1,2E-10	3,8E-10	6,9E-09	3,4E-08	1,3E-08	3,5E-08	1,7E-10	1,0E-09
6	4,6E-10	1,8E-10	1,2E-10	3,8E-10	6,9E-09	3,4E-08	1,3E-08	3,5E-08	1,7E-10	1,0E-09
7	4,6E-10	1,8E-10	1,2E-10	3,8E-10	6,9E-09	3,4E-08	1,3E-08	3,5E-08	1,7E-10	1,0E-09
8	4,6E-10	1,8E-10	1,2E-10	3,8E-10	6,9E-09	3,4E-08	1,3E-08	3,5E-08	1,7E-10	1,0E-09
9	4,6E-10	1,8E-10	1,2E-10	3,8E-10	6,9E-09	3,4E-08	1,3E-08	3,5E-08	1,7E-10	1,0E-09
10	4,6E-10	1,8E-10	1,2E-10	3,8E-10	6,9E-09	3,4E-08	1,3E-08	3,5E-08	1,7E-10	1,0E-09
11	4,6E-10	1,8E-10	1,2E-10	3,8E-10	6,9E-09	3,4E-08	1,3E-08	3,5E-08	1,7E-10	1,0E-09
12	4,6E-10	1,8E-10	1,2E-10	3,8E-10	6,9E-09	3,4E-08	1,3E-08	3,5E-08	1,7E-10	1,0E-09
13	4,6E-10	1,8E-10	1,2E-10	3,8E-10	6,9E-09	3,4E-08	1,3E-08	3,5E-08	1,7E-10	1,0E-09
14	4,6E-10	1,8E-10	1,2E-10	3,8E-10	6,9E-09	3,4E-08	1,3E-08	3,5E-08	1,7E-10	1,0E-09
15	4,6E-10	1,8E-10	1,2E-10	3,8E-10	6,9E-09	3,4E-08	1,3E-08	3,5E-08	1,7E-10	1,0E-09
16	4,6E-10	1,8E-10	1,2E-10	3,8E-10	6,9E-09	3,4E-08	1,3E-08	3,5E-08	1,7E-10	1,0E-09
17	4,6E-10	1,8E-10	1,2E-10	3,8E-10	6,9E-09	3,4E-08	1,3E-08	3,5E-08	1,7E-10	1,0E-09
18	4,6E-10	1,8E-10	1,2E-10	3,8E-10	6,9E-09	3,4E-08	1,3E-08	3,5E-08	1,7E-10	1,0E-09
19	4,6E-10	1,8E-10	1,2E-10	3,8E-10	6,9E-09	3,4E-08	1,3E-08	3,5E-08	1,7E-10	1,0E-09
20	4,6E-10	1,8E-10	1,2E-10	3,8E-10	6,9E-09	3,4E-08	1,3E-08	3,5E-08	1,7E-10	1,0E-09
21	4,6E-10	1,8E-10	1,2E-10	3,8E-10	6,9E-09	3,4E-08	1,3E-08	3,5E-08	1,7E-10	1,0E-09
22	4,6E-10	1,8E-10	1,2E-10	3,8E-10	6,9E-09	3,4E-08	1,3E-08	3,5E-08	1,7E-10	1,0E-09
23	4,6E-10	1,8E-10	1,2E-10	3,8E-10	6,9E-09	3,4E-08	1,3E-08	3,5E-08	1,7E-10	1,0E-09
24	4,6E-10	1,8E-10	1,2E-10	3,8E-10	6,9E-09	3,4E-08	1,3E-08	3,5E-08	1,7E-10	1,0E-09
25	4,6E-10	1,8E-10	1,2E-10	3,8E-10	6,9E-09	3,4E-08	1,3E-08	3,5E-08	1,7E-10	1,0E-09
26	4,6E-10	1,8E-10	1,2E-10	3,8E-10	6,9E-09	3,4E-08	1,3E-08	3,5E-08	1,7E-10	1,0E-09
27	4,6E-10	1,8E-10	1,2E-10	3,8E-10	6,9E-09	3,4E-08	1,3E-08	3,5E-08	1,7E-10	1,0E-09
28	4,6E-10	1,8E-10	1,2E-10	3,8E-10	6,9E-09	3,4E-08	1,3E-08	3,5E-08	1,7E-10	1,0E-09
29	4,6E-10	1,8E-10	1,2E-10	3,8E-10	6,9E-09	3,4E-08	1,3E-08	3,5E-08	1,7E-10	1,0E-09
30	4,6E-10	1,8E-10	1,2E-10	3,8E-10	6,9E-09	3,4E-08	1,3E-08	3,5E-08	1,7E-10	1,0E-09
31	4,6E-10	1,8E-10	1,2E-10	3,8E-10	6,9E-09	3,4E-08	1,3E-08	3,5E-08	1,7E-10	1,0E-09
32	4,6E-10	1,8E-10	1,2E-10	3,8E-10	6,9E-09	3,4E-08	1,3E-08	3,5E-08	1,7E-10	1,0E-09
33	4,6E-10	1,8E-10	1,2E-10	3,8E-10	6,9E-09	3,4E-08	1,3E-08	3,5E-08	1,7E-10	1,0E-09
34	4,6E-10	1,8E-10	1,2E-10	3,8E-10	6,9E-09	3,4E-08	1,3E-08	3,5E-08	1,7E-10	1,0E-09
35	4,6E-10	1,8E-10	1,2E-10	3,8E-10	6,9E-09	3,4E-08	1,3E-08	3,5E-08	1,7E-10	1,0E-09
36	4,6E-10	1,8E-10	1,2E-10	3,8E-10	6,9E-09	3,4E-08	1,3E-08	3,5E-08	1,7E-10	1,0E-09
37	4,6E-10	1,8E-10	1,2E-10	3,8E-10	6,9E-09	3,4E-08	1,3E-08	3,5E-08	1,7E-10	1,0E-09
38	4,6E-10	1,8E-10	1,2E-10	3,8E-10	6,9E-09	3,4E-08	1,3E-08	3,5E-08	1,7E-10	1,0E-09
39	4,6E-10	1,8E-10	1,2E-10	3,8E-10	6,9E-09	3,4E-08	1,3E-08	3,5E-08	1,7E-10	1,0E-09
40	4,6E-10	1,8E-10	1,2E-10	3,8E-10	6,9E-09	3,4E-08	1,3E-08	3,5E-08	1,7E-10	1,0E-09
41	4,6E-10	1,8E-10	1,2E-10	3,8E-10	6,9E-09	3,4E-08	1,3E-08	3,5E-08	1,7E-10	1,0E-09
42	4,6E-10	1,8E-10	1,2E-10	3,8E-10	6,9E-09	3,4E-08	1,3E-08	3,5E-08	1,7E-10	1,0E-09
43	4,6E-10	1,8E-10	1,2E-10	3,8E-10	6,9E-09	3,4E-08	1,3E-08	3,5E-08	1,7E-10	1,0E-09

Indoor air concentration (mg/m3)

Masses of concentrations (mg/m3)										
Time	Chloroform	Ethylbenzene	Tetrachloroethylen (PCE)	Toluene	TPH Aliphatic C8-10	TPH Aliphatic C10-12	TPH Aliphatic C12-16	Trichloroethane (1,1,1)	Trichloroethylene (TCE)	Xylenes (total)
(year)	(mg/m3)	(mg/m3)	(mg/m3)	(mg/m3)	(mg/m3)	(mg/m3)	(mg/m3)	(mg/m3)	(mg/m3)	(mg/m3)
0	1,5E-04	5,6E-05	3,8E-05	1,2E-04	2,2E-03	1,1E-02	4,1E-03	1,1E-02	5,5E-05	3,2E-04
1	1,5E-04	5,6E-05	3,8E-05	1,2E-04	2,2E-03	1,1E-02	4,1E-03	1,1E-02	5,5E-05	3,2E-04
2	1,5E-04	5,6E-05	3,8E-05	1,2E-04	2,2E-03	1,1E-02	4,1E-03	1,1E-02	5,5E-05	3,2E-04
3	1,5E-04	5,6E-05	3,8E-05	1,2E-04	2,2E-03	1,1E-02	4,1E-03	1,1E-02	5,5E-05	3,2E-04
4	1,5E-04	5,6E-05	3,8E-05	1,2E-04	2,2E-03	1,1E-02	4,1E-03	1,1E-02	5,5E-05	3,2E-04
5	1,5E-04	5,6E-05	3,8E-05	1,2E-04	2,2E-03	1,1E-02	4,1E-03	1,1E-02	5,5E-05	3,2E-04
6	1,5E-04	5,6E-05	3,8E-05	1,2E-04	2,2E-03	1,1E-02	4,1E-03	1,1E-02	5,5E-05	3,2E-04
7	1,5E-04	5,6E-05	3,8E-05	1,2E-04	2,2E-03	1,1E-02	4,1E-03	1,1E-02	5,5E-05	3,2E-04
8	1,5E-04	5,6E-05	3,8E-05	1,2E-04	2,2E-03	1,1E-02	4,1E-03	1,1E-02	5,5E-05	3,2E-04
9	1,5E-04	5,6E-05	3,8E-05	1,2E-04	2,2E-03	1,1E-02	4,1E-03	1,1E-02	5,5E-05	3,2E-04
10	1,5E-04	5,6E-05	3,8E-05	1,2E-04	2,2E-03	1,1E-02	4,1E-03	1,1E-02	5,5E-05	3,2E-04
11	1,5E-04	5,6E-05	3,8E-05	1,2E-04	2,2E-03	1,1E-02	4,1E-03	1,1E-02	5,5E-05	3,2E-04
12	1,5E-04	5,6E-05	3,8E-05	1,2E-04	2,2E-03	1,1E-02	4,1E-03	1,1E-02	5,5E-05	3,2E-04
13	1,5E-04	5,6E-05	3,8E-05	1,2E-04	2,2E-03	1,1E-02	4,1E-03	1,1E-02	5,5E-05	3,2E-04
14	1,5E-04	5,6E-05	3,8E-05	1,2E-04	2,2E-03	1,1E-02	4,1E-03	1,1E-02	5,5E-05	3,2E-04
15	1,5E-04	5,6E-05	3,8E-05	1,2E-04	2,2E-03	1,1E-02	4,1E-03	1,1E-02	5,5E-05	3,2E-04
16	1,5E-04	5,6E-05	3,8E-05	1,2E-04	2,2E-03	1,1E-02	4,1E-03	1,1E-02	5,5E-05	3,2E-04
17	1,5E-04	5,6E-05	3,8E-05	1,2E-04	2,2E-03	1,1E-02	4,1E-03	1,1E-02	5,5E-05	3,2E-04
18	1,5E-04	5,6E-05	3,8E-05	1,2E-04	2,2E-03	1,1E-02	4,1E-03	1,1E-02	5,5E-05	3,2E-04
19	1,5E-04	5,6E-05	3,8E-05	1,2E-04	2,2E-03	1,1E-02	4,1E-03	1,1E-02	5,5E-05	3,2E-04
20	1,5E-04	5,6E-05	3,8E-05	1,2E-04	2,2E-03	1,1E-02	4,1E-03	1,1E-02	5,5E-05	3,2E-04
21	1,5E-04	5,6E-05	3,8E-05	1,2E-04	2,2E-03	1,1E-02	4,1E-03	1,1E-02	5,5E-05	3,2E-04
22	1,5E-04	5,6E-05	3,8E-05	1,2E-04	2,2E-03	1,1E-02	4,1E-03	1,1E-02	5,5E-05	3,2E-04
23	1,5E-04	5,6E-05	3,8E-05	1,2E-04	2,2E-03	1,1E-02	4,1E-03	1,1E-02	5,5E-05	3,2E-04
24	1,5E-04	5,6E-05	3,8E-05	1,2E-04	2,2E-03	1,1E-02	4,1E-03	1,1E-02	5,5E-05	3,2E-04
25	1,5E-04	5,6E-05	3,8E-05	1,2E-04	2,2E-03	1,1E-02	4,1E-03	1,1E-02	5,5E-05	3,2E-04
26	1,5E-04	5,6E-05	3,8E-05	1,2E-04	2,2E-03	1,1E-02	4,1E-03	1,1E-02	5,5E-05	3,2E-04
27	1,5E-04	5,6E-05	3,8E-05	1,2E-04	2,2E-03	1,1E-02	4,1E-03	1,1E-02	5,5E-05	3,2E-04
28	1,5E-04	5,6E-05	3,8E-05	1,2E-04	2,2E-03	1,1E-02	4,1E-03	1,1E-02	5,5E-05	3,2E-04
29	1,5E-04	5,6E-05	3,8E-05	1,2E-04	2,2E-03	1,1E-02	4,1E-03	1,1E-02	5,5E-05	3,2E-04
30	1,5E-04	5,6E-05	3,8E-05	1,2E-04	2,2E-03	1,1E-02	4,1E-03	1,1E-02	5,5E-05	3,2E-04
31	1,5E-04	5,6E-05	3,8E-05	1,2E-04	2,2E-03	1,1E-02	4,1E-03	1,1E-02	5,5E-05	3,2E-04
32	1,5E-04	5,6E-05	3,8E-05	1,2E-04	2,2E-03	1,1E-02	4,1E-03	1,1E-02	5,5E-05	3,2E-04
33	1,5E-04	5,6E-05	3,8E-05	1,2E-04	2,2E-03	1,1E-02	4,1E-03	1,1E-02	5,5E-05	3,2E-04
34	1,5E-04	5,6E-05	3,8E-05	1,2E-04	2,2E-03	1,1E-02	4,1E-03	1,1E-02	5,5E-05	3,2E-04
35	1,5E-04	5,6E-05	3,8E-05	1,2E-04	2,2E-03	1,1E-02	4,1E-03	1,1E-02	5,5E-05	3,2E-04
36	1,5E-04	5,6E-05	3,8E-05	1,2E-04	2,2E-03	1,1E-02	4,1E-03	1,1E-02	5,5E-05	3,2E-04
37	1,5E-04	5,6E-05	3,8E-05	1,2E-04	2,2E-03	1,1E-02	4,1E-03	1,1E-02	5,5E-05	3,2E-04
38	1,5E-04	5,6E-05	3,8E-05	1,2E-04	2,2E-03	1,1E-02	4,1E-03	1,1E-02	5,5E-05	3,2E-04
39	1,5E-04	5,6E-05	3,8E-05	1,2E-04	2,2E-03	1,1E-02	4,1E-03	1,1E-02	5,5E-05	3,2E-04
40	1,5E-04	5,6E-05	3,8E-05	1,2E-04	2,2E-03	1,1E-02	4,1E-03	1,1E-02	5,5E-05	3,2E-04
41	1,5E-04	5,6E-05	3,8E-05	1,2E-04	2,2E-03	1,1E-02	4,1E-03	1,1E-02	5,5E-05	3,2E-04
42	1,5E-04	5,6E-05	3,8E-05	1,2E-04	2,2E-03	1,1E-02	4,1E-03	1,1E-02	5,5E-05	3,2E-04
43	1,5E-04	5,6E-05	3,8E-05	1,2E-04	2,2E-03	1,1E-02	4,1E-03	1,1E-02	5,5E-05	3,2E-04

Annexe 8 : Propriétés des substances





EnvirEauSol

INGÉNIERIE DES SITES ET SOLS POLLUÉS

Substance	CAS n°R	Masse molaire	Volatilité Pv (Pa) à 25°C	Solubilité S (mg/L) à 25°C	Constante de Henry	Coef. de partage mat. org-eau Koc (L/kg)	Diffusion dans l'air	Diffusion dans l'eau	Classement symboles	Mention de danger	Classement cancérogénéicité		
											UE	CIRC	EPA
COMPOSES AROMATIQUES MONOCYCLIQUES													
Toluène	108-88-3	92,15	3769	535	673	100	8,7.10-2	8,6.10-6	SGH02, SGH07, SGH08	H225, H361d, H304, H373, H315, H336	R2	3	InL (inh)
Ethylbenzène	100-41-4	106,17	1273	175	820	241,9	7,5.10-2	7,8.10-6	SGH02, SGH07, SGH08	H225, H332, H304, H373	ND	2B	D (inh)
m-xylène	108-38-3	106,17	790	151	758	157	6,95.10-2	7,8.10-6	SGH02, SGH07	H226, H332, H312, H315	ND	3	InL (inh)
p-xylène	106-42-3	106,17	1772	177	758	317	7,2.10-2	8,44.10-6	SGH02, SGH07	H226, H332, H312, H315	ND	3	InL (inh)
o-xylène	95-47-6	106,17	880	178	523	234	8,4.10-2	10-5	SGH02, SGH07	H226, H332, H312, H315	ND	3	InL (inh)
COMPOSES ORGANO-HALOGENES VOLATILS (COHV)													
Chloroforme ou trichlorométhane	67-66-3	119,38	20900 à 20°C	8700 à 23°C	384	185	0,104	1.10-5	SGH06, SGH08	H302, H315, H319, H331, H351, H361d, H372	C2, R2	2B	LH (inh)
1,1,1-trichloroéthane	71-55-6	133,42	13300	950 à 20°C	1867,88	89	7,8.10-2	8,8.10-6	SGH07	H332, H420	ND	3	InL (inh)
TCE (trichloroéthylène)	79-01-6	131,39	8600 à 20°C	1100	1044	111	7,9.10-2	9,1.10-6	SGH07, SGH08	H350, H341, H319, H315, H336, H412	C1B, M2	1	CH (inh)
PCE (tétrachloroéthylène)	127-18-4	165,85	2462	150	1844	251 à 20°C	7,2.10-2	8,2.10-6	SGH08, SGH09	H351, H411	C2	2A	LH (inh)
HYDROCARBURES SUIVANT LES TPH													
Aliphatique nC>6-nC8	-	96	6383,48	5,4	50	3981,07	1,00E-01	1,00E-05	ND	ND	ND	ND	ND
Aliphatique nC>8-nC10	-	150	638,35	0,43	55	31622,78	1,00E-01	1,00E-05	ND	ND	ND	ND	ND
Aliphatique nC>10-nC12	-	200	63,83	3,4.10-3	60	251188,64	1,00E-01	1,00E-05	ND	ND	ND	ND	ND
Aliphatique nC>12-nC16	-	260	4,86	7,6.10-4	69	5011872,34	1,00E-01	1,00E-05	ND	ND	ND	ND	ND